

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

В. М. Ісаєнко
К. О. Бабікова
Ю. М. Сагалкін
М. С. Романов

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

Підручник

*Друге видання,
актуалізоване на принципах
сприяння сталому інноваційному розвитку
та засадах синергетичного
і компетентнісного підходів*

За загальною редакцією
доктора біологічних наук, професора В. М. Ісаєнка

Київ 2019

УДК 504.064.4(075.8)
I622

Рецензенти:

Білявський Г. О. — д-р геол.-мінерал. наук, проф.;
Гомеля М. Д. — д-р техн. наук, проф.

*Рекомендовано до друку вченою радою
Національного авіаційного університету
(протокол № 2 від 20 лютого 2019 р.)*

Ісаєнко В. М.

I622 Інженерна екологія : підручник / В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін, М. С. Романов ; за заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В. М. Ісаєнка. — 2-е вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і компетентнісного підходів. — Київ : НАУ, 2019. — 452 с.

ISBN 978-966-932-132-9

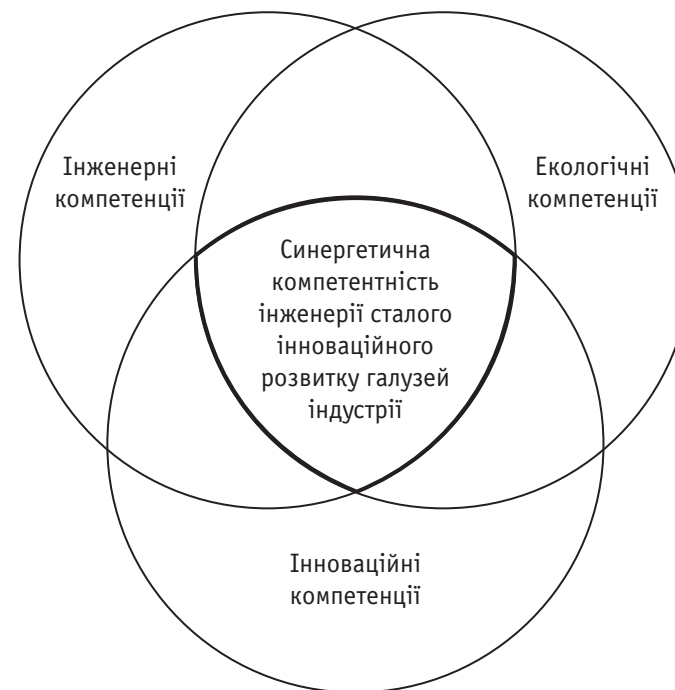
У другому виданні підручника розглянуто актуалізовану базову міждисциплінарну систему теоретичних, методологічних та технологічних знань з інженерної екології для підготовки інженерів синергетичної інноваційної компетентності з орієнтацією на тенденції глобального інноваційного та екологічного імперативів на період до 2030–2050 років; моделі технологічного синергізму четвертої промислової революції. Висвітлено синергетичні основи екологічної інженерії сталого розвитку, системної інженерної екологізації виробництва, інфраструктур з посиланням на закордонний досвід та вітчизняні проблеми; розглянуто системну модель екологічно чистого підприємства повного життєвого циклу продукції; аерокосмічні технології екологічної інженерії. Наведено рекомендовані переліки структурних складових професійних компетенцій за спеціальністю «Інженерна екологія» з метою сприяння формуванню моделей інтегрованої інженерно-екологічної компетентності фахівців різної галузевої спеціалізації.

Для освітнього ступеня магістра інженерної міждисциплінарної освіти, систем післядипломної освіти та самоосвіти. Буде корисним для викладачів закладів вищої освіти у проектуванні інтегрованих моделей професійної компетентності випускників.

УДК 004.81:33(075)

ISBN 978-966-932-132-9 © В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін,
М. С. Романов, 2019
© НАУ, 2019

*Присвячується пам'яті
першого українського космонавта-дослідника
Леоніда Костянтиновича Каденюка*



ЗМІСТ

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ.....	10
ПЕРЕДМОВА (КОНЦЕПЦІЯ ПІДРУЧНИКА).....	11
ВСТУП.....	18

Розділ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНЖЕНЕРНОЇ ЕКОЛОГІЇ

1.1. Базові синергетичні поняттєві основи інженерної екології.....	25
1.2. Українські витоки ноосферо-синергетичної парадигми сталого розвитку	36
1.3. Інженерна екологія в контексті четвертої промислової революції: інноваційна парадигма технологічного синергізму.....	39
1.4. Синергетичні закони, закономірності взаємодії виробничих та екологічних систем, технологічного синергізму.....	40
1.5. Моделювання синергетичної взаємодії виробничих та екологічних систем	46
1.6. Інноваційно-інженерна сутність технологічного синергізму.....	52
1.7. Екологічні аспекти сталого інноваційного розвитку.....	59
1.8. Інженерні основи екологізації виробництва та життєвих циклів продукції.....	63
1.9. Основи екологічної інженерії сталого розвитку	70
Компетентність: рекомендований перелік світоглядно-теоретичних складових професійних компетенцій за напрямом «Інженерна екологія».....	76

Розділ 2

СИНЕРГЕТИЧНА МЕТОДОЛОГІЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ЕКОЛОГІЇ

2.1. Загальнометодологічні підходи в інженерній екології сталого розвитку	78
2.2. Синергетична методологія технологічного передбачення	87
2.3. Методологія системних інженерно-екологічних досліджень	90

2.4. Системно-синергетичні дослідження взаємодії антропних і природних систем.....	92
2.5. Дистанційні методи аерокосмічних досліджень антропогенного забруднення навколишнього природного середовища та тенденцій кліматичних змін	96
2.6. Нормативна методологія: метод оцінювання характеристик екологічності виробничих систем (на прикладі корпорації).....	99
2.7. Нормативна методологія: метод системного дослідження та оцінювання екологічності життєвих циклів продукції	107
2.8. Нормативна методологія: еколого-технічний аудит мінімізації відходів.....	111
2.9. Нормативна методологія: енергетичний аудит	115
2.10. Інженерні методи екологізації виробництва.....	118
2.11. Інженерно-біологічні методи природовідтворення	125
2.12. Інженерно-екологічні природозахисні методи і заходи	127
2.13. Системний еколого-інноваційний менеджмент досконалості підприємства	128
Компетентність. Рекомендований перелік методологічних складових професійних компетенцій за напрямом «Інженерна екологія».....	136

Розділ 3

СИСТЕМНА ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПРОЦЕС СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІН КЛІМАТУ

3.1. Інноваційна сутність системної інженерної екологізації.....	139
3.2. Керівні глобальні принципи, засади інженерної екологізації виробництва.....	141
3.3. Екологічна інженерія Глобальної промислової революції (Індустрія 4.0).....	144
3.4. Зміна моделей технологічних укладів сталого розвитку.....	146
3.5. Базовий технологічний блокчейн екологізації виробництва — життєвий цикл продукції.....	152
3.6. Екологічна модернізація як складова системної екологізації виробництва.....	154

3.7. Екологічна модернізація аерокосмічного комплексу	162
3.8. Кластерні моделі екологізації міської інфраструктури (закордонний досвід)	163
3.9. Інноваційні еколого-цифрові моделі «розумних» будівель, міст (закордонний досвід)	167
3.10. Технологічні системи екологічної інженерії	170
3.11. Автоматизовані інженерні системи екологічних спостережень	195
Компетентність. Рекомендований перелік інноваційно-технологічних та інженерно-екологічних базових складових спеціалізованих компетенцій за напрямом «Інженерна екологія»	197

Розділ 4

ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТЕ ПІДПРИЄМСТВО ПОВНОГО ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЇ

4.1. Синергетична модель екологічно чистого підприємства	200
4.2. Підготовчий етап формування інноваційної стратегії екологічно чистого підприємства	200
4.3. Базові інноваційні стратегії сталого розвитку екологічно чистого підприємства	211
4.4. Системні вимоги до персоналу екологічно чистого підприємства.....	213
4.5. Інформаційна система екологічно чистого підприємства: екологічні баланси, екологічна паспортизація	215
4.6. Екологічне підприємництво інженерно-інноваційного спрямування	221
Компетентність. Рекомендований перелік підприємницьких складових спеціалізованих професійних компетенцій за напрямом «Інженерна екологія»	226

Розділ 5

АЕРОКОСМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

5.1. Інноваційні орієнтири розвитку аерокосмічних технологій у контексті Паризької кліматичної угоди	228
5.2. Аерокосмічні дослідження антропогенного забруднення навколишнього середовища	230

5.3. Космічні технології екологічної інженерії четвертої промислової революції.....	232
Компетентність. Рекомендований перелік спеціалізованих (аерокосмічних) складових професійних компетенцій за напрямом «Інженерна екологія».....	234

Розділ 6

РЕГУЛЯТИВНІ ЗАСАДИ ІНЖЕНЕРНО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

6.1. Система інженерно-екологічного забезпечення функціонування та регламентації моделей виробництва і споживання	236
6.2. Екологічні обмеження інженерно-проектної діяльності	239
6.3. Екологічні обмеження в стандартах на продукцію	245
6.4. Система європейської екологічної регламентації.....	247
6.5. Регламентація екологічної відповідальності	255
Компетентність. Рекомендований перелік правових складових спеціалізованих професійних компетенцій за напрямом «Інженерна екологія».....	257

Розділ 7

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ІНЖЕНЕРНО-ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ПРИНЦИПАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

7.1. Поняттєві основи компетентного підходу в контексті принципів сприяння сталому розвитку суспільства	260
7.2. Методологічний підхід до формування моделей синергетичної інженерно-екологічної компетентності.....	268
7.3. Проектування моделі синергетичної інженерно-екологічної компетентності випускника технічного ЗВО	272

Розділ 8

ЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

8.1. Екологічна парадигма інженерно-технічної діяльності	278
8.2. Екологічна відповідальність і бізнес-етика.....	281

8.3. Корпоративна екологічна етика і культура.....	286
8.4. Екологічний кодекс інженера XXI століття.....	293
ТЕМАТИЧНА ТЕРМІНОЛОГІЯ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ.....	296
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	312

Додаток 1

СПЕЦІАЛЬНА ТЕРМІНОЛОГІЯ ТА ПОНЯТІЙНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЇ ЗГІДНО З МІЖНАРОДНИМ СТАНДАРТОМ ISO 14041:1998, IDT (ДСТУ ISO 14041:2004) «ОЦІНЮВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ. ВИЗНАЧЕННЯ МЕТИ ТА ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ТА АНАЛІЗУВАННЯ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ»	318
---	-----

Додаток 2

ПРИКЛАДИ ПРАКТИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ ПРОДУКЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗГІДНО З МІЖНАРОДНИМ СТАНДАРТОМ ISO 14049:2000, IDT (ДСТУ ISO/TR 14049:2004) «ОЦІНЮВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ. ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ ISO 14041 ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕТИ ТА ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ».....	330
--	-----

Додаток 3

ПРИКЛАДИ ПРАКТИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІЗНИХ ОБ'ЄКТІВ (ПІДПРИЄМСТВ, КОМПЛЕКСІВ, ІНФРАСТРУКТУР) ЗГІДНО З МІЖНАРОДНИМ СТАНДАРТОМ ISO/TR 14032:1999, IDT (ДСТУ ISO 14032:2004) «ПРИКЛАДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ»	357
--	-----

Додаток 4

ПРИКЛАД ПРОЕКТНОЇ ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ФОРМУВАННЯ КЛАСТЕРНОЇ МОДЕЛІ ІЗ СИНЕРГЕТИЧНИМ ЕФЕКТОМ.....	397
---	-----

Додаток 5

ПРИКЛАД КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПІДХОДУ ЩОДО СТВОРЕННЯ ГАЛУЗЕВИХ ІННОВАЦІЙНИХ СИСТЕМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ.....	416
--	-----

Додаток 6

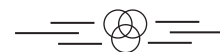
СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ОРІЄНТИРІВ СПІЛЬНОГО ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ ТА ГАЛУЗЕЙ ІНДУСТРІЇ (ГАЛУЗЕВОЇ ІНЖЕНЕРІЇ)	418
--	-----

Додаток 7

ПРИКЛАД ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВИПУСКНИКА ЗВО ДИЗАЙН-ОСВІТИ.....	429
---	-----

Додаток 8

ОГЛЯД СИНЕРГЕТИЧНИХ МЕХАНІЗМІВ СПРИЯННЯ СТАЛОМУ ІННОВАЦІЙНОМУ РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА ЗАСОБАМИ НОВОЇ ОСВІТНЬОЇ МЕТОДОЛОГІЇ (УЗАГАЛЬНЮВАЛЬНИЙ ПІДХІД).....	447
---	-----



УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ

АК — аерокосмічний комплекс
БПР — бізнес-процес реінжинірингу
ГДВ — граничнодопустимі викиди
ГДК — граничнодопустимі концентрації
ГДС — граничнодопустимі скиди
ЕВС — еколого-виробничі системи
ЕДК — екологічно допустима концентрація
ЕДН — екологічно допустиме навантаження
ЕЧВ — екологічно чисте виробництво
ЕЧП — екологічно чисте підприємство
ЕЧТ — екологічно чисті технології
ЄЕК (ООН) — Європейська економічна комісія ООН
ЖЦП — життєвий цикл продукції
ІЦТ — інформаційно-цифрові технології
КТППВ — комплексні технологічні процеси поводження з відходами
МЖЗС — модель життєзабезпечення суспільства
НПД — національний план дій
НПС — навколишнє природне середовище
ОВНС — оцінка впливу на навколишнє середовище
ОЖЦП — оцінка життєвого циклу продукції
ОСВ — осад стічної води
ОТСВ — організаційно-технологічні системи видалення
СЕЗ — спеціальні економічні зони
СЕМП — системи екологічного менеджменту підприємства
СМВС — синергетична модель виробництва і споживання
СПС — соціоприродне суспільство
СР — сталий розвиток
СРІС — сталий розвиток інноваційного спрямування
ТЕО — техніко-економічне обґрунтування
ТПВ — тверді побутові відходи
ТСУ — технологічні системи утилізації



Державна політика у сфері вищої освіти ґрунтується на принципах... сприяння сталому розвитку суспільства шляхом підготовки конкурентоспроможного людського капіталу та створення умов для освіти протягом життя...

Закон України «Про вищу освіту»

ПЕРЕДМОВА (КОНЦЕПЦІЯ ПІДРУЧНИКА)

Глобальний розвиток індустріальних цивілізацій (Західної, Східної) у ХХІ столітті характеризується посиленням розуміння соціо-природної цілісності планетарної людської спільноти, збалансованої інтеграції (синергізму) енергетичного, інформаційного, екологічного та економічного потенціалів сталого розвитку, пришвидшенням поширення інноваційних моделей четвертої глобальної промислової революції (Індустрії 4.0) на основі цифрових технологій з їх системно-синергетичним, біфуркаційним впливом на всі сфери життєдіяльності.

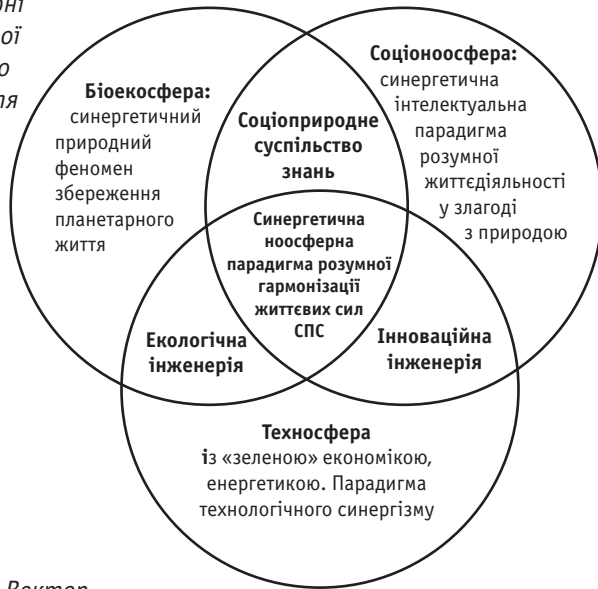
На думку Клауса Шваба¹, унікальність четвертої промислової революції, крім темпів розвитку та цілковитого охоплення, полягає у гармонізації, що зростає, та інтеграції великої кількості різноманітних наукових дисциплін та інновацій. Слід визнати наукову далекоглядність учених Королівського технічного інституту в Стокгольмі (Швеція), які запропонували на початку ХХІ століття чотиривимірну концептуальну модель сталого розвитку з технологічною складовою², яка в сучасній інтерпретації набула поширення у вигляді інноваційних моделей технологічного синергізму четвертої промислової революції.

Четверта промислова революція як всесвітній сучасний інноваційний імператив продемонструвала вихід класичної трикомпонентної синергетичної моделі збалансованої інтеграції економічних, соціальних та екологічних компонент ХХ століття на новий ноосферний горизонт ХХІ століття. Такий вектор фундаментальних змін концептуально продемонстровано на рис. П.1.

¹ Клаус Шваб, засновник та президент Всесвітнього економічного форуму в Женеві (Давосі), автор фундаментального видання «The fourth industrial revolution» (Четверта промислова революція).

² Баженов В. А. Інженерна екологія : підручник з теорії та практики сталого розвитку / В. А. Баженов, В. М. Ісаєнко, Ю. М. Саталкін та ін. — Київ : НАУ, 2006. — 492 с.

Синергетично-ноосферні моделі інтелектуальної досконалості сталого розвитку XXI століття



Синергетично-ноосферна трикомпонентна модель сталого розвитку XXI століття — це не альтернатива моделі XX століття. Ці дві фазові моделі функціонують у різних континентах планетарної цивілізації та різних країнах з різною мірою досягнення досконалості реалізації цілей, принципів сталого розвитку. Для країн, що досягли вищої ноосферної досконалості, тобто соціоприродного стану суспільства, розумної життєдіяльності у злагоді з природою, «зеленого» або екологізованого стану індустріальної техносфери із «зеленою» економікою та енергетикою, характерною є синергетично-ноосферна модель інтелектуальної досконалості сталого розвитку з розумною гармонізацією життєвих сил природи і суспільства.

Саме в країнах вищої інтелектуальної та інноваційної досконалості сталого розвитку сформувались інноваційні передумови для «революційних» технологічних перетворень, створення «розумних» виробництв, міст, будинків на цифрових платформах та інноваційних моделях технологічного синергізму [31, 32, 41].

Клаус Шваб у своїй книзі «Четверта промислова революція» наголошує, що сучасна промислова революція пов'язана не тільки з «розумною» технікою та «розумними» технологічними інноваційними та інженерними системами. Вона (революція) відкриває подальші інноваційні прориви в різноманітних сферах: від розшифрування інформації людських генів до нанотехнологій, від відтворювальних енергоресурсів до квантових обчислень [31]. Саме синергізм технологій у їх взаємодії у фізичних, цифрових та еколого-біологічних доменах є фундаментальною відмінністю четвертої промислової революції від усіх попередніх (перша — механічна, друга — електрична, третя — комп'ютерна або цифрова) [31].

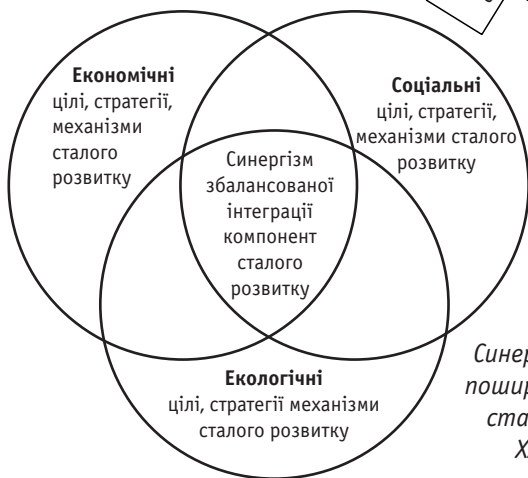
Подальшим інноваційним проривом планетарного Інтелекту, зокрема інженерного, має сприяти нова Глобальна стратегія (цілі) сталого розвитку на період до 2030 року [8] та Паризька кліматична угода на період до 2050 року [7], які орієнтовані на створення і поширення інноваційних синергетичних моделей «розумних» виробництв, підприємств, будівель, інфраструктур на засадах технологічного синергізму: поєднанні, злитті індустріальних, цифрових, екологічних та біотехнологій. По суті, це нова, сучасна інтерпретація шведської чотирикомпонентної моделі сталого розвитку інноваційного спрямування в контексті четвертої промислової революції (рис. П2).

У сучасній чотирикомпонентній моделі сталого інноваційного розвитку суспільства інженерна екологія, екологічна інженерія посідають своє ключове системне місце разом з економічною та соціальною екологією, які ще дотепер у вітчизняних наукових та освітніх колах,

Вектор змін



Інноваційна трансформація
з рушійною силою інформаційно-цифрових технологій (ІЦТ) та міждисциплінарної неперервної освіти; синергетичні процеси змін світоглядних цінностей, моделей виробництва і споживання, методологічних підходів тощо



Синергетичні моделі поширення парадигми сталого розвитку XX століття

Рис. П.1. Концептуальне бачення трансформації синергетичних моделей сталого розвитку XX століття у синергетично-ноосферні моделі інтелектуальної досконалості сталого розвитку XXI століття

системах займають пріоритетні позиції. Треба віддати належне вітчизняним економістам (науковцям, освітянам) та їх ініціативним працям, досягненням у формуванні синергетичної теорії та методології сталого розвитку. Це відомі наукові праці, підручники доктора економічних наук, професора Л. Г. Мельника [38, 20]. В його працях набули розвитку синергетичні, ноосферні ідеї, концепції видатних всесвітньо визаних українських учених С. О. Подолинського та В. І. Вернадського.

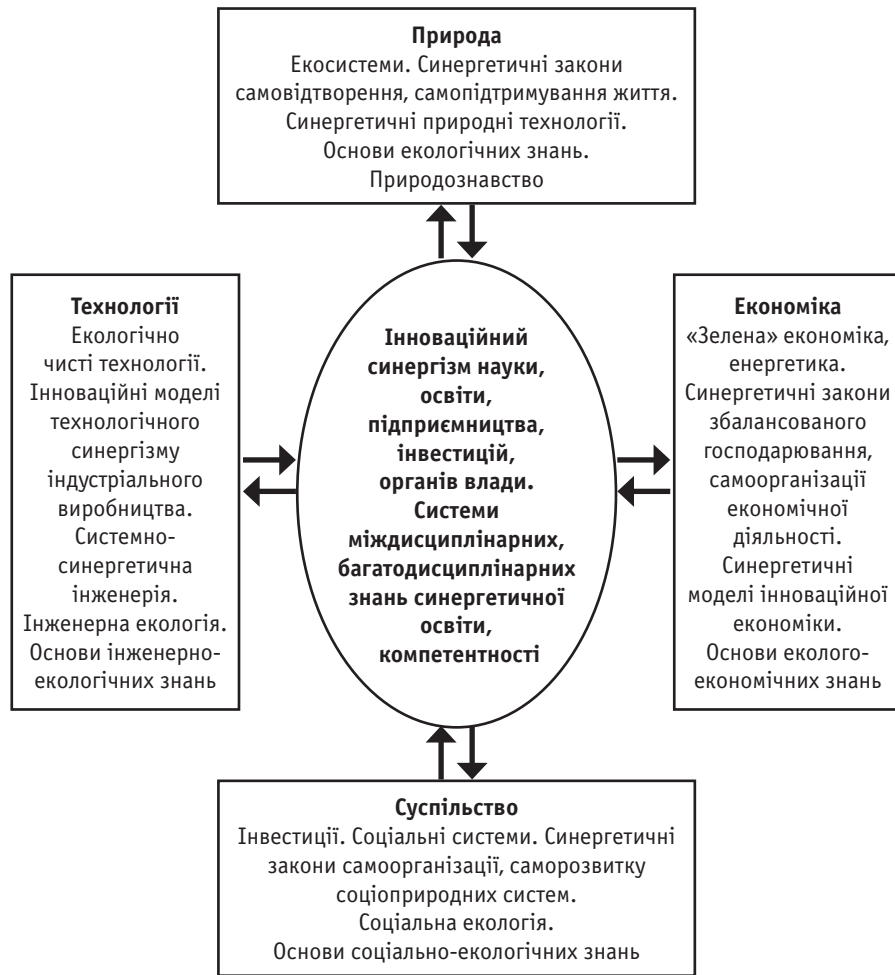


Рис. П.2. Концептуальна чотирикомпонентна синергетична модель сталого розвитку інноваційного спрямування (шведська модифікована модель)

Якщо теорія С. О. Подолинського має спрямованість на енергетичну природу здатності людства своєю працею забезпечувати креативність існування, то ноосферна теорія В. І. Вернадського ґрунтується на планетарній силі людського Розуму, науковій думці як новій геологічній силі, що здатна вирішувати проблеми гармонійного співіснування (коеволуції) людини і природи.

У подальшому синергетична тематика, системно-синергетичний підхід були розвинені у праці С. І. Дорогунцова та О. М. Ральчука «Господарювання — синергетичний інваріант» [27].

Офіційно поняття «синергетична взаємодія та узгодженість» було введено у Підсумковому документі Конференції ООН зі сталого розвитку у 2012 році «Майбутнє, якого ми бажаємо: R10+20» [6].

У Європейській стратегії освіти для сталого розвитку одним із базових індикаторів її результативної реалізації визначено «синергізм процесів сталого розвитку та навчання на його принципах, цілях», тобто реалізації одного з ключових синергетичних принципів — «розвиток суспільства слід розуміти як неперервний процес навчання, дослідження проблем; а навчання — як неперервний процес розвитку інтелекту, оновлення знань, інноваційних навичок» [10].

Ключовими синергетичними принципами освіти, орієнтованої на сталий розвиток, є також інтеграція цілей, проблем тематики сталого розвитку в навчальні дисципліни, програми; розвиток міждисциплінарних та багатодисциплінарних форм освіти, поширення синергетичних методів навчання; спільна навчально-практична робота над проектами, орієнтованими на проблематику; розроблення концептуальних моделей тощо.

На національному рівні в Законі України «Про вищу освіту» визначені адекватні синергетичні принципи: сприяння сталому розвитку суспільства; гармонізація взаємодії освіти, науки, бізнесу та органів влади; сприяння самоорганізації та саморегулювання освітнього процесу; інтеграція галузевої та навчальної інноваційної діяльності тощо [2].

Отже, видання міждисциплінарного підручника «Інженерна екологія» на сучасних синергетичних засадах сталого розвитку з урахуванням концепції «технологічного синергізму» четвертої глобальної промислової революції є об'єктивно та законодавчо зумовленою необхідністю щодо сприяння досягненню досконалості сталого розвитку суспільства згідно з концептуальною моделлю, поданою на рис. П.2.

Теоретико-методологічні засади інженерної екології ґрунтуються на синергетичній теорії та методології сталого розвитку інноваційного спрямування, як це показано на рис. П.3.

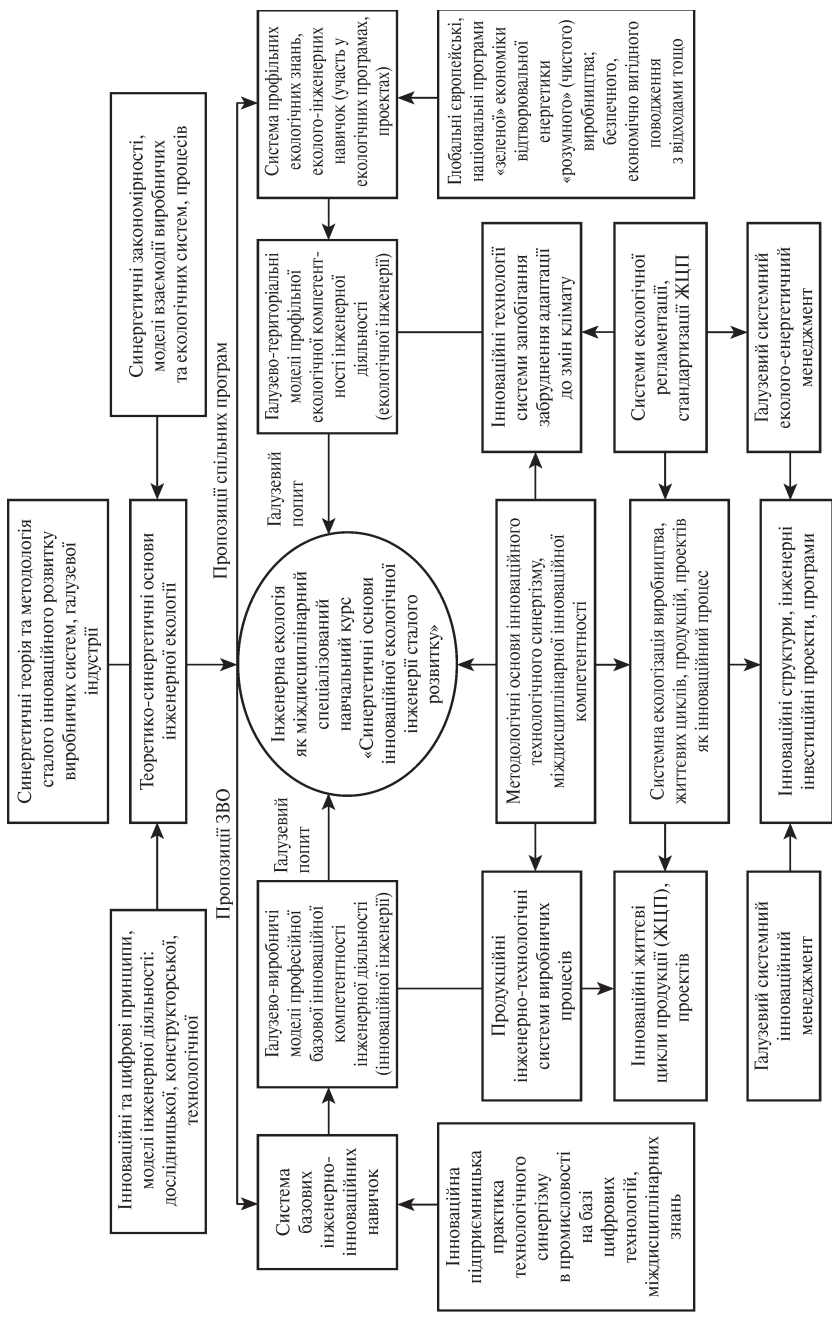


Рис. П.3. Концептуальні засади «Інженерної екології» як навчально-інноваційного курсу міждисциплінарної інженерної освіти, орієнтованої на сталий розвиток галузевої індустрії, формування синергетичних моделей інженерно-екологічної компетентності

Підручник «Інженерна екологія» — це нова концепція, узагальнювальна модель поєднання теоретичних, методологічних та практичних знань, спрямованих на формування нових інноваційних моделей інженерної компетентності та відповідної підготовки інженерів нової еколого-інноваційної формації XXI століття. Синергетична концепція підручника має отримати розвиток у підготовці до видання таких навчальних посібників: «Екологічна інженерія сталого інноваційного розвитку індустріальних галузей» (для самоосвіти галузевих фахівців); «Інноваційні технології екологічного підприємництва» (для освітнього ступеня магістра інженерної освіти); «Інноваційні моделі інтегрованої компетентності випускників технічних ЗВО» тощо.

Автори сподіваються, що підручник сприятиме розумінню синергетичної сутності сталого інноваційного розвитку суспільства, біфуркаційних технологічних нооперетворень; а також сприятиме методологічному озброєнню інженера-дослідника, конструктора, яке допоможе йому в пошуку шляхів неперервного оновлення та поглиблення синергетичної інженерно-екологічної компетентності у сфері сталого розвитку індустріальних галузей економіки.



ВСТУП

Синергетичний феномен Природи (живої та неживої) проявляється, умовно кажучи, в її «інженерії», «інноваційній» (креативній) здатності конструювати різноманіття природних структур, систем життєдіяльності із застосуванням природних технологій завдяки «кооперації зусиль поведінки» окремих компонент Природи (біотичних та абіотичних). Синергетичний процес їх взаємодії відбувається з використанням синергетичних механізмів самоорганізації та саморегулювання в поєднанні з енергетичною та інформаційною здатністю підтримувати гомеостаз — динамічну рівновагу, стійкість. Тобто енергетичний самовідтворювальний та інформаційний потенціали Природи, безвідходні технології «виробництва і споживання» спрямовані на підтримання планетарного життя, а не отримання «руйнівного прибутку». Людина має усвідомити таку синергетичну парадигму життя. Саме до такого «інженерно-екологічного» висновку приводить вдумливе вивчення фундаментальних основ розвитку, які науково та методологічно узагальнені в монографії Л. Г. Мельника [38].

Планетарний проект «Життя» відбувся, відбувається та, сподіваємося, буде відбуватися завдяки синергетичному феномену самовідтворення Природи, якщо егоїстична, споживацька філософія, діяльність Людини не призведе до катастрофічних незворотних змін у природних синергетичних механізмах, технологіях самопідтримання планетарного життя.

Друга половина ХХ століття та початок ХХІ століття характеризуються різким, біфуркаційним пришвидшенням науково-технологічного прогресу, в якому сьогодні лідерські позиції зайняли цифрові технології, про що свідчить четверта глобальна технологічна (промислова) революція [48, 49]. Цивілізаційні синергетичні та етичні важелі стримування руйнування природних синергетичних механізмів біотичної життєдіяльності, зокрема людини як одного з «розумних» представників планетарного біотичного середовища, потрібні для збереження планетарного екосистемного гомеостазу.

Саме одним з таких синергетичних важелів має стати інженерна екологія з її інноваційним інструментарієм екологізації всіх сфер життєдіяльності й передусім свідомості технічної спільноти засобами

освіти, самоосвіти, політики та правового примушування. **Інженерна екологія в системній цілісності з екологічною економікою та соціальною екологією** створюють триєдиний синергетичний екоцентричний механізм людської спільноти, спрямований на подолання проблем співіснування Людини та іншої біотичної планетарної спільноти.

У 1992 році майже всі уряди країн світу прийняли Програму дій ООН зі сталого розвитку на ХХІ століття. За минулі 25 років країни, використовуючи різні моделі сталого розвитку, виконували дуже складну програму за світоглядним, стратегічним баченням, методологічним, інженерно-технологічним та інвестиційним вимірами. Країни, що рішуче й усвідомлено стали на шлях сталого розвитку, досягли значного синергетичного ефекту в економічному, екологічному та соціальному вимірах. Це, насамперед, Канада, Швейцарія, Німеччина, Фінляндія, Норвегія, Польща, Японія, Велика Британія, які розробили власні інноваційні підходи й синергетичні механізми (соціо-еколого-економічні) та застосували їх для впровадження стратегічних планів дій щодо реалізації принципів, цілей сталого розвитку [41]. У 2015 році розроблено і прийнято оновлену Глобальну стратегію сталого розвитку на період до 2030 року та укладено Паризьку кліматичну угоду на період до 2050 року інноваційного спрямування [7].

Інноваційне спрямування стратегій сталого розвитку характеризується принципами, пріоритетами, цілями високотехнологічного виробництва: інноваційні моделі виробництва і споживання, ефективна інтеграція науки, освіти та бізнесу із застосуванням кластерних інноваційних моделей екологізації життєвих циклів продукції (ЖЦП), злиттям індустріальних, цифрових, біологічних та екологічних технологій. Відповідно мають бути створені багатофункціональні, міждисциплінарні інженерні системи: дослідницькі, конструкторські, технологічні. Багатофункціональна інженерія інноваційного спрямування потребує підготовки інженерів нової інноваційної формації, компетентності, що вимагає, своєю чергою, формування і запровадження практики нової міждисциплінарної системи знань та міждисциплінарних курсів навчання, зокрема інженерної екології, на принципах, моделях сталого інноваційного розвитку суспільства. Саме на такий інноваційний освітній процес орієнтує Закон України «Про вищу освіту» [2].

Інженерна екологія в сучасній синергетичній парадигмі сталого розвитку інноваційного спрямування визначається як міждисциплінарний спеціалізований курс навчання, що досліджує синергетичну взаємодію виробничих та екологічних систем, їх технологічний синер-

гізм, процеси інженерної екологізації ЖЦП, екологічні наслідки інженерних рішень тощо. Це, своєю чергою, відповідає синергетичним принципам Європейської стратегії розвитку освіти щодо орієнтації на дослідження проблем та спільну роботу над проектами [11].

Отже, **інженерна екологія** — це міждисциплінарна система знань та вмінь, їх практичного застосування, що ґрунтується на синергетичних принципах, закономірностях взаємодії виробничих та екологічних систем, формуванні та реалізації динамічних моделей інженерно-екологічної інноваційної компетентності випускників технічних ЗВО.

Одним із ключових законодавчо визначених принципів державної політики у сфері вищої освіти є «сприяння сталому розвитку суспільства шляхом підготовки конкурентоспроможного людського капіталу та створення умов для освіти протягом життя» (ст. 3 п. 2.1. Закону України «Про вищу освіту»). Це відповідає принципам та оновленим цілям Глобальної стратегії сталого розвитку на період до 2030 року, тенденціям поширення інноваційних моделей четвертої промислової революції (Індустрії 4.0) у XXI столітті.

Конкурентоспроможність людського капіталу забезпечується за таких вимог підготовкою фахівців інноваційної компетентності. Вимоги часу, передбачуваності, освітньої випереджуваності потребують формування та засвоєння нових міждисциплінарних систем знань, моделей компетентності, зокрема у сфері вищої інженерної освіти у контексті Всесвітньої синергетичної парадигми сталого розвитку у XXI столітті.

Мета підручника — сприяння розумінню, усвідомленню синергетичної сутності сталого розвитку суспільства; формуванню його інноваційної спрямованості шляхом створення систематизованих навчально-методологічних основ підготовки фахівців синергетичної інженерно-екологічної компетентності на синергетичних принципах, моделях сталого розвитку.

Навчально-розвиткове призначення підручника полягає у такому:

— створення систематизованих науково-теоретичних, методологічних та технологічних основ нового міждисциплінарного навчального курсу «Екологічна інженерія сталого інноваційного розвитку»;

— розроблення навчально-методологічних засад формування та подальшого вдосконалення моделей міждисциплінарної інноваційно-екологічної компетентності інженерів-дослідників, конструкторів, технологів;

— формування сучасних понятійних синергетичних основ інженерної екології як системної складової інженерної освіти, орієнтованої на сприяння сталому розвитку суспільства;

— створення нового синергетичного способу мислення та бачення цілісного соціоприродного спільносвіту за своїми синергетичними законами самоорганізації та взаємодії природних та виробничих систем;

— формування розуміння сучасних процесів поєднання, злиття індустріальних, цифрових та біоекологічних рішень та передбачуваності синергетичних ефектів;

— знання українських витоків синергетичної парадигми сталого розвитку, сучасної вітчизняної наукової школи сталого розвитку та її ноосферних засад;

— сприяння розвитку системно-синергетичного мислення, здібностей щодо розв'язання складних проблем екологічної та інноваційної інженерії сталого розвитку.

Навчальні завдання міждисциплінарного курсу «Інженерна екологія» визначені з урахуванням стратегічних інноваційних цілей, завдань Глобального інноваційного імперативу на період до 2030–2050 років: оновлених цілей Глобальної стратегії сталого розвитку інноваційних напрямів Паризької кліматичної угоди («нова технологічна платформа»), принципів та положень Європейської екологічної та інноваційної політики нооперетворень; принципів «зеленої економіки» та сталого розвитку Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом; досліджень українських науковців щодо сценаріїв інноваційних передбачень (*foresight*) майбутньої економіки України; інноваційної парадигми четвертої промислової революції (Індустрія 4.0); публікацій вітчизняних та закордонних авторів, що стосуються фундаментальних та інноваційних, синергетичних основ сталого розвитку.

Отже, **систематизовані навчальні завдання** полягають у формуванні та опануванні систем міждисциплінарних знань із таких тематичних напрямів:

— система сучасних синергетичних понятійних основ інженерної екології в контексті сталого розвитку інноваційного спрямування;

— сучасні концептуальні основи інженерної екології в контексті трансформаційних інноваційних нооперетворень синергетичних моделей сталого розвитку XXI століття та четвертої промислової революції;

— теоретичні основи інженерної екології як міждисциплінарної складової загальної синергетичної теорії сталого розвитку;

— українські витoki синергетично-ноосферної парадигми сталого розвитку та вітчизняна науково-синергетична школа;

— методологічні основи інженерної екології як системно-синергетичної сукупності методів інженерно-екологічних досліджень взаємодій виробничих і екологічних систем, оцінювання екологічних характеристик, станів екологічної чистоти, безпеки, процесів екологізації тощо;

— універсальна синергетична методологія технологічного передбачення розвитку виробничих систем із застосуванням SWOT-аналізу;

— дистанційні методи аерокосмічних інженерно-екологічних досліджень техногенного впливу, стану ресурсів;

— нормативні методи технологічних екоаудиторських досліджень стану екологічної досконалості життєвих циклів продукції, виробничих систем, підприємств;

— інженерно-технологічні основи запобігання забрудненню, поводження з відходами виробництва;

— інноваційні моделі екологічної чистоти, досконалості підприємств;

— кластерні інноваційні системи з екологічно досконалими моделями виробництва і споживання життєвих циклів продукції;

— інноваційні моделі технологічного синергізму четвертої промислової революції;

— аерокосмічні технології як провідний драйвер-прискорювач сталого інноваційного розвитку;

— кліматичні інноваційні технології Глобального екологічного імперативу ООН;

— міжнародна, європейська та національна екологічна регламентація інженерно-технічної діяльності;

— системний інноваційний та екологічний менеджмент інженерно-технічної діяльності;

— етичні основи інженерно-екологічної діяльності.

Методологічна особливість підручника полягає не тільки в його міждисциплінарній сутності як спільному розгляді інженерних та екологічних дисциплін на цілісній синергетичній та компетентнісній основі, але й його випереджувальна орієнтація на синергетичну парадигму сталого розвитку XXI століття та відповідні інноваційні моделі міждисциплінарної компетентності.

Саме міждисциплінарний підхід до розв'язання складних проблем сталого розвитку є характерною ознакою Європейської стратегії

розвитку освіти з орієнтацією на цілі, принципи всесвітньої парадигми, концепції сталого розвитку, яка довела свою практичну результативність у багатьох країнах світу, зокрема Польщі, Фінляндії, Швеції, Канаді, Китаї та ін.

Кожній галузі притаманні певні технологічні та інноваційні системи, моделі виробництва і споживання, особливості взаємодії з природою, техногенний вплив на її синергетичні механізми самоорганізації, самовідтворення та саморегулювання. Синергетична інженерно-екологічна методологія є універсальним засобом для будь-якої галузі зменшити техногенний негативний вплив на природу, сприяти відтворенню, екологічному оздоровленню синергетичних механізмів функціонування природних систем.

Загальне завдання інженерної екології в умовах пришвидшеної зміни прикладних знань, постійного їх оновлення — озброїти фахівців базовими, фундаментальними теоретико-методологічними знаннями, які допоможуть їм у процесі професійної самоосвіти вдосконалити, розвинути свою компетентність або своєчасно змінити її модель.

Розвиток планетарних цивілізацій уже вийшов за межі несної здатності планетарних екосистем. Про це свідчать катастрофічні зміни клімату, виснаження вуглецевих енергетичних ресурсів, знеліснення та опустелювання, втрата біорізноманіття. Жодні пояснення втрати гомеостазу планетарних екосистем унаслідок природних циклів не мають розумного переконливого сенсу в умовах потужного техногенного тиску на екосистеми планети Земля. Стратегічні кліматичні рішення Паризької угоди на період до 2050 року, а саме: перетворення всіх будівель на кожному континенті на мініелектростанції; застосування ефективних технологій для акумулювання енергії, що періодично генерується в будівлях; використання цифрових технологій для перетворення енергосистем кожної країни на інтелектуальну «розумну» планетарну електромережу разом з переходом на відновлювальні джерела енергії — це планетарна інженерно-екологічна стратегія, реалізація якої потребує підготовки інженерів інноваційно-екологічної компетентності.

Автори сподіваються, що запропонований міждисциплінарний підручник «Інженерна екологія» допомагатиме в такому:

— реалізації законодавчо визначених принципів сприяння сталому розвитку суспільства та посилення інноваційності й конкурентоспроможності вищої інженерної освіти;

— підготовці інженерів інноваційно-екологічної компетентності за інтегрованими міждисциплінарними програмами;

— формуванні та впровадженні у процеси навчання і самоосвіти міждисциплінарних (синергетичних) методів навчання, методології неперервної інженерної освіти;

— проектуванні та впровадженні інноваційних моделей міждисциплінарної компетентності інженерів-дослідників, конструкторів, технологів.



Розділ 1 **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНЖЕНЕРНОЇ ЕКОЛОГІЇ**

1.1. Базові синергетичні поняттєві основи інженерної екології

Згідно із законодавчо визначеними принципами державної політики у сфері вищої освіти, адекватно з європейською освітньою політикою, вища інженерна освіта має сприяти сталому розвитку суспільства шляхом посилення її провідної інноваційної місії — підготовки фахівців нової формації, компетентності [2].

Сучасна концепція сталого розвитку ґрунтується на синергетичній парадигмі збалансованої інтеграції соціальних і природних систем з утворенням цілісних соціоприродних систем суспільства з синергетичними механізмами самоорганізованих атракторних структур сталого інноваційного розвитку. Саме такі інноваційні моделі біфуркаційного розвитку продемонструвала на практиці четверта промислова (індустріальна, технологічна) революція XXI століття [31].

Синергетичний підхід бере свої витоки з мало пізаного і ще менш науково дослідженого синергетичного феномена креативності Природи. Він набагато складніший за класично спрощене розуміння сталого розвитку як збалансованої інтеграції соціальних, економічних та екологічних компонент. Трикомпонентна інтеграційна модель сталого розвитку набула поширення у вітчизняних наукових та навчальних виданнях.

Автори пропонують сучасну модифіковану трикомпонентну модель (рис. 1.1) сталого розвитку інноваційного спрямування, створену відповідно до оновленої глобальної стратегії сталого розвитку на період до 2030 року, Паризької кліматичної угоди на період до 2050 року, синергетичних інноваційних моделей четвертої промислової революції та каскадних інноваційних бізнес-моделей Гюнтера Паулі [8, 7, 31, 24].

Як основну компоненту концептуальної синергетичної моделі фундаментальних основ сталого розвитку інноваційного спрямування, презентовану на рис. 1.1, розглядають сучасні системно-синергетичні складові, що визначають технологічний та інноваційний елементи інженерної екології, а саме: біосферу з «розумними» природними технологіями синергетичної креативності екосистем та їх біотичним (соціальним) «населенням»; соціоноосферу з «розумними» інновацій-



Рис. 1.1. Концептуальна синергетична модель фундаментальних основ інноваційної інтеграції науки, освіти та виробництва в системі вищої інженерної освіти, орієнтованої на європейську стратегію сприяння сталому розвитку

ними моделями споживання в соціальних системах та інфотехносферу з «розумними» моделями виробництва; інфраструктуру на цифрових платформах.

Поняття «розумний(ні)» у багатьох працях, зокрема в «Четвертій промисловій революції» Клауса Шваба, вживається як узагальнювальне, симбіотичне поняття спільного застосування інтелектуальних, екологічних, цифрових, інженерних рішень, технологій для отримання синер-

гетичного ефекту ресурсозбереження, упорядкування життєдіяльності, запобігання негативним антропогенним впливам на довкілля, якість життя; підвищення рівня адаптивності до змін клімату тощо [31].

«Розумні» природні технології — це безвідходні технології співіснування, синергетичної взаємодії біотичного «населення» екосистем із застосуванням механізмів позитивного та негативного зворотного зв'язку (інформаційного) у сукупності з біоенергетичним відтворювальним ресурсом. Саме до використання природних аналогових моделей, технологій у виробничих системах, продукційних процесів закликає Понтер Паулі в доповіді Римському клубу «Синя економіка» [24]. У цій книзі наводиться таке висловлювання Андерс Війкман, члена Шведської Королівської Академії Наук: «Майбутні економічні моделі повинні враховувати стратегічну перевагу портфеля інновацій, що спираються на основні закони природи і фізики».

Розглянемо систему базових сучасних понять, які розкривають синергетичну, міждисциплінарну, ноосферну сутність інженерної екології як базову сферу інженерної діяльності зі створення інноваційних моделей, проектів, структур сталого розвитку та міждисциплінарного курсу підготовки інженерів інноваційно-екологічної компетентності.

Практично, такий розгляд матиме характер цілеспрямованої тематичної систематизації як уже введених у науково-методологічний, освітній, правовий ужиток понять, так і нових, зокрема і в авторській інтерпретації. Передусім, це система понять концептуальної синергетичної моделі, показаної на рис. 1.1, яка за своєю трикомпонентною структурою подібна до синергетичної моделі сталого розвитку, що наочно демонструє збалансовану інтеграцію економічних, соціальних та екологічних компонент. Так, наприклад, трикомпонентна синергетична модель використовується у звіті «Національні стратегії сталого розвитку: досвід 19 країн щодо впровадження стратегічних і скоординованих дій — виклики, підходи та інновації», опублікованому у 2004 році Міжнародним інститутом сталого розвитку та Німецьким товариством технічного співробітництва [41]. Отже, передусім це поняття «біосфера», «ноосфера» та «техносфера» у їх синергетичному взаємозв'язку з посиланням на «Екологічну енциклопедію», яка більшою мірою орієнтована на парадигму сталого розвитку [26].

Біосфера (від грец. βίος — життя та σφαῖρα — куля) — планетарна оболонка Землі, у якій існувало та існує життя. Синергетичне вчення (систематизоване і цілісне) про Біосферу розробив академік В. І. Вернадський, перший президент Національної академії наук України. Він

трактував біосферу як складну багатокомпонентну систему пов'язаних між собою великих біотичних середовищ та хімічних і геологічних процесів (природних технологій), що відбуваються на Землі (додамо ще енергетичні та інформаційні процеси). Розвиток Біосфери під антропо впливом («наукової думки» та «культурної біохімічної енергії») відбувається за В. І. Вернадським з поступовим закономірним формуванням ноосферного середовища і переходом в Ноосферу.

Ноосфера (від грец. νόος — «розум» і σφαῖρα — «куля») — сфера Розуму, стадія, сучасний еволюційний етап розвитку Біосфери під впливом Людського розуму, Інтелекту та технічно озброєна праця, що в сукупності проявляються як могутня геологічна сила. Термін «ноосфера» В. І. Вернадський запозичив у французьких учених Е. Леруа й П. Тейяр де Шардена і використав у 1927 році під час читання лекцій у Колеж де Франс (Париж) для означення нової ери в геологічній історії біосфери. Процес формування ноосфери отримав назву «ноосферогенез». У сучасних глобальних умовах поширення концепцій сталого розвитку людської спільноти та синергетичної парадигми гармонійного співіснування Людини і Природи ноосферна ідея, теорія В. І. Вернадського набула реального втілення в практичну філософію, глобальну програму виживання людства як Еволюція біосфери, керована людською Свідомістю, Розумом, Інтелектом. Процес еволюції Біосфери під впливом Людської інтелектуальної та інтелектуально-технічної, науково-технічної діяльності проходить через проміжну фазу синергетичного утворення біотехносфери як сфери геобіоінженерної діяльності людини.

Техносфера — це сфера науково-технічної та інженерно-технічної, технологічної діяльності людини, продуктом якої є комплекси споруд, технічних засобів, технологічних процесів, функціонування яких у біосферному середовищі створюють загрозу втрати природних якостей життя людини та іншої планетарної біоти. Екологічно необмежене функціонування техносфери призводить до «амортизації», фізичного, біологічного зношення синергетичних механізмів самовідтворення, самоорганізації біотичних спільнот, практично — до планетарного життя. Саме концепція, принципи, синергетична методологія сталого розвитку передбачає перехід на екологічно обмежений розвиток техносфери у збалансованій цілісності з біосферою, її синергетичними механізмами самопідтримуваного розвитку (*sustainable development*).

Сталий, (стійкий, екологічно збалансований тощо) розвиток (англ. *sustainable development* — неперервно підтримуваний, самопідтриму-

ваний розвиток). Багатоваріантне поняття, яке трансформувалося від першоджерельного визначення як «розвиток, що задовольняє потреби нинішнього покоління, не ставлячи під загрозу можливість майбутніх поколінь задовольняти свої потреби» до «моделі людського розвитку, в рамках якої використання ресурсів спрямоване на задоволення людських потреб з одночасним забезпеченням сталості (незмінності) природних систем та навколишнього середовища», щоб ці потреби могли бути задовільні не тільки для нинішнього, а й для майбутніх поколінь [25]. Така модель набула визнання як «еколого збалансований розвиток» у синергетичному розумінні «збалансованої інтеграції економічних, соціальних та екологічних аспектів, потенціалів розвитку» [5].

Автори пропонують підійти до визначення, розуміння поняття «сталий розвиток» з різних гносеологічних поглядів: світоглядного, теоретичного, методологічного, етично-культурного, практичного, зокрема технологічного. Отже, як **філософська категорія**, глобальна парадигма сталого розвитку — це процес зміни світоглядних цінностей буття, життєдіяльності, споживацької філософії (споживацького ставлення до природи) на ноосферну філософію, парадигму цілісності спільносвіту, розумного співіснування людської та іншої біотичної планетарної спільноти за умов задоволення потреб нинішніх поколінь без шкоди для майбутніх. Термін уведений Міжнародною комісією з навколишнього середовища і розвитку (Комісія Брундтланд) у доповіді «Наше спільне майбутнє» (1987) для позначення соціально-економічного розвитку, що не підриває природні умови існування планетарної людської спільноти [48].

Теоретична категорія — це зміна лінійних, холіцистичних теоретичних уявлень, засад розвитку систем на нелінійну синергетичну теорію сталого розвитку, яка перебуває у фазі становлення і біля витоків якої стояли українські вчені С. О. Подолинський та В. І. Вернадський [38]. Синергетична теорія сталого розвитку ґрунтується на важливих властивостях відкритих стаціонарних систем підтримувати гомеостаз завдяки синергетичним законам, механізмам самоорганізації та саморозвитку, які докладно розглянуто у монографії «Фундаментальні основи розвитку» Л. Г. Мельника [38].

Методологічна категорія — перехід на системно-синергетичну методологію збалансованої інтеграції соціальних та природних систем із формуванням цілісної соціоприродної системи з екосистемними, інтелектуальними, інноваційно-технологічними, інформаційними, економічними потенціалами розвитку, з одержанням синергетичного ефекту

сталості зростання якості та безпеки життя людини, створенням ноосферного середовища; спільного гармонійного існування, життєдіяльності людських та інших біотичних спільнот.

Практична категорія — зміна неефективних, природовитратних та небезпечних моделей споживання та виробництва на екологізовані, природоошадливі інноваційні моделі з випередженням розвитку «зеленої» економіки щодо сировинної; органічного виробництва продукції з екологізованим повним життєвим циклом продукції; альтернативні джерела енергії; перехід на синергетичні технологічні системи: поєднання, злиття традиційних індустриальних, цифрових та біоекологічних технологій четвертої індустриальної революції (Індустрії 4.0).

Етично-культурна категорія — зміна «агресивної» етики поведінки населення до природи на відповідальну ноосферну етику з формуванням екологічної свідомості, культури, поваги до природи засобами, моделями неперервної освіти, орієнтованої на філософію, принципи сталого розвитку. Згідно з Європейською стратегією ЄЕК з освіти для сталого розвитку неперервна освіта розглядається в синергетичній цілісності процесів навчання і розвитку — «сталій розвиток суспільства слід розуміти як неперервний процес навчання, дослідження проблем, де правильні відповідні рішення змінюються в міру нагромадження досвіду» [10].

З урахуванням загальних принципів Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, сучасних тенденцій глобального інноваційного імперативу (четверта індустриальна революція — Індустрія 4.0), глобального екологічного імперативу (Паризька кліматична угода на період до 2050 року), цілей оновленої Глобальної стратегії сталого розвитку на період до 2030 року та адекватної Стратегії сталого розвитку України (проект), успішного досвіду реалізації принципів, програмних положень сталого розвитку, ухвалених на Всесвітньому саміті ООН в 1992 році в Ріо-Де-Жанейро, зокрема у країнах світу (Канада, Японія), Європейського Союзу (Швеція), Англії та ін.; поглиблення світоглядного, наукового та методологічного розуміння синергетичних (спільнодіючих, взаємообумовлених, взаємопідтримувальних) процесів сталого розвитку поняття «сталій розвиток» актуалізувалося і набуло нового семантичного, термінологічного розуміння.

З певною обережністю можна узагальнити **сучасне поняття сталого розвитку, а саме — як синергетичний всеохопний процес формування ноосферного, соціоприродного суспільства, якісних змін у всіх сферах життєдіяльності, інституціях суспільства, галузях економіки інновацій-**

ного спрямування з досягненням синергетичного ефекту сталості в задоволенні потреб сучасних і наступних поколінь у здоровому комфортному середовищі існування; це сучасна модель людського розвитку в гармонії з природою, яка довела свою життєдіяльність у розвинених країнах світу.

Дуже важливо акцентувати на пріоритетній, ключовій ролі випереджальної зміни споживацької філософії буття, споживацького ставлення до природи на ноосферній філософії «розумного співіснування» (коеволюції) людської та іншої біотичної планетарних спільнот; на синергетичних законах коеволюції з наданням переваги в нарощенні інтелектуального потенціалу сталого розвитку. Саме такий синергетично-ноосферний підхід відповідає сучасній Концепції сталого розвитку Європейського Союзу як «всеосяжній, довгостроковій меті» [9], а отже і України, як однієї зі сторін Угоди про асоціацію між Україною та ЄС.

Пріоритетної ролі набуває і системна інженерія (біоекологічна, цифрова, інноваційно-технологічна, дослідницька) з її інноваційними моделями, структурами сталого розвитку: каскадними, кластерними та екологізованими моделями життєвих циклів інноваційної продукції. Інженерія сталого розвитку, як міждисциплінарна сфера інженерної діяльності, потребує спеціальної підготовки інженерів інноваційної компетентності.

Синергетичні основи сталого розвитку (від грец. συνέρυεια — спільна, узгоджена дія). Термін «синергетика» як галузь наукових міждисциплінарних досліджень процесів самоорганізації та становлення нових упорядкованих структур у відкритих системах запропонований німецьким фізиком Г. Хакеном у 1970 році [47].

Узагальнену концептуальну структуру (модель) синергетичних основ сталого розвитку суспільства інноваційного спрямування ілюструє рис. 1.2. Вона охоплює такі системні складові:

— синергетичний феномен сталого розвитку, практичну синергетично-ноосферну філософію, закони спільносвіту, соціоприродної цілісності суспільства на зразок сучасної німецької практичної філософії спільносвіту К. Маєр-Абіха [35] та вітчизняної школи синергетичної філософії, принципи якої викладені в науковій праці В. С. Лутая [42];

— синергетичні теорія та методологія, засади яких викладено в наукових та навчальних виданнях Л. Г. Мельника [37, 38, 48];

— синергетичні наука, освіта, основи яких розглянуті в наукових публікаціях, навчальному посібнику В. С. Білоуса [20];

— синергетичні механізми, рушійні сили, моделі сталого розвитку суспільства, основи яких викладено в програмних документах ООН,

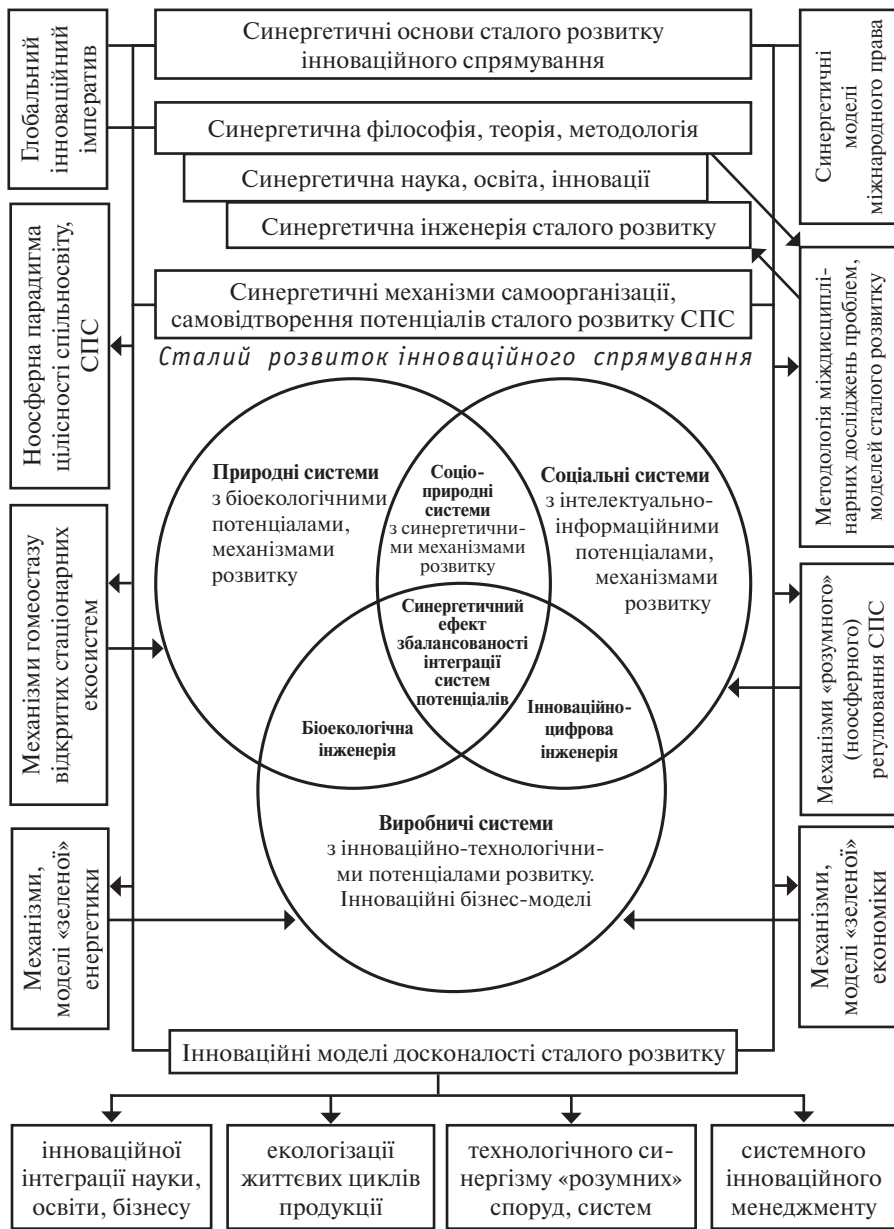


Рис. 1.2. Концептуальна структура синергетичних основ сталого розвитку суспільства інноваційного спрямування

Європейського Союзу, публікаціях вітчизняних та закордонних науковців, міжнародних стандартах сталого розвитку ISO;

- синергетичні інноваційні моделі сталого розвитку (міжіндустріальні, галузево-територіальні тощо) [21, 44, 40];

- синергетичні механізми інженерної екологізації промисловості та інших галузей економіки, основи яких розглянуто в дослідженні М. Ф. Реймерса [45] та підручнику Л. Г. Мельника [48]. М. Ф. Реймерс розглядає системну інженерну екологізацію промисловості, як процеси екологічного вдосконалення технологій виробництва та інтеграції екологічних інновацій у промисловість.

На сучасному етапі інноваційного спрямування сталого розвитку, зокрема у вигляді інноваційних моделей технологічного синергізму четвертої глобальної промислової революції, інженерія радикальних, біфуркаційних технологічних змін набуває істотної системоутворювальної ролі в посиленні інноваційного спрямування синергетичних процесів сталого розвитку. Її інженерія вже поєднує «автоматизоване проектування, адитивні технології (3D-технології), інженерію матеріалів та синтетичні біології для інноваційних розробок технологічних систем» [32]. Поширився попит на такі професійні навички інженера, як розв'язання складних проблем, когнітивні та системні здібності, навички створення контексту тощо.

Усе це характерно для міждисциплінарної компетентності інженера-еколога в контексті вимог інноваційного спрямування сталого розвитку: здатність до постійного професійного вдосконалення, неперервного оновлення знань; гнучкість адаптування до змін; інноваційна передбачуваність, креативність, орієнтація на проблеми спільних дій, взаємодій.

Інженерія сталого розвитку здійснюється в соціоприродному середовищі функціонування виробничих, технологічних систем з орієнтацією на інноваційні моделі «зеленої» економіки, енергетики з цілковитим охопленням екологізації ЖЦП.

Сполучною ланкою між виробничою й екологічною системою є продукційна система з її життєвим циклом виробництва, яка виникає в екологічній системі (видобування ресурсів, постачання енергії), проходить стадії створення продукції у виробничій системі (технології виробництва продукції) із супутніми викидами і скидами забруднювальних речовин в атмосферу, водні об'єкти, ґрунти, потім проходить стадію споживання в суспільстві і захоронення або утилізацію використаного продукту, що перетворюється у відходи життєдіяльності суспільства. Отже, продукційна система є сукупністю матеріально, енергетично і техноло-

гічно пов'язаних процесів виробництва продукції від видобування сировини і до вилучення та утилізації відходів виробництва.

Продукційна система — ядро виробничої системи, навколо якого утворюються головні й допоміжні виробничі потужності. Продовженням продукційної системи є система споживання продукції, у сукупності вони створюють синергетичну модель виробництва та споживання. Модель життєзабезпечення суспільства (МЖЗС) створює сферу біотичного життєзабезпечення і задоволення потреб суспільства. Еколого-виробнича система як поєднання екологічної та виробничої підсистем, які спільно функціонують, має властивості емерджентності, тобто утворена інтеграція підпорядковується іншим, можливо, подібним законам формування, функціонування й еволюції. Наприклад ліс, розташований у басейні річки, характеризується поєднанням усіх екологічних компонент, що формують територіальну (басейнову) екосистему: утворення кругообігу речовин, регуляція потоку енергії, у тому числі формування власного мікробіоклімату тощо. Виробництво, розміщене на території такої екосистеми, змінює біоклімат лісу, річки й утворює якісно нову еколого-виробничу територіальну сферу життєдіяльності. Нагадаємо ще раз, що екосистема — це сукупність живих організмів, які взаємодіють між собою і середовищем існування так, що потік енергії створює стійку структуру і кругообіг між живою і неживою компонентами системи. Своєю чергою, виробнича система є організованою штучною сукупністю виробничих засобів перетворення вхідних природних ресурсів у вихідні потоки предметів споживання і відходів виробництва. Отже, частина матеріальних елементів екологічної системи, зокрема елементів середовища життєдіяльності людини, використовується як ресурс виробничої системи.

У будь-якому разі виробнича система завдає шкоди екологічній системі внаслідок їх взаємодії. Щоб запобігти таким виробничо-екологічним збиткам, необхідно передбачити їх у процесі інженерного проектування продукційної системи та її інноваційного розвитку. У контексті екологічно збалансованого сталого розвитку інноваційне проектування продукційних систем має перетворитися в еколого-інноваційне. Тобто проект будь-якої продукційної системи має передбачати запобіжні інженерно-екологічні рішення та екологічну модернізацію для досягнення характеристик екологічної чистоти, які з часом будуть дедалі жорсткішими.

Характеристиками сталості продукційних систем є технології запобігання забрудненню НПС та мінімізації утворення відходів і технології

поводження з відходами. Ефективність цих технологій досягається завдяки застосуванню різноманітних інженерних, біологічних та інженерно-біологічних методів. Це методи очищення викидів газоподібних речовин в атмосферу, скидів забруднених вод; методи видалення, утилізації й захоронення твердих відходів тощо. Досконалість цих методів, здатність інженерно-технічного персоналу ефективно їх застосовувати (екологічний менеджмент) забезпечують рівень екологічної чистоти, досконалості технологій виробництва продукції і загалом підприємства. Екологічна чистота, досконалість виробництва, продукції забезпечують не тільки сталість розвитку виробничої системи, а й її високу конкурентоспроможність.

У зв'язку зі зміною концепції інноваційного розвитку як процесу екологізації продукційних систем трансформується інвестиційний процес створення або модернізації виробничих потужностей. Практично він теж має перетворитися на еколого-інвестиційний процес з передбаченням інженерних природоохоронних і природовідтворювальних рішень. Тобто йдеться про будівництво не тільки виробничих потужностей, а й потужностей для відтворення екосистем незалежно від того, яке будівництво — нові споруди чи розширення діючих виробничих об'єктів. Тільки такий еколого-інноваційний та еколого-інвестиційний системний підхід здатний змінити застарілі моделі виробництва і споживання на екологічно чисті.

У загальній класифікаційній структурі поняття «інженерна екологія» або «промислова екологія» розглядається як дисципліна, що досліджує вплив підприємств, виробничих систем на НПС [45].

Із сучасних наукових, методологічних позицій інженерії сталого розвитку таке розуміння інженерної екології стало вузьким і таким, що не відповідає її синергетичній міждисциплінарній сутності. Синергетичний підхід розглядає систему «виробництво—природа» як взаємопідтримувальну, взаємодіючу: якщо природа надає послуги підприємству (ресурси, відходи), то і підприємство має надавати інженерно-технічні послуги з підтримки, відтворення природних якостей, механізмів саморегулювання природних систем.

Отже, **інженерна екологія** з синергетичних позицій сталого розвитку має сприяти збалансованій інтеграції потенціалів відтворювальної, безвуглецевої енергетики, безвідходності виробництва; сприяти створенню комфортного, ноосферного соціоприродного середовища з екологічно безпечними, чистими синергетичними моделями виробництва і споживання (СМВС).

Вона є інженерно-екологічним механізмом реалізації класичного принципу синергетичної цілісності процесів природокористування та природовідтворення [39].

1.2. Українські витoki ноосферо-синергетичної парадигми сталого розвитку

Розвиток життя на Землі відзначався потужними якісними біфуркаційними процесами нагромадження вільної енергії. Через живі організми природа вдосконалювала, відтворювала технологічний процес акумулювання вільної енергії. Природний технологічний ланцюг починають автотрофи — організми, здатні синтезувати органічну речовину з неорганічної за допомогою відтворювальних джерел енергії (сонячної, хімічної). У результаті вільна енергія «пакується» в енергоємні високомолекулярні органічні сполуки (вугілля, нафта, газ). З появою на Землі людини природна технологія накопичення енергії зазнала нового біфуркаційного етапу розвитку. Одним з перших, хто розглянув цей синергетичний феномен, був видатний український учений С. О. Подолинський [38].

У працях С. О. Подолинського немає терміна «вільна енергія». Цей термін був уведений у вжиток німецьким фізиком Г. Гельмгольцем лише у 1882 році, коли С. О. Подолинський вже тяжко захворів. Проте зміст цього поняття є основоположним у всій науковій спадщині вченого. Ще у 1880 році С. О. Подолинський наголошував на двох складових: «накопичуваній» і «розсіюваній» енергії, які і становлять урешті-решт зміст вільної енергії. Він, зокрема, зауважував, що людина є єдиною відомою силою природи, яка унікальними розумовими здібностями здатна збільшити частку енергії Сонця, акумульованої на Землі, і зменшити кількість енергії, розсіюваної у планетарному просторі [38].

С. О. Подолинський, використовуючи наукові методи термодинаміки, заклав концептуальні основи нового підходу до аналізу розвитку. Він синергетично узгодив розвиток зі збереженням і накопичуванням енергії (акумулюванням вільної енергії). Учений зазначав, що лише суспільство, спрямоване на швидке накопичення енергії, здатне швидко прогресувати і розвиватися. Шлях до цього — підвищення інноваційного, синергетичного рівня екологізації та упорядкування різних систем життєдіяльності. Будь-який занепад у розвитку адекватний розсіянню накопиченої енергії. Цей висновок учений робить на основі аналізу різних історичних технологічних систем з точки зору енерговитрат, енергоємності, одержання корисної енергії. Розсіювання енер-

гії, пов'язане з нерозумними діями людства (війнами, виготовленням предметів комфорту тощо), є фактично крадіжкою енергії у наступних поколіннях.

Внесок Подолинського в енергетичну теорію розвитку праці неocenний. Один з перших він сформулював ідею про недостатність другого закону термодинаміки для пояснення природних явищ, звернув увагу на існування протилежних розсіянню енергії синергетичних процесів накопичення і перетворення енергії, які зменшують ентропію (цей термін вже є в праці вченого). Науковець дійшов висновку, що людство — це такий унікальний (автотрофний) природний механізм, який своєю працею здатний забезпечити своє існування в майбутньому. Ступінь досконалості людського механізму визначається не тільки через коефіцієнт корисної дії (ККД), але і принципово іншими засобами: його здатністю здійснювати зворотний цикл, тобто застосувати свою працю на акумулювання енергії, необхідної для майбутніх потреб [38]. Сучасні досягнення людства в галузі інноваційних технологій з термоелектричними, сонячними, вітровими, біоенергетичними джерелами енергії підтверджують геніальну передбачуваність видатного українського вченого С. О. Подолинського.

Ще раз акцентуємо увагу на важливому висновку. Якщо концепція С. О. Подолинського мала спрямованість на енергетичну природу здатності людства власною працею забезпечити свою креативність існування, то й концепція великого українського вченого В. І. Вернадського ґрунтується на планетарній силі людського Розуму як геологічній силі, здатній вирішити проблеми гармонійного співіснування (коеволюції) природи і суспільства.

У витоків терміна і поняття «ноосфера» стояли три всесвітньо-відомі вчені, філософи — французи Е. Леруа і П. Тейяр де Шарден та українець В. І. Вернадський. Причому Е. Леруа винайшов цей термін після того, як прослухав у Парижі лекцію В. І. Вернадського у 1925 році.

У своїй праці «Наукова думка як планетарне явище» В. І. Вернадський зауважив: «Якби ми могли побачити геологічно (мається на увазі геологічний час історії, геологічний етап Планети), то збагнули б, що переживаємо зараз виокремлення в біосфері царини Розуму, яка докорінно змінює її образ» [52]. Вернадський вводить поняття біогеохімічної енергії як живої речовини, яка формує ноосферу, перетворює її в енергію людської культури.

Досліджуючи феномен енергії людської культури або «культурної біогеохімічної енергії», В. І. Вернадський створює **концепцію ноосферного розвитку, яка, по суті, стала витоком сучасної парадигми сталого розвитку** [52].

У концепції ноосферного розвитку він визначив підходи до формування сталого розвитку і відповідальності людства за перебудову «біосфери в інтересах вільно мислячого людства як єдиного цілого» («Кілька слів про ноосферу», 1944).

Великим ученим визначена і головна умова забезпечення «ноосферного розвитку», яка ще не до кінця усвідомлена сучасною наукою, — забезпечення «автотрофності людства» з використанням природних технологічних аналогів автотрофності живих організмів, численні приклади яких наведені Понтером Паулі у книжці «Синя економіка» [24]. Ідеться про інноваційний синергізм природних та штучних технологій, про нетрадиційні інноваційно-технологічні, енергетичні, харчові бізнес-моделі за природними аналогами (каскадні інновації тощо).

Теоретична спадщина С. А. Подолінського (енергетична теорія розвитку суспільства) та В. І. Вернадського (ноосферна теорія розвитку суспільства) була покладена вітчизняними науковцями, освітянами в розроблення загальних ноосферних основ синергетичної теорії сталого розвитку суспільства. Найбільш фундаментальний теоретичний та методологічний внесок у формування ноосферно-синергетичних основ сталого розвитку зробив відомий учений-освітянин, професор, доктор економічних наук Л. Г. Мельник. У його наукових працях «Фундаментальні основи розвитку» (2003) та «Основи стійкого розвитку» вперше досліджено синергетичний феномен соціоприродної креативності трансформаційних процесів розвитку складноорганізованих відкритих стаціонарних систем. У його працях розкриваються синергетичні механізми взаємодії екологічних та виробничих, соціально-економічних систем. На думку Л. Г. Мельника, саме в Україні закладені теоретичні основи ноосферного розвитку як кінцевої стадії сталого розвитку та формування ноосферного суспільства.

На думку Л. Г. Мельника, адже саме Україна є Батьківщиною ідей ноосферного розвитку, що визначає особливу актуальність науково-ноосферного (додамо синергетичного) забезпечення сталого розвитку в нашій державі. Саме наукова спадщина С. О. Подолінського та В. І. Вернадського має стати основою, на якій формуються сучасні

напрями досліджень у галузі сталого розвитку з урахуванням нагромадженого за минулі десятиріччя науково-методологічного та практичного досвіду країн, що стали на шлях сталого розвитку.

1.3. Інженерна екологія в контексті четвертої промислової революції: інноваційна парадигма технологічного синергізму

З позицій інноваційної інженерії у всіх її міждисциплінарних та синергетичних проявах четверта промислова або технологічна революція є глобальним біфуркаційним та дизруптивним процесом всеохопних технологічних нооперетворень у всіх сферах життєдіяльності в сучасну епоху домінування глобальної парадигми сталого розвитку. На думку автора «базового керівництва» Клауса Шваба, четверта промислова революція дозволить розширити еколого-інноваційну платформу використання активів і ресурсів, підвищити їх корисне застосування і створити послідовність із каскадним (синергетичним) ефектом, що, своєю чергою, дозволить повторно використовувати і спрямовувати на інші цілі матеріали та енергію за умов зниження шкідливих викидів і навантаження на природні ресурси [31]. У цій революційно новій індустріально-екологічній системі CO₂ перетворюється із забруднювальною речовиною, що створює паровий ефект, у актив, а економіка вловлювання та збереження вуглецевих сполук із статті витрат і джерел забруднення — у прибуткове вловлювання вуглецевої сировини та використання виробничих потужностей (перетворення в «зелену» економіку). Ще більш важливим є сприяння усвідомленню процесів створення «зеленої» економіки і взяття участі населення, урядів, компаній у реалізації стратегій активного відтворення природного капіталу, що відкриває, своєю чергою, можливість для розумного використання природного капіталу для сталого виробництва та споживання, створення можливостей відтворення біорізноманіття [31].

Як бачимо, цілі, принципи «зеленої» економіки, у якій важливу роль відіграє екологічна інженерія сталого розвитку на період до 2030 року, збігаються з цілями, принципами, інженерно-інноваційними підходами четвертої промислової революції. Такий висновок підтверджує подальша думка Клауса Шваба, а саме: потенціал полягає у можливості переорієнтувати бізнес і споживачів з лінійної моделі використання ресурсів: «бери — роби — викидай» на нову (синергетичну) модель, у якій ефективні потоки матеріалів, енергії, трудових ресурсів, інформації взаємодіють і сприяють таким чином **форму-**

ванню та функціонуванню «зелених» економічних систем з механізмами екологічної інженерії: чистих, екологічних технологій, екологізованих продукційних систем, нормативних методологій еколого- та енергоаудиту мінімізації відходів виробництва та підвищення енергоефективності тощо.

Кардинально змінюється професійна орієнтація ринку попиту на висококваліфікованих фахівців, зокрема інженерного фаху. Збільшується попит на міждисциплінарну професійну компетентність (біоінженерну, екологічну інженерію, цифрову інженерію тощо) у сукупності з системними, когнітивними, інноваційними здатностями вирішення складних проблем та інтелектуальної адаптації до стрімких технологічних змін, зокрема кліматичних.

Загалом, четверта промислова революція пришвидшує спрямування вже стандартизованих процесів, моделей сталого розвитку (Глобальна стратегія сталого розвитку на період до 2030 року, Паризька кліматична угода на період до 2050 року) в напрямі нелінійних, синергетичних інноваційних моделей, процесів. **Поняття «сталість» набирає значення «незмінності змін» під впливом самопродукувальних дизруптивних (спонтанних) інновацій.** Набуває актуальності, гостроти й проблема передбачуваності, зокрема технологічної, спільної, когерентної взаємодії упорядкованих і неупорядкованих моделей сталого розвитку. Залишаються сталими принципи збалансованої інтеграції економічних, екологічних та соціальних потенціалів розвитку; «зеленої» економіки, екологічної чистоти життєвих циклів продукції. Змінюються моделі сталого розвитку — від трикомпонентної соціо-еколого-економічної до біотехноосферної в умовах четвертої промислової революції. Зростає за такої моделі роль інженерної екології та інноваційної інженерії.

1.4. Синергетичні закони, закономірності взаємодії виробничих та екологічних систем, технологічного синергізму

Цілісної системи синергетичних законів, закономірностей взаємодії виробничих та екологічних систем, біосфери та техносфери натепер не сформовано. Проте створені теоретичні передумови, узагальнення, які дозволяють виконати цільове або тематичне систематизування на основі проведених системних узагальнень екологічних законів, закономірностей, правил взаємодії людини та природи, формування екосистем, удосконалення системної організації тощо, за своєю сутністю є синергетичними (М. Ф. Реймерс [39]). Л. Г. Мельник класифікує за-

кономірності взаємодії суспільства і природи в «Основах стійкого розвитку» з посиланням на М. Ф. Реймерса [39]. У навчальному посібнику «Синергетика і самоорганізація в економічній діяльності» В. С. Білоус систематизує закони синергетики в контексті дослідження глобальних тенденцій суспільного розвитку, визначає основний закон синергетики для суб'єктів соціальної діяльності на кооперативних принципах [20]. У науковому виданні «Господарювання — синергетичний інваріант» С. І. Дорогунцов та О. М. Ральчук узагальнюють закони синергетики за трьома основними угрупованнями: нелінійності розвитку, ресурсу складності та когерентності (узгодженості, взаємодії). Ці синергетичні закони разом з онтологічними законами (фізичними, хімічними, біологічними, біохімічними) утворюють «фізичну економію», тобто реальність, яка визначає кінцевий (матеріальний) результат людської діяльності [27]. Ці угруповання синергетичних законів «фізичної економіки» найбільш адекватні щодо синергетичних умов взаємодії виробничих та екологічних, соціальних систем, які проявляються в аспектах атракторної рівноваги (гомеостазу), когерентності потенціалів спільного розвитку та синергетичних ускладнень еколого-виробничих систем (ЕВС) за аналогією з СПС; синергетичних механізмів взаємодії: інноваційних, ноосферних («розумного» регулювання), інформаційних, енергетичних, біотичних (біотичного регулювання).

Відповідно до СПС основний синергетичний закон взаємодії виробничих та екологічних систем (закон виробничо-екологічної інженерії) можна визначити так: порядок, механізми, стандарти, регламенти функціонування та розвитку виробничих систем мають бути узгоджені з синергетичними законами екологічних систем з їх біотичним різноманіттям та здатністю до самоорганізації, саморегуляції та самопідтримування з природними каскадними (безвідходними) технологіями, моделями підтримування гомеостазу — динамічної рівноваги.

Зауважимо, що інноваційні моделі сталого розвитку: «зеленої» економіки, альтернативної енергетики, екологізації життєвих циклів продукції, проектів; екологічно чистих технологій, виробництв, які набули поширення в країнах, що стали на шлях сталого розвитку (Канада, Швеція, Німеччина, Японія та ін.), довели практичну реальність, можливість додержання основного синергетичного закону взаємодії виробничих та екологічних систем, який передбачає і включає дію інших синергетично-екологічних законів інженерної екології (у М. Ф. Реймерса — закони природокористування [45]).

Закон (принцип) екологічної надійності. Ефективність екосистеми, її здатність до самовідтворення і саморегулювання (рівноваги) залежить від її місця в ієрархії екосистем, ступеня взаємодії її компонентів та елементів. Можна припустити, що мікроекосистема підприємства ефективна, якщо вона діє у правовому полі світових, державних і місцевих стандартів, норм, правил.

Закон бумеранга, або закон зворотного зв'язку взаємодії людини і природи. Форми й методи господарювання мають змінюватися залежно від змін у природі. Сьогодні спостерігаємо істотні зміни у природі України, в її екосистемах (басейнових, виробничих). Однак, на жаль, немає відповідних змін у методах господарювання, управління, що призводить до поглиблення екологічної кризи.

Закон міри перетворення природних екосистем. Не можна переходити меж перетворень природи, які дозволяють екосистемам зберігати синергетичні властивості самопідтримання та саморегулювання. Якщо всі мікроекосистеми природокористування діють у межах самоорганізації та саморегулювання, то й великі природні екосистеми здатні до самопідтримання.

Закон «старого автомобіля». З часом еколого-соціально-економічна ефективність технічних засобів природокористування знижується, а економічні витрати на їх підтримку збільшуються. Завдання екоменеджменту підприємства — своєчасно готувати рішення щодо екологічної модернізації виробництва, використовуючи методологію системного підходу.

Закон обмеженості природних ресурсів. Усі природні ресурси і природні умови скінченні (вичерпні, крім самовідновлювальних).

Закон відповідності між розвитком продуктивних сил і природно-ресурсним потенціалом. Кризові ситуації виникають в умовах дисбалансу між розвитком продуктивних сил і природно-ресурсним потенціалом.

Закон підвищення наукоємності розвитку виробництва, суспільства. Людство стало наближатися до ноосфери — сфери, де розум людини (на думку В. І. Вернадського) відіграватиме головну роль у розвитку екосистем.

Правило інтегрального ресурсу. Конкуруючі природокористувачі неминуче завдають один одному збитків: що більші ці збитки, то сильніше вони експлуатують екосистему (наприклад, екосистему басейну Дніпра).

Закон зниження енергетичної ефективності природокористування. На одержання одиниці корисної продукції витрачається дедалі більше енергії (це треба враховувати під час стратегічного планування вартості продукції).

Правило ланцюгових реакцій «жорсткого» екосистемного управління. Можливі негативні ланцюгові реакції природи як відповідь на «жорстке», або техногенне управління, тобто управління з технічними пріоритетами.

Правило регіональної (басейнової) екологічної рівноваги. Дає змогу застосовувати програмно-цільові системні підходи до екологічного оздоровлення окремих регіонів, басейнів малих і великих річок.

Закон зниження природоємності готової продукції. Питомий зміст природного ресурсу в усередненій оцінці суспільного продукту має історичну тенденцію до зниження.

Закон збільшення оборотності природних ресурсів, які застосовуються у виробництві. Історично тенденція розвитку світового господарства свідчить про пришвидшення оборотності залучених природних ресурсів (вторинних, третинних тощо) на тлі відносного зменшення обсягів їх залучення в суспільне виробництво (порівняно зі зростанням темпів самого виробництва).

Правило соціально-екологічної рівноваги. Суспільство розвивається доти і стільки, скільки зберігається рівновага між тиском (техногенним) на середовище і відтворенням цього середовища. Підтримування такої рівноваги потребує значних витрат, інноваційних інженерних рішень.

Правило: «екологічне — економічно», «екологічне — вигідно». Це правило регламентує економіко-екологічний ефект виробництва, стратегію ресурсозбереження й екологічної чистоти продукції, вигідність дотримання екологічних норм і стандартів.

Це не повний перелік екологічних законів, принципів, правил, які треба враховувати і брати за основу у виробничій діяльності, стратегічному плануванні розвитку виробництва [17, 45].

Отже, виробнича система буде екологічно збалансованою, якщо вона розглядається синергетично у взаємодії з екосистемами і має розвиватися з урахуванням сукупного взаємозв'язку екосистемних закономірностей і економічних законів розвитку виробництва, виходячи із загальнодержавних природоохоронних інтересів, забезпечення внутрішньої динамічної рівноваги технологічних, господарських і еколо-

го-економічних факторів і функціонуватиме у правовому полі світових, загальнодержавних і регіональних екологічних стандартів.

Розглянемо докладніше такі фундаментальні складові теорії біотичного регулювання, як екологічна рівновага і стійкість та господарська ємність екосистем [17].

Усі екологічні закони, закономірності взаємодії людини і природи, екологічних і виробничих систем спрямовані на підтримування або відтворення екологічної рівноваги і подальше забезпечення її стійкості щодо антропогенного впливу.

Екологічна рівновага досягається в результаті дії основних законів рівноваги: внутрішньої динамічної, територіальної екологічної і компонентної екологічної.

Фундаментальним є закон внутрішньої динамічної рівноваги: речовина, енергія, інформація і динамічні якості окремих екосистем та їх ієрархій взаємозв'язані так, що будь-яка зміна одного з цих компонентів зумовлює супутні функціонально-структурні кількісні та якісні зміни, які водночас зберігають загальну суму речовинно-енергетичних, інформаційних і динамічних якостей системи, де відбуваються зміни.

Справедливість дії закону внутрішньої динамічної рівноваги доводиться всією практикою ведення господарства в Україні. Унаслідок порушення цього закону маємо деградовані землі, повені в Карпатах, підтоплення земель тощо.

Глобальне порушення екологічної рівноваги, перехід біосфери в інший якісний стан означає для людства геофізичну, геохімічну та біологічну катастрофу. Ось чому людина, суспільство мають сприймати поняття екологічної рівноваги як гарантування безпеки життєдіяльності.

Антропогенні порушення екологічної рівноваги пов'язані з такими втратами природи:

— абсолютно непоправні втрати (знищення біологічних популяцій (біогеоценозів) за межами здатності до самовідтворення);

— якісні втрати неживої природи у початкових кількісних співвідношеннях (погіршення родючості ґрунтів, зміни гідрологічного режиму течій, деградації ґрунтів у найбільш екологічно вразливих районах тощо);

— втрати функцій синергетичних механізмів самовідтворення живої природи.

Будь-який виробничий вплив на природу характеризується зворотною реакцією з боку навколишнього середовища, що виявляється, як правило, у трьох формах:

— адаптивній (із локальним, статичним зміщенням екологічної рівноваги);

— відтворювальної (або самовідтворювальної), що характеризується повним поверненням екосистеми до первинного стану;

— частково відтворюваної (або невідтворюваної), що характеризується необоротним зміщенням екосистеми від сталого (врівноваженого, збалансованого) стану.

Отже, будь-який виробничий (промисловий, сільськогосподарський та ін.) вплив зумовлює комплекс екологічних втрат, що відповідають формам реакції екосистем — адаптивній, відтворюваної та невідтворюваної. У межах розглянутих форм реакції екосистеми на вплив виробництва відбуваються антропогенні зміни природного ландшафту і синергетичного потенціалу. Ось чому **екологічна регламентація виробничої діяльності** (функціонування виробничих систем) є необхідною умовою забезпечення і збереження екологічної рівноваги.

Для оцінювання впливу виробничої системи (підприємства, корпорації, комплексу, галузі) на екологічну рівновагу у природі можна використовувати такі інтегровані показники:

— абсолютні втрати екосистеми, що визначають конкретні одиниці вимірів стану біогеоценозу флори і фауни (скорочення екосистемного біорізноманіття);

— компенсаційна можливість екосистеми — її відтворюваність у природному та штучному режимах;

— небезпека порушення природного балансу — ймовірність виникнення безповоротних втрат і локальних екологічних порушень (повені, підтоплення, землетруси тощо);

— рівень концентрації екологічних втрат — масштаби впливу виробничої системи і техногенезу на екосистеми.

Взаємодія процесів виробничого (техногенного) впливу на екосистеми та їх реактивної компенсації визначає міру рівноваги екосистеми як об'єктивну характеристику її сталості.

Оцінювання стійкості територіального еколого-виробничого комплексу ґрунтується на порівнянні природних і виробничих (техногенних) потенціалів території. Основний критерій еколого-виробничої сталості можна подати через природоємність виробничої території і господарську (виробничу) ємність території (екосистеми):

$$U \leq T_e,$$

де U — природоємність виробничої території, тобто сукупність обсягів господарського вилучення та вразливості місцевих відтворюваних ресурсів, зокрема забруднення середовища та інші форми техногенного пригнічення реципієнтів, а також погіршення стану здоров'я людей; T_e — екологічна (господарська) ємність території (інтегральна характеристика території, що відображає потенціал самовідтворення екосистем і кількісно дорівнює найбільшому виробничому навантаженню, яке може витримати і перенести впродовж тривалого часу сукупність усіх реципієнтів і екосистем території без порушення їхніх структурних і функціональних властивостей [17, 25]).

Наведений критерій стійкості означає, що сукупне виробниче навантаження не має перевищувати самовідтворюваного потенціалу екосистеми території. Цей критерій є головним щодо екологічної регламентації виробничої і господарської діяльності, стратегії збалансованого сталого розвитку виробничих систем, суспільства.

1.5. Моделювання синергетичної взаємодії виробничих та екологічних систем

Моделювання взаємодії екологічних і виробничих (господарських, інфраструктурних) систем необхідне для вивчення стану синергетичного механізму біотичного регулювання екосистем, навколишнього природного середовища (НПС), його компенсаційних можливостей у зв'язку з порушенням екосистемного біохімічного кругообігу речовин у зоні функціонування виробничої системи.

По суті, кожна виробнича система (підприємство, виробничий чи господарський комплекс) повинні мати свої реальні моделі взаємодії з екосистемами, на території яких вони розташовані. Ці моделі можуть бути представлені в різних формах: екологічний паспорт підприємства, модель продукційної системи з джерелами забруднення, екологічними характеристиками тощо. Однак вони неодмінно мають містити характеристики відтворення екосистеми, її біотичного механізму регулювання у разі виникнення відхилень від стану рівноваги чи стійкості. При новому будівництві виробничих потужностей інвестиційна пропозиція повинна мати екологічну оцінку, яка ґрунтується на моделюванні взаємодії майбутньої виробничої системи з навколишнім середовищем. Дії з боку нової виробничої системи мають бути спрямовані на відтворення рівноваги екосистеми, її механізму біотичного регулювання, якщо вони були порушені. Це, безумовно, приведе до збільшення обсягів інвестицій. Для того щоб таке збільшення було оптимальним, необхідно застосувати

екологічний аудит місцевості. Його незалежні рекомендації здатні збалансувати інтереси виробництва і НПС, тобто забезпечити загальні інтереси суспільства. У будь-якому разі екологічний аудит, його висновки і рекомендації підсилюють достовірність моделювання взаємодії виробничих та екологічних систем. Він є тим ланцюгом, що пов'язує теорію з практикою на підставі застосування системного підходу. Періодичне (раз на рік) проведення незалежного екологічного аудиту забезпечує спостереження динаміки взаємодії систем.

Розглянемо загальні принципи синергетичного моделювання взаємодії виробничої й екологічної систем з визначенням шкоди, якої завдає виробнича система екологічній. На рис. 1.3 показано загальну синергетичну структурну модель взаємодії екосистеми суспільства з НПС.

З рис. 1.3 видно, яке хімічне навантаження припадає на природне середовище внаслідок життєдіяльності людини, суспільства. У водні, наземні екосистеми скидаються побічні продукти виробництва (відходи, шкідливі речовини). І водночас людина мусить споживати забруднену нею ж воду, продукти рільництва, тваринництва. Унаслідок цього екосистеми втрачають природні якості.

На рис. 1.4 показано синергетичну модель взаємодії екологічної і виробничої систем.

Загальний вхід виробничої системи — це сума виробничих матеріальних ресурсів R_S , що складається з імпортованих ресурсів R_I відтворюваних місцевих ресурсів R_M , до яких належить частина біопродукції екологічної системи, зокрема продукція агроценозів і самої людини як ресурсу і суб'єкта виробництва і споживання.

Отже,

$$R_S = R_I + R_M.$$

Споживання C складається з частини місцевої продукції виробництва P_C , що йде на споживання (потік продукції, що повертається в життєвий цикл як вторинна сировина), частини місцевих біоресурсів C_M та імпортованої продукції C_I :

$$C = P_C + C_M + C_I.$$

Місцеві ресурси виробництва і споживання загалом утворюють потік отримання ресурсів з екологічної системи:

$$U_M = R_M + C_M.$$

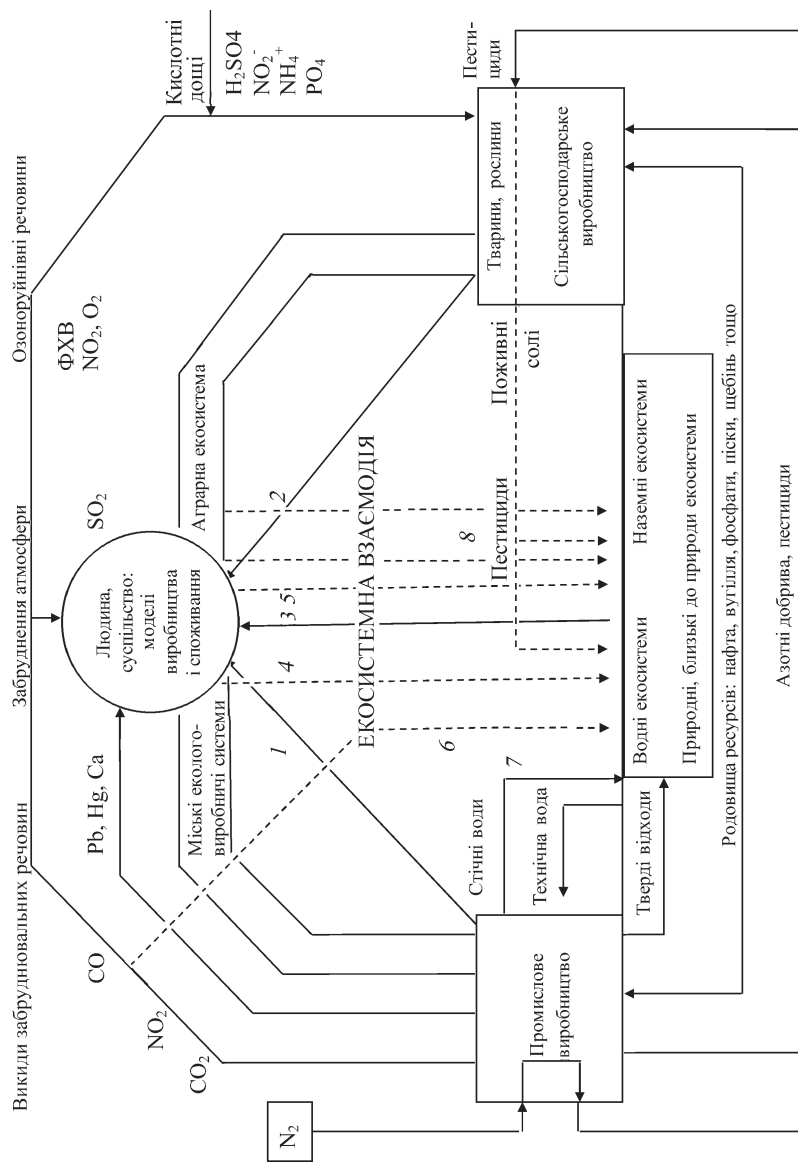


Рис. 1.3. Загальна синергетична модель екосистемної взаємодії суспільства з навколишнім середовищем: 1 — промислова продукція; 2 — продукти харчування; 3 — питна вода; 4 — відходи життєдіяльності; 5 — відпочинок; 6 — кислотні дощі; 7 — стічні води; 8 — шкідливі речовини

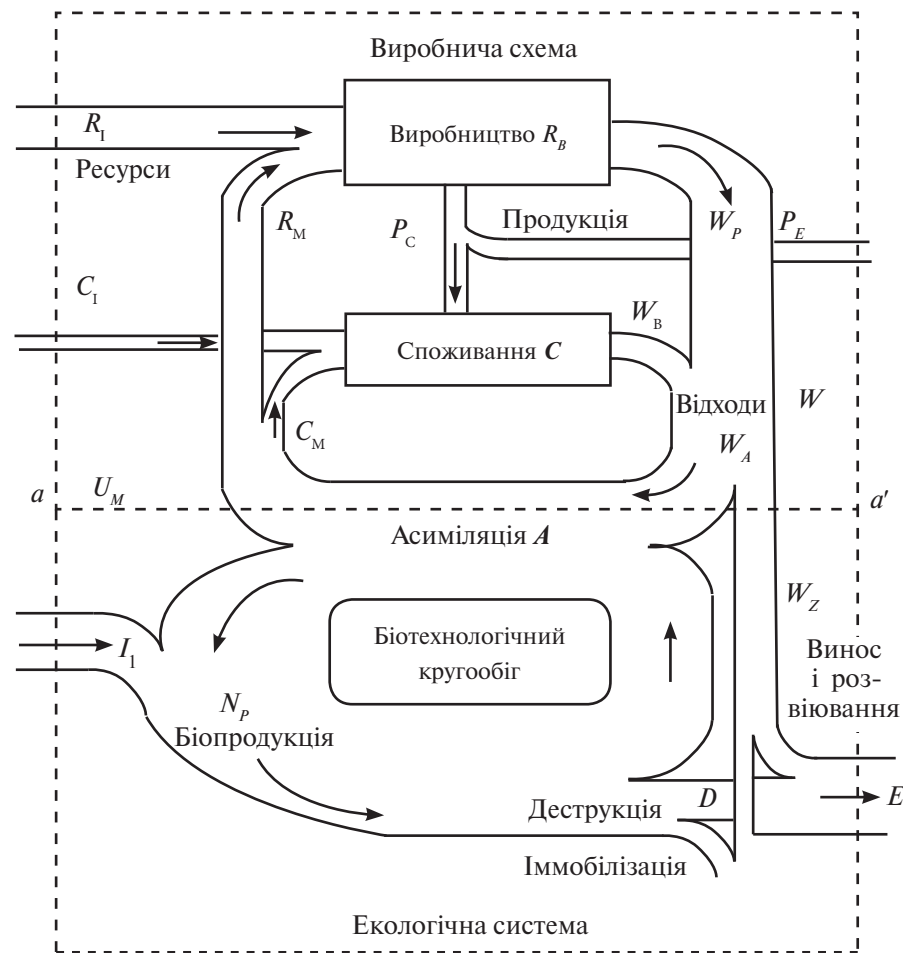


Рис. 1.4. Загальна синергетична модель взаємодії екологічної і виробничої систем

Ефективність виробництва може визначатися відношенням P / R_B , де $P = P_E + P_C$ (P_E — експортована продукція), а відходоємність виробництва — відношенням $(R_B - P) / R_B = W_B / R_B$. Сума відходів виробництва W_B і споживання W_C , що надходять у навколишнє середовище, становить загальну кількість відходів виробничої системи:

$$W = W_B + W_C.$$

Частина з них W_A включається в біохімічний кругообіг екологічної системи, а друга частина W_Z нагромаджується і розсіюється за межі цієї системи (до іншої екосистеми).

Частина відходів потоку W_A зазнає асиміляції й біотичної нейтралізації у процесі деструкції (тобто руйнування або розкладання органічної речовини); друга частина після біологічної q геохімічної міграції приєднується до частини W_Z і разом з нею зазнає іммобілізації, розсіювання і виносу в навколишнє середовище.

Шкоду, що завдається навколишньому середовищу внаслідок його забруднення об'єктами системи, можна розглядати як побічне вилучення з виробничого процесу частини ресурсів.

Співвідношення між проміжними і кінцевими потоками забруднення та їх сукупний ефект залежить не тільки від їхньої маси та хімічного складу, а й від видового складу, біомаси, щільності реципієнтів, продуктивності і стійкості екосистем, зокрема техногенного впливу.

Кругообіги обох систем (екологічної й виробничої) утворюють разом технобіогеохімічний кругообіг, а всю еколого-виробничу систему можна визначити як технобіогеоценоз. Потоками речовин в еколого-виробничій системі можуть бути визначені константи рівноваги і швидкості, що дає змогу здійснити динамічний (кінетичний) аналіз системи і виявити умови її врівноваження та стабілізації.

У збалансованій еколого-виробничій системі сукупне антропогенне навантаження не має перевищувати самовідтворюваного потенціалу природних систем, тобто її господарської ємності.

Синергетичне моделювання взаємодії виробничих і екологічних систем — це надзвичайно теоретично і практично складне багатофакторне дослідницьке завдання з багатьма внутрішніми і зовнішніми системними зв'язками природного й антропогенного (техногенного) характеру.

Існує велике різноманіття методів моделювання: математичні, економічні, соціальні, еколого-економічні, структурні [30]. Усі вони потребують збирання, коригування, статистичного оброблення даних, агрегування параметрів так, щоб якнайповніше схарактеризувати в динаміці властивості поведінки складної еколого-виробничої системи. Зауважимо, що більшість методів орієнтовано на моделювання екосистем, а не на їх синергетичну взаємодію з виробничими чи господарськими системами. Орієнтація на синергетичну взаємодію систем ще більше ускладнює процес моделювання. Ось чому насамперед доцільно проводити системні дослідження процесів саме еко-

лого-виробничої взаємодії і розробляти алгоритм синергетичного моделювання взаємодії. Це пов'язано з розробленням цілого комплексу взаємозв'язаних програм для опису доволі складних процесів взаємодії. Значно полегшити розв'язання цієї проблеми можна, застосовуючи системну методологію комплексного аудиту, тобто аудиту місцевості зі всіма її природними компонентами, аудиту життєвого циклу продукції з джерелами утворення і поведінки з відходами та аудиту екологічного менеджменту із системою моніторингових даних про вплив на навколишнє середовище.

Розв'язання кожного із завдань синергетичної взаємодії потребує великої аналітичної роботи, інформаційного і програмного узгодження окремих підсистем. Комплекс завдань синергетичного моделювання еколого-виробничої взаємодії перетворюється практично в автоматизовану систему дослідження складного еколого-антропогенного об'єкта, а процес створення синергетичної моделі взаємодії стає, по суті, процесом створення автоматизованої системи управління взаємодією виробничих і екологічних систем із застосуванням екологічного моніторингу, аудиту, екологічної паспортизації об'єктів виробництва, об'єктів поводження з відходами та систем інженерного захисту НПС. Синергетичне моделювання еколого-виробничої взаємодії перетворюється в цілісний процес інженерно-екологічного дослідження кругообігу процесів виробництва, споживання й редукції, який має здійснюватися в межах міждисциплінарного комплексного дослідного проекту, який у подальшому перетворюється в систему екологічного управління підприємством із замкненим збалансованим еколого-виробничим кругообігом (рис. 1.5).

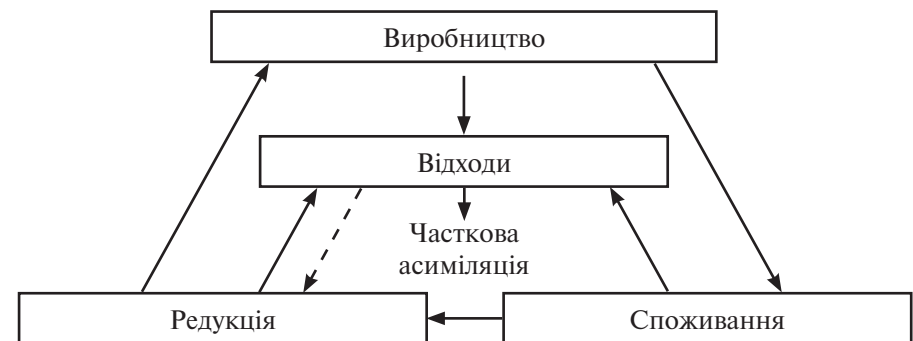


Рис. 1.5. Замкнений кругообіг процесів виробництва, споживання і редукції

1.6. Інноваційно-інженерна сутність технологічного синергізму

Закони синергетики дозволили визначити головну фундаментальну відмінність четвертої промислової революції від попередніх трьох: механічного виробництва, електроенергетичного конвеєрного виробництва, комп'ютеризації та інформатизації виробництва, суспільства. Цю відмінність можна визначити як синергетичну за ознаками поєднання, злиття індустріальних, цифрових та біоекологічних технологій. У виданні «Четверта промислова революція» Клаус Шваб визначив таке поєднання, злиття як «синергетичну технологічну революцію: інновації в галузі виробництва енергії на основі технологічних досліджень інноваційного і цифрового виробництва, науки про життя та інформаційних технологій» [32]. Отже, **технологічний синергізм є фундаментальною методологічною та практичною відмінністю четвертої промислової революції**, яка набула поширення у всіх галузях життєдіяльності завдяки домінуванню впливу цифрових технологій.

Клаус Шваб наводить приклади поширення інноваційних моделей технологічного синергізму в масштабах міст і регіонів (міські моделі технологічного синергізму): надшвидкий широкомеревий зв'язок, цифрові технології в транспортній інфраструктурі, в системах споживання енергії, переробки відходів, комплекси «розумних» будівель [32]. У книзі «Четверта промислова революція» наведені приклади міських інженерних інновацій:

— функціонально-мобільні будівлі з цифровими технологіями та синергетичним ефектом скорочення негативного впливу на міську екосистему;

— «Інтернет труб» водопровідної мережі з моніторингом забезпечення стійкого та соціоекологічного сприятливого водопостачання;

— автоматизоване регулювання транспортних потоків з переходом на електротранспортні засоби: суспільні та особисті, що сприятиме ліквідації забруднення міського атмосферного простору;

— когенерація (комбіноване виробництво теплової та електричної енергії), а також комбіноване охолодження тощо.

У сукупності інноваційні міські інженерні системи, моделі технологічного синергізму створюють загальноміські синергетичні моделі інтелектуальних «розумних» міст та ноосферне міське середовище як синергетичний ефект сталого розвитку.

У наукових працях вітчизняних авторів досить докладно досліджено та викладено сутність соціоприродного, економічного, управ-

лінського, господарського синергізму [20, 21, 27, 39], окреслено сучасну роль синергетичної філософії у вивченні складних системних (соціальних, економічних, екологічних) проблем людства XXI століття [42]. У системній сукупності розгалуженого інституційного, галузевого та світоглядно-філософського синергізмів, що становлять цілісну синергетичну парадигму, основу сталого розвитку суспільства, особливу роль відіграє технологічний синергізм як рушійна сила та базова складова інноваційної спрямованості сталого розвитку.

Інженерно-технологічні системи охоплюють усі аспекти, сфери життєдіяльності суспільства — як виробничі, так і невиробничі, гуманітарні. Характерною для сучасності є глобальна технологічна модель четвертої індустріальної революції (Індустрія 4.0), синергізм якої полягає в поєднанні, злитті промислових галузевих технологій з цифровими та біоекологічними технологіями [31, 32]. Прикладом може слугувати найбільш комп'ютеризована у світі «ізраїльська коро́ва», як результат агропромислового технологічного синергізму. На думку О. М. Ральчука, протягом останніх приблизно 50-ти років для соціоприродної планетарної системи на природний темп ускладнень (зокрема кліматичних) почав суттєво накладатися самоприскорювальний темп збільшення технологічного синергізму або технологічних ускладнень, насамперед, біо- та еколого-технологічних та цифрових компонент інформаційного суспільства» [27]. Технологічні системи функціонально через потоки ресурсів, енергії, інформації, інвестицій пов'язані між собою і впливають на планетарну соціоприродну систему. Кожна технологічна система має множину граничних станів рівноваги (технологічного гомеостазу) і здатна до інноваційної самоорганізації або до втрати конкурентоспроможності.

Формування та посилення технологічного синергізму як складного організованого процесу злиття технологій різного ресурсного та технічного забезпечення, але єдиної функціональної доцільності (цілеспрямованості сталого розвитку), відбулось із визнанням необхідності екологічного обмеження зростання економіки. Прийняття країнами, що стали на шлях сталого розвитку, жорстких екологічних обмежень для виробничих процесів привело до злиття, синергізму традиційних та екологічних (природоохоронних) технологічних систем. У Програмі дій ООН «Порядок денний на XXI століття» (Ріо-де-Жанейро, 1992) закладено програмні підвалини еколого-технологічного синергізму інноваційного спрямування, а саме:

Порівняння екосистемних (природних) та антропосистемних технологій

Екосистемні (природні) технології гнучкої адаптації до зміни умов існування, життєдіяльності	Антропосистемні, природовитратні технології, бізнес-моделі з тенденціями екологічних обмежень
1. Безвідходне каскадне виробництво продукції життєзабезпечення, яке відбувається каскадуванням поживних речовин та енергії за синергетичними законами	1. Використання природних невідтворювальних ресурсів з утворенням відходів виробництва, життєдіяльності (вторинних ресурсів)
2. Все взаємопов'язано, розвинений симбіоз, синергетичні механізми, зокрема технологічний синергізм	2. Немає розуміння, сприйняття синергетичного феномену технологічного синергізму природи
3. Відтворювальні джерела енергії: сонячна, біологічна, термальна, хімічна	3. Нагромаджені природою невідтворювальні вуглецеві джерела енергії
4. Вода — основний універсальний розчинник	4. Агресивні розчинники, залежність від хімії
5. Здатність усіх матеріалів до розкладання	5. Створені ковалентним молекулярним зв'язком сполук, які не піддаються біологічному розкладанню
6. Майже всі моделі природних технологій нелінійні з синергетичними механізмами самоорганізації, саморегулювання	6. Лінійні моделі, підпорядковані ринковим цінностям і законам
7. Конкуренція нелінійних моделей, яка поєднує різноманіття форм життя та сприяє виживанню	7. Конкуренція з метою збагачення, збільшення прибутку
8. Технологічна креативність природи, екосистем, що ґрунтується на відтворюваності енергетичного потенціалу, інформаційності спадковості та синергетичному феномені	8. Технологічна інноваційність соціально-економічних систем, що ґрунтується на синергетичній взаємодії, інтеграції наукових знань, інноваційних ідей, неперервного оновлення знань, компетентності; інноваційного підприємництва, менеджменту

Понтер Паулі вводить поняття «каскадування поживних речовин та енергії», «каскадний природний ефект», «каскадування інновацій», які поширюються на виробництво, економіку природних технологій, каскадних бізнес-моделей. Він наводить приклади використання природних аналогів каскадних моделей технологічного синергізму в харчовій промисловості [24]. Так, наприклад, харчова промисловість в окремих країнах (Бельгія та ін.) спадкує модель каскадування

«екологічно чисті технології є не просто окремими технологіями, а являють собою комплексні системи (синергетичні системи), що передбачають наявність спеціальної науково-технічної інформації (науково-технологічних знань), процедур, товарів, послуг і обладнання, а також методики відповідної організації управлінської діяльності (інноваційної) [4].

У Плані виконання рішень Всесвітнього саміту на вищому рівні зі сталого розвитку (Йоханесбург, Південна Африка, 2002) у розд. 3 «Зміна нестійких моделей споживання і виробництва» визначені окремі заходи на засадах технологічного синергізму [5]:

— поєднувати більш широке застосування відновлювальних джерел енергії; підвищення ефективності використання енергії; більш широке застосування інноваційних енергетичних технологій та раціональне (заощадливе) використання традиційних джерел енергії. Це має сприяти досягненню **сталого** розвитку: збалансованій інтеграції інноваційних та **традиційних** енергетичних технологій, моделей виробництва і споживання.

У Підсумковому документі Конференцій ООН зі сталого розвитку «РІО+20» «Майбутнє, якого ми прагнемо» (Ріо-де-Жанейро, 1992) **уперше введено термін «забезпечення синергетичної взаємодії та узгодженості»** щодо зміцнення механізмів сталого розвитку (розд. II. В [6]) у контексті інноваційного сприяння «зеленій» економіці. Щодо технологічного синергізму, це забезпечення синергетичної взаємодії, спільної дії спеціалізованих технологій (базових виробничих та профільних цифрових, екологічних) у цілісній інженерній системі повного життєвого циклу продукції з досягненням синергетичного ефекту технологічної досконалості, економічної ефективності, конкурентоспроможності, соціальної привабливості та екологічної чистоти та безпеки як продукції виробництва, так і навколишнього середовища.

Понтер Паулі **технологічний синергізм** розглядає як симбіоз природних каскадних інновацій за аналогією з біологічними системами, біоценозом, які «взаємодіють між собою для досягнення спільних цілей всієї природної екосистеми» [24].

Понтер Паулі, автор видання «Синя економіка» (доповіді Римського клубу, 2012), ідеолог нетрадиційних інноваційних бізнес-моделей, що ґрунтуються на аналогових природних (екосистемних) технологіях із синергетичним **ефектом** самовідтворення соціоприродних систем, наводить порівняння природних та антропогенних синергетичних моделей [24] (табл. 1.1).

поживних речовин, яку використовує екосистема в м'ясній промисловості: тваринні відходи зі скотобійні переробляються на корм для риби та перепелів; біогаз забезпечує населення електроенергією, а рослини очищають воду. Такий каскадний технологічний синергізм гарантує продовольчу безпеку, утворюючи і повторно використовуючи відходи, а в перспективі створює основу для багатьох соціальних змін та економічних перетворень у подоланні проблем бідності, безробіття.

Японська корпорація «Ебага» зайнялася розробленням стратегії безвідходності, згідно з якою нічого не повинно викидатися, з метою знайти спосіб виробництва біопластмаси, використовуючи інноваційну модель каскадування поживних речовин та енергії. Було винайдено технологію використання пліснявого гриба для перетворення крохмалю, що міститься в харчових відходах ресторанів, у полімолочну кислоту за температури навколишнього середовища. Фактично було розроблено інноваційну технологію виробництва біопластику з кухонних відходів, який легко піддається біологічному розкладанню під дією мікроорганізмів [24].

У книзі «Синя економіка» систематизовано численні приклади адаптації природних технологій до вирішення різноманітних проблем посилення інноваційності, каскадного синергізму моделей, технологій виробництва і споживання в контексті сталого розвитку. Це є результатом наукового пошуку багатьох дослідників альтернативних рішень у всьому світі [24].

Мудрість природи (екосистем) полягає, як наголошує Гюнтер Паулі, не лише в тому, що вона забезпечує прісною водою та чистим повітрям, поповнює верхній шар ґрунту, зберігає бактеріальний баланс, динамічну рівновагу (гомеостаз) і постійно еволюціонує — вона перебуває в пошуках кращих рішень (інноваційних) і більшої ефективності. Екосистеми є прикладом для зміни сучасних антропоцентричних марнотратних моделей виробництва та споживання.

Продуктивні галузі промисловості альтернативної (синьої, «зеленої») економіки ґрунтуються на знаннях про те, як природа використовує синергетичні закони збалансованого біотичного співіснування для формування цілісних, гармонійно функціонуючих каскадних систем, легко перетворюючи все та не перестаючи бути ефективними, без енергетичних втрат та утворення відходів. Природоподібні каскадні безвідходні або еколого-інноваційні технології в синергетичній цілісності з інноваційною економікою, інноваційними інвестиціями та інноваційним менеджментом з інноваційною компетентністю створюють

еколого-інноваційний технологічний потенціал сталого розвитку. На рис. 1.6 показано триєдину концептуальну синергетичну модель інноваційного потенціалу сталого розвитку виробництва з екологізованими технологічними системами.

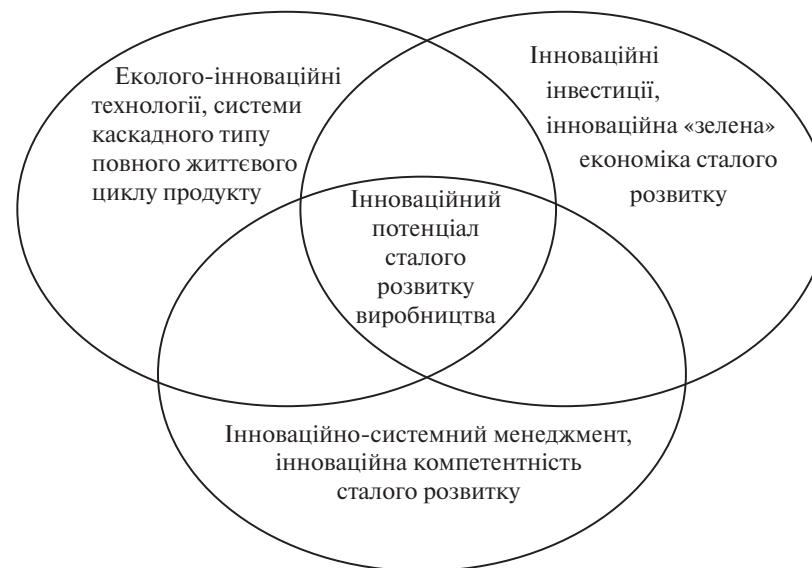


Рис. 1.6. Концептуальна синергетична модель еколого-інноваційного потенціалу сталого розвитку виробництва з екологізованими технологічними системами повного життєвого циклу продукції

Інноваційні інвестиції в такій моделі розглядаються як сукупність цільових інвестицій в екологічну модернізацію виробництва з доданими інвестиціями, доходами, одержаними від реалізації вторинної продукції і відходів виробництва [37].

Інноваційний менеджмент як системний цілісний процес управління оновленням, модернізацією виробництва, стимулюванням нових ідей, знань, їх реалізацією та отриманням інноваційного продукту ґрунтується на міжнародних стандартах сталого розвитку, екологічного управління, аудиту, оцінки ЖЦП, постійного оцінювання рівня компетентності та її підтримки, оновлення протягом життя засобами неперервної освіти. Це — інноваційний менеджмент у сфері сталого розвитку. Класичний інноваційний процес виникнення, поширення інновацій (технологічних, економічних тощо) ілюструє рис. 1.7. Інновації розглядаються як кінцевий результат нововведень, спрямованих



Рис. 1.7. Класична структура інноваційного процесу (за Л. Г. Мельником)

на досягнення ефекту досконалості, зокрема синергетичного, та створення нових або більш досконалих конкурентоспроможних продуктів, систем, технологій з більш високими споживчими або функціональними якостями. Інноваційний процес — це завжди дослідницький процес з використанням методів системного порівняльного аналізу, SWOT-аналізу станів досконалості проблем стримування інноваційного розвитку.

Отже, основою інноваційного потенціалу сталого розвитку промисловості мають бути системи технологічного синергізму екологізованого ЖЦП, інноваційні інвестиції галузевої «зеленої» економіки та інноваційно-системний галузевий менеджмент з інноваційними кластерними стратегіями сталого розвитку та інноваційною компетентністю персоналу установ, підприємств, господарств, інфраструктур.

Відповідно мають розроблятися галузеві інноваційні моделі, системи, стратегії сталого розвитку суб'єктів господарювання. Лише за таких умов може бути забезпечене наближення до інноваційних моделей четвертої, а також і п'ятої промислових революцій з 5-м та 6-м технологічними укладами.

1.7. Екологічні аспекти сталого інноваційного розвитку

Екологізація виробництва — це, по-суті, його інноваційний розвиток з технологічним оновленням і екологічним ефектом, процес системної екологічної модернізації, створення технологічних систем з низькою ресурсоемністю та інженерними рішеннями щодо запобігання забрудненню НПС.

Інновації — це нове застосування наукових і технічних знань, або сукупність технічних, виробничих і комерційних заходів, які зумовлюють появу на ринку нової або кращої продукції, комерційне використання нових або поліпшених виробничих процесів і обладнання. Результатом інновацій може бути кардинальна зміна продуктивності, якості продукції, поява нового продукту. При цьому вирішальне значення має швидкість зміни. Планове довготривале впровадження нової техніки або технології ще не є інновацією. Традиційне визначення інноваційного процесу орієнтовано на стрибкоподібні зміни технологій, продукції з орієнтацією на ринок, комерційний успіх. Екологічних орієнтирів, цілей спочатку або не було зовсім, або вони підпорядковувалися ринковим інтересам і враховувались у межах нормативного обмеження впливів на НПС, здоров'я людей.

Екологічні аспекти інноваційного розвитку, інноваційної діяльності почали враховувати тільки після прийняття принципів сталого розвитку на Всесвітній конференції ООН в Ріо-де-Жанейро (1992). **Інноваційний процес набув нової екологічної орієнтації поряд з ринковими процесами.**

Головним екологічним аспектом інноваційного розвитку визнано **екологічно чисті технології**, які водночас знижують ресурсоемність кінцевої продукції, підвищують продуктивність використання природних ресурсів, а також забезпечують запобігання забрудненню НПС. Ці технології є менш забруднювальними, сприяють раціональнішому використанню всіх ресурсів, дають можливість повторно переробляти більше відходів, що утворюються, і забезпечити раціональніше поводження з кінцевими відходами порівняно з технологіями, які вони замінюють.

Екологічно чисті технології є маловідходними або безвідходними «технологіями переробки й отримання готового продукту» і тому сприяють запобігання забрудненню навколишнього середовища. До них також належать «технології переробки в кінці виробничого циклу» або технології очищення, призначені для усунення забруднення [4].

Зауважимо, що екологічно чисті технології являють собою комплексні інтегровані системи, які передбачають наявність спеціальної науково-технічної інформації, процедур, товарів, послуг і обладнання, а також методик відповідної організаційної й управлінської діяльності (логістики).

Загальну схему формування екологічно чистого виробництва зображено на рис. 1.8.

Здебільшого у разі створення екологічно чистого виробництва виникає потреба розроблення і реалізації **програм екологічної модернізації** виробничих систем відповідно до структури, показаної на рис. 1.9.

Залучення інвестицій на капіталомістку екологічну модернізацію виробництва (а це може бути і цілковита зміна старих конструкцій та технологічного обладнання) відбувається на підставі техніко-економічного та екологічного обґрунтування ефективності використання й окупності залучених інвестицій. В умовах дії принципів екологічно збалансованого сталого розвитку суспільства стають жорсткішими екологічні вимоги до здійснення інвестиційного процесу, розширюється обсяг інженерно-екологічних та інженерно-економічних обґрунтувань. При цьому вводяться нові екологічні аспекти інвестиційного проектування:

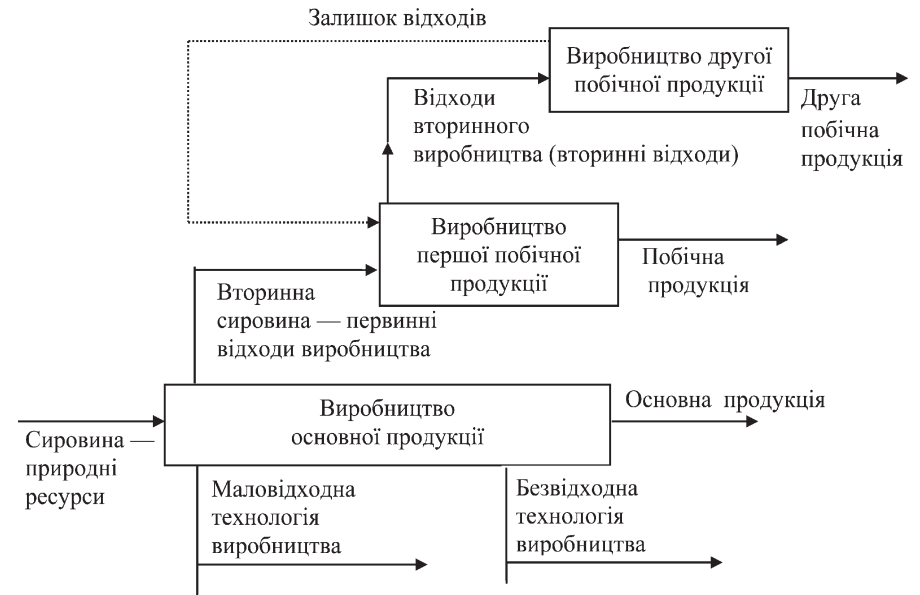


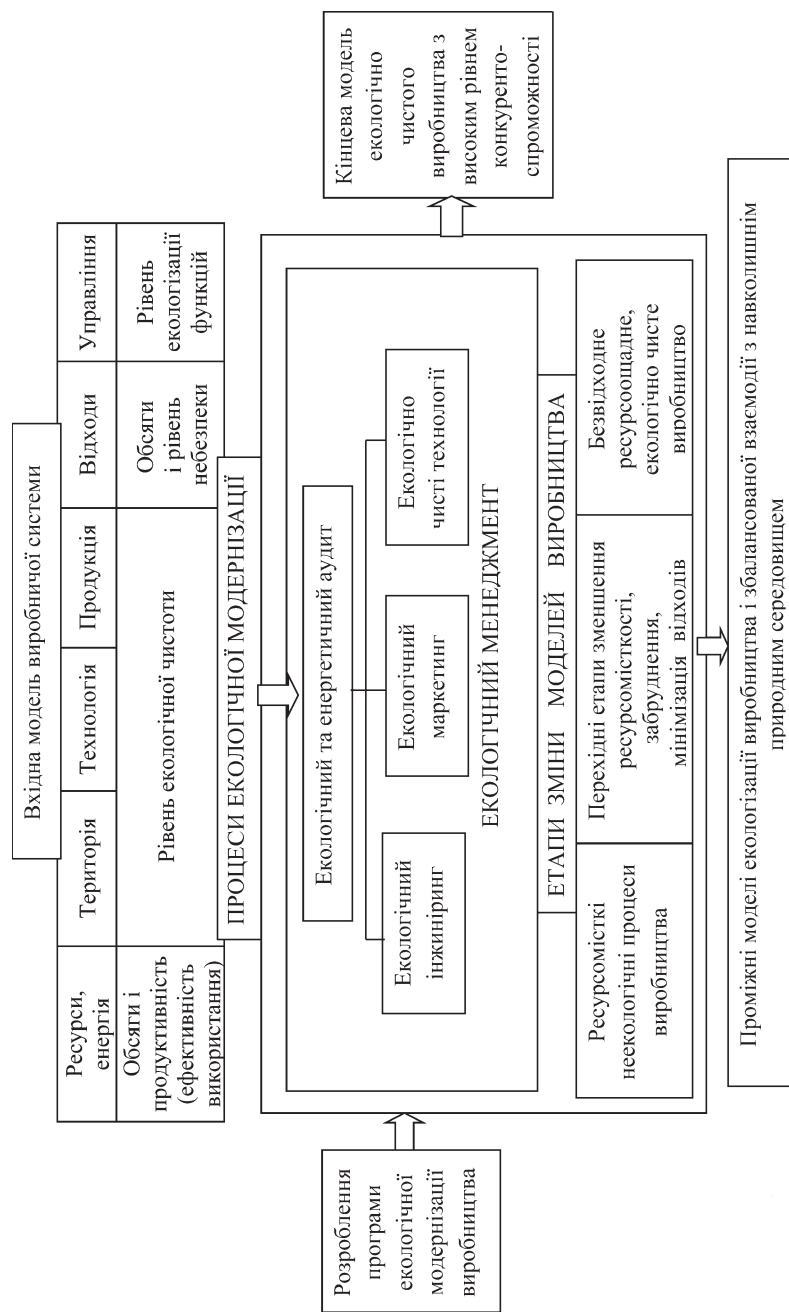
Рис. 1.8. Загальна схема формування екологічно чистого виробництва

- господарська чи техногенна ємність території екосистеми, де розташована виробнича система;
 - економічна цінність НПС;
 - якість НПС;
 - збалансованість ресурсно-виробничого потенціалу.
- Крім цих аспектів існують і традиційні:
- економічна шкода, завдана НПС об'єктом, що проектується;
 - екологічна ефективність результатів здійснення інвестиційного проекту, у тому числі природоохоронних заходів.

Оцінювання та ідентифікація всіх зазначених екологічних аспектів інвестиційного проектування і діяльності потребують відповідної системної нормативно-правової і методологічної бази, розроблення якої є надзвичайно складним інженерно-економічним та інженерно-екологічним завданням.

Інвестиційне проектування передбачає розроблення проекту оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС), який охоплює:

- оцінку екологічної шкоди;
- оцінку екологічного ризику;
- визначення компенсаційних природоохоронних заходів.



Розроблення програми екологічної модернізації виробництва

↑

Кінцева модель екологічно чистого виробництва з високим рівнем конкурентоспроможності

Рис. 1.9. Загальна структура екологічної модернізації виробництва

1.8. Інженерні основи екологізації виробництва та життєвих циклів продукції

Синергетичне моделювання взаємодії виробничих і екологічних систем з подальшим створенням систем екологічного управління на кожному підприємстві — це лише передумова екологізації виробництва як фактора екологічно збалансованого інноваційного розвитку галузей економіки.

У межах функціонування системи екологічного управління мають бути задіяні інженерні та економічні методи і важелі забезпечення еколого-виробничого кругообігу так, щоб прибуток підприємства був «зеленим».

У сучасній науці велика увага приділяється теоретичному обґрунтуванню еколого-виробничого кругообігу. Як уже зазначалося, виробничі системи будуть дедалі більше доповнюватися редуційними системами, що займаються зовнішніми ефектами діяльності людини у сфері виробництва і споживання. У зв'язку з цим постає завдання розроблення, по-перше, теоретичних основ такого інтегрованого підходу до виробництва і редуції, по-друге, інженерних методів планування процесів виробництва і редуції, вибору технологій виробництва і поводження з відходами [17, 37, 48].

На будь-якому підприємстві завжди є функції процесного менеджменту виробництва, у тому числі і для процесів рециркулювання і комбінованих систем, у яких для виробництва можуть повторно використовуватися рециркульовані чи додатково оброблені деталі й матеріали (*Remanufacturing planning*). Традиційно доводиться вирішувати на практиці численні питання, а саме: як організувати нове виробництво (вибір і налагодження технології, прогнозування потреб, визначення потужностей); якими методами здійснювати всі стадії планування і керування поточними виробничими процесами (постачання матеріалів, розподіл плану в просторі і часі, контроль за якістю); як провести реінжиніринг виробничого процесу у зв'язку з великим динамізмом ринків.

Екологічне законодавство економічно розвинутих країн примусово наполягає саме на переробці відходів (якщо неможливий найбільш раціональний та екологічно безпечний шлях — запровадження технологій, що запобігають утворенню відходів). Широкомасштабна переробка відходів, своєю чергою, можлива тільки тоді, коли існує відповідна інфраструктура чи технологічні системи утилізації і переробки відходів.

Ці системи є комбінацією таких процесів поводження з відходами:

- збирання і сортування відходів;
- видалення шкідливих речовин;
- утилізація матеріалів;
- термічна обробка й утилізація енергії та залишкових матеріалів;
- збереження залишкових матеріалів, які не підлягають утилізації.

Вторинне використання відходів у деяких країнах Євросоюзу, наприклад у Німеччині, Франції та ін., є правовим обов'язком, якщо він припустимий з економічного погляду. Такими технологічними системами збирання і переробки охоплено до 70 % відходів. Вони складаються з часткових процесів збирання, поділу, сортування, класифікації, підготовки і виведення на ринок. Реалізація цілісної господарської концепції припускає логістичну концепцію збирання і сортування, високу норму утилізації відходів, а також задовільну якість і чистоту зібраних залишкових матеріалів. Нарешті, видалення відходів відбувається за допомогою депонування, спалювання чи хімічної й фізичної обробки. Для спеціальних відходів, що потребують особливого нагляду, необхідні документальне підтвердження і дозвіл на перевезення. Документально фіксуються постачальник, перевізник, приймачальник відходів тощо. Суворі правила і високі витрати видалення відходів автоматично ведуть до того, що самі підприємства починають порівнювати альтернативні стратегії запобігання утворенню й утилізації відходів.

Виходячи з кінцевого результату екологізації виробництва як процесу відтворення рівноваги екосистем, їхнього природного капіталу і біотичного механізму регулювання, а також теорії еколого-виробничого кругообігу, **розглянемо інженерні засади екологізації виробничих систем.** Вони складаються з таких принципових положень:

- підвищення продуктивності використання природного капіталу з подальшим зменшенням природоємності продукції;
- впровадження систем підвищення енергетичної ефективності виробництва та енергозбереження на підставі рекомендацій енергетичного аудиту;
- застосування ефективних редуційних процесів поводження з відходами, створення інтегрованих виробничо-редукційних систем з технологіями збирання і сортування, утилізації відходів на підставі рекомендацій аудиту мінімізації відходів;

- технологічне оновлення виробничих систем відповідно до стандартів екологічної чистоти технологій, продукції і переходом на мало-відходні і безвідходні технології виробництва на підставі рекомендацій екологічного технологічного аудиту;

- нарощення потужностей інженерного захисту екосистем, навколишнього середовища з упровадженням ефективних очисних технологій, у тому числі біотехнологій;

- екологізація інженерного проектування, інвестиційних процесів, створення нових і реконструкція діючих виробничих потужностей через розширення нормативно-методичної бази екологічних показників і запобігання забрудненню (крім оцінювання екологічних впливів і ризиків уведення або підсилення показників природомісткості продукції, чистоти її життєвого циклу).

Наведені принципи реалізуються передусім через технологічне оновлення [17].

Розглянемо теоретичні засади вибору технологій. Можна виокремити кілька основних видів технологій:

- технології, що оновлюють і доповнюють уже наявні виробничі процеси з метою зниження завданого ними шкідливого впливу на НПС (end-of-pipe technologies);

- інтегровані технології, що використовують принципово нові технологічні підходи, які дають змогу мінімізувати або цілком усунути негативний вплив на НПС, заздалегідь запобігаючи самій можливості його виникнення (integrated technologies);

- технології, повторного (вторинного) використання продуктів, компонентів, деталей і відходів, а також технології рециркулювання.

Технології, що відносяться до третього із зазначених видів, мають розроблятися для вторинного виробництва подібно до циклічних продуктових потоків. Вони можуть охоплювати:

- пряме вторинне використання без застосування демонтажних технологій (наприклад, перезарядження картриджів для принтерів комп'ютерів);

- повернення у виробничий процес використаних продуктів чи деталей (наприклад, пакування);

- демонтаж, обробку і повторне використання у виробничому процесі (наприклад, деталей автомобілів чи комп'ютерів).

Системи повернення використаних продуктів і деталей, зазвичай, організуються за одним із трьох принципів (рис. 1.10):

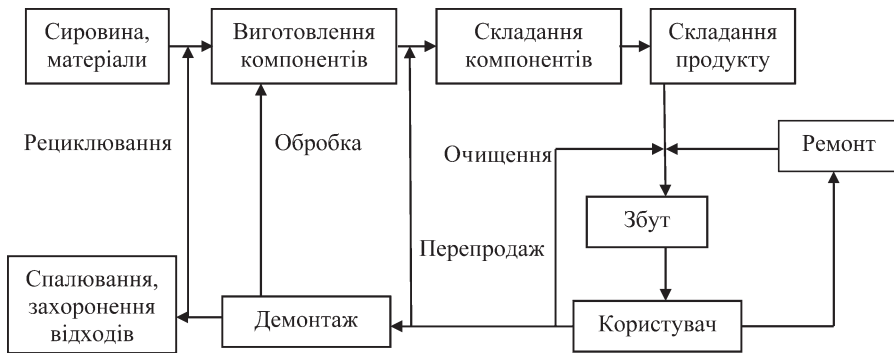


Рис. 1.10. Можливості вторинної переробки і використання виробів

- 1) користувач повертає їх до виробника чи до уповноваженої фірми (комп'ютер чи автомобіль — за лізинговим контрактом);
- 2) виробник чи спеціалізована фірма збирають їх самі у користувачів (контейнери, будівельні відходи, сміття);
- 3) комбінація перших двох випадків (продукти приймаються центрами рециклювання).

При переході від простих промислових продуктів до сервісних пакетів «продукт–послуга» нові технології охоплюють не тільки технічну реалізацію продукту, а й дедалі більшою мірою створення функціонуючої сервісної системи.

Зауважимо, що всі виробничі системи розвиваються так, що традиційним результатом є виснаження природних ресурсів і забруднення НПС. Принципи сталого розвитку вимагають застосовувати моделі інноваційного розвитку з урахуванням теорії і практики еколого-виробничого кругообігу з використанням технологій поводження з відходами.

Екологічні аспекти будь-якої продукції на стадіях її життєвого циклу є, по суті, екологічними аспектами продукційних систем, що являють собою модель ЖЦП від використання сировини до утилізації відповідно до міжнародного стандарту ISO 14040.

Основні етапи життєвого циклу продукції охоплюють:

- наукові дослідження;
- конструкторські розробки;
- технологічну підготовку;
- видобування, постачання і зберігання природних ресурсів;
- виробництво й постачання енергоресурсів;
- проектування продукції та її виробництво;
- транспортування, зберігання і реалізацію продукції;

- споживання продукції;
- утворення і видалення відходів;
- переробку, захоронення та утилізацію відходів виробництва;
- утилізацію відходів, споживання продукції.

Приклад схеми життєвого циклу будівельної продукції наведено на рис. 1.11. Цей цикл має свої специфічні особливості й зазвичай вважається інвестиційним процесом, який передбачає проведення обов'язкових передінвестиційних загальносистемних екологічних обґрунтувань з метою встановлення відповідності проектною пропозиції законам взаємодії виробничих і екологічних систем: закону оптимальності й достатності, величині та розмірам природно-ресурсного потенціалу, правилам інтегрального ресурсу і взаємовпливу екологічних компонентів, закону природних і соціальних обмежень.

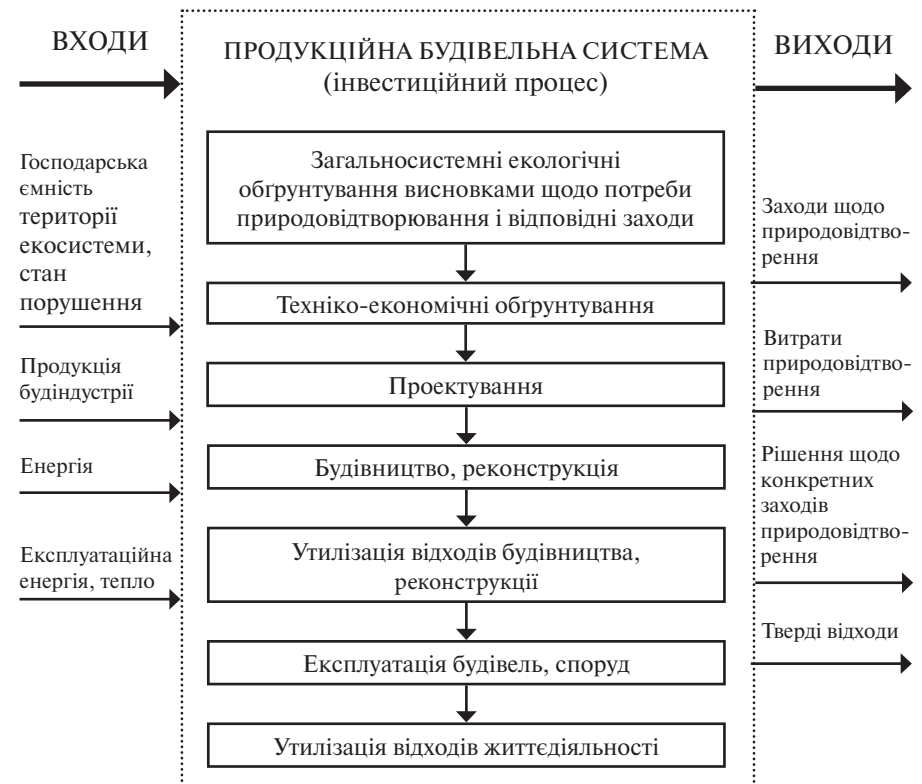


Рис. 1.11. Схема життєвого циклу будівельної продукції — інвестиційного процесу

У процесі розроблення передінвестиційних екологічних обґрунтувань мають бути проінвентаризовані та проаналізовані з екологічного погляду такі компоненти функціонування виробничої системи, як:

- вхідні потоки сировини, матеріалів і енергії;
 - технологічні процеси виробництва продукції і використання палива, електроенергії, тепла;
 - придбання енергоносіїв;
 - видалення і розміщення відходів виробництва;
 - підготовка відходів для використання у виробництві вторинної продукції;
 - технологічні процеси вторинного використання палива, низькопотенціальної теплоти електроенергії, тепла;
 - технологічні процеси переробки бракованої продукції;
 - виробництво допоміжних матеріалів;
 - використання земельних ділянок;
 - схеми обслуговування основного технологічного обладнання;
 - викиди в повітря, скиди у воду, ґрунти забруднювальних речовин.
- Мета інвентаризаційного аналізу полягає у виявленні й оцінюванні всіх джерел негативного впливу на навколишнє середовище для:
- оцінки можливостей підвищення екологічної чистоти технологій, продукції на різних стадіях життєвого циклу;
 - надання інженерно-аналітичної інформації для встановлення пріоритетів стратегічного планування й розроблення інноваційних програм екологічної модернізації виробництва;
 - вибору характеристик екологічності виробництва;
 - урахування під час проведення екологічного маркетингу;
 - запровадження екологічного маркування для заяви про декларацію екологічної чистоти продукції;
 - створення ефективної системи екологічного та інноваційного менеджменту.

Для здійснення інвентаризаційного аналізу продукційна система, як модель життєвого циклу продукції і базова модель виробництва, має бути деталізована до рівня технологічних процесів, щоб кожен простий процес відповідав одній або кільком функціям (див. дод. 1.) Прості процеси з'єднуються між собою елементарними структурними потоками у вигляді сировини, енергії, напівфабрикатів, відходів. Потоки вторинної продукції переходять в інші продукційні системи, для яких вони є вхідною сировиною. Оскільки продукційну систему можна вважати фізичною системою, то кожен простий процес у ній підпорядковується

загальним законам збереження маси й енергії. Це дає можливість перевірити правильність виокремлення функціонально простих процесів і оцінити адекватність взаємодії виробничих і екологічних систем, а також оцінити ЖЦП в цілому, його екологічну чистоту. Життєвий цикл продукції оцінюється на основі моделей, що презентують основні елементи продукційної системи. У подальшому вони можуть використовуватися під час формування галузевих моделей виробництва і споживання для здійснення їх оцінки щодо відповідності вимогам екологічно збалансованого сталого розвитку [20].

Оцінка життєвого циклу продукції (ОЖЦП), як і система оцінювання екологічних характеристик, індикаторів діяльності підприємства, має дуже широку сферу застосування, виходячи далеко за межі простого відображення внутрішніх процесів, що відбуваються в організації. Головна особливість ОЖЦП полягає в тому, що цей інструмент дає можливість зосередити увагу на екологічних аспектах, пов'язаних з виробництвом і споживанням продукції (послуг) підприємства. При цьому як реальні, так і потенційні впливи досліджуються протягом усього ЖЦП, «від колиски до могили», тобто від видобування сировини та її придбання підприємством до виробництва продукції, її використання й утилізації.

Екологічну оцінку життєвого циклу можна використати також для порівняння екологічних впливів різних технологій. У цьому разі можна виокремити такі стадії здійснення екологічної ОЖЦП:

1. Визначення процесів ЖЦП, на яких спостерігається найбільший вплив технологій на НПС.
2. Оцінювання енергетичних і матеріальних ресурсів, що використовуються для виробництва певного продукту, а також викидів (скидів), тобто всіх видів негативного впливу на навколишнє середовище, що були визначені на стадії (1).
3. Аналіз механізму й оцінювання загального впливу технологій на навколишнє середовище.
4. Визначення порядку й формування стратегії поліпшення екологічних характеристик на кожному етапі ЖЦП.

Одним із завершальних етапів екологічної ОЖЦП може бути складання екологічного балансу продукції. Він може мати вигляд таблиці, у графі якої вписуються фази ЖЦП, у рядки, по можливості, — структуровані показники основних видів навантаження на НПС: «вилучення» ресурсів і надходження шкідливих речовин і відходів у навколишнє середовище, утворення та накопичення відходів [17].

Матричний підхід дає змогу бачити взаємозв'язок двох інформаційних інструментів, а саме: *екологічних балансів* (вхідних і вихідних — при виробництві продукту) та *екологічної ОЦЖП*. У межах цього підходу можна також враховувати такі екстерналиї, як використання земельної площі, специфіку впливу на структуру ландшафту, а також оцінку «старих екологічних боргів» підприємства (у тому числі і «старе» забруднення ґрунту токсичними речовинами чи солями важких металів). У процесі складання такого розширеного балансу необхідно виконати дослідження таких сфер втручання підприємства в НПС:

- використання території: вид та інтенсивність використання;
- забудова: вид і форма забудови, вплив на забудовувані землі;
- земляні роботи: при будівництві виробничих і адміністративних будинків, комунікацій різного призначення;
- основні засоби виробництва: специфіка впливу на НПС;
- складські приміщення: характеристика матеріалів та речовин, що зберігаються;
- інші компоненти негативних впливів на НПС (наприклад, забруднення ґрунту солями важких металів).

1.9. Основи екологічної інженерії сталого розвитку

Глобальні інноваційні орієнтири екологічної інженерії сталого розвитку визначені в підсумковому документі Генеральної асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний в галузі сталого розвитку на період до 2030 року», Паризькій кліматичній угоді на період до 2050 року та Угоді про асоціацію між Україною та Європейським Союзом.

Інноваційні орієнтири Глобальної стратегії сталого розвитку на період до 2030 року:

- забезпечення здобуття знань і навичок, пріоритетних для сприяння сталому розвитку;
- активізація дослідження та поширення технологій на основі екологічно чистої енергетики, зокрема відтворювальної енергетики;
- модернізація промислових підприємств та підвищення ефективності використання ресурсів та ширше застосування чистих та екологічно безпечних технологій, виробничих процесів;
- сприяння розвитку екологічно сталої структури виробництва.

Інноваційні орієнтири Паризької кліматичної угоди на період до 2050 року:

— зміцнення інноваційного потенціалу, підвищення стійкості до змін клімату і скорочення викидів парникових газів;

— посилення синергізму технологічних механізмів запобігання змінам клімату та адаптації до змін.

У статті В. Бовтенко «Адаптація в Україні екологічного імперативу ООН — шанс на майбутнє процвітання» («Дзеркало тижня» № 37 (283) від 15 жовтня 2016 р.) наведено варіант технологічної платформи з п'яти інноваційних блоків:

- перехід на відновлювані джерела енергії;
- використання інтернет-технологій для перетворення енергосистем кожного континенту на інтелектуальну електромережу, що забезпечує перерозподіл енергії між споживачами;
- використання ефективних технологій для акумулювання енергії, що періодично генерується в будівлях;
- перетворення всіх будівель на кожному континенті на міні-електростанції, що виробляють електроенергію в місцях її споживання: локальні синергетичні моделі раціонального споживання і виробництва електроенергії;
- переведення транспортного парку на електродвигуни.

Інноваційні орієнтири Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом:

- інноваційне спрямування на моделі сталого розвитку та «зелену» економіку;
- заохочення інвестицій в екологічно чисті товари, послуги й технології, використання збалансованих джерел відновлювальної енергії та енергозберігаючих технологій, послуг, продуктів;
- стале виробництво біопалива та інших альтернативних видів палива;
- інноваційне співробітництво в межах «Угоди про співробітництво у сфері науки та технології між Україною та Європейським Співтовариством» з метою розвитку та вдосконалення технологій у галузі виробництва енергії, її транспортування, постачання та кінцевого споживання;

— орієнтація на європейські програмні документи з поширення еко-інновацій: План дій щодо розвитку технологій захисту довкілля (ЕТАР), План дій з еко-інновацій (ЕсоАР), 2011 р. [19].

Донедавна теорія сталого розвитку мала переважно еколого-економічну й еколого-правову спрямованість. Це еколого-економічні ме-

ханізми, інструменти сталого розвитку; еколого-правові форми, методи взаємодії суб'єктів сталого розвитку (державних, громадських і бізнесових кіл суспільства). Набули також поширення теорія і практика екологічного управління (менеджменту) на основі нормативного системного і комплексного міжсередовищного і міжсекторального підходів.

На сучасному етапі набуває пріоритетності розвиток напрямів зміни нестійких моделей виробництва і споживання, механізмів чистого виробництва та екологізації ЖЦП. Це вже інженерні аспекти, які привели до усвідомлення необхідності формування і розроблення теоретичних і методологічних основ чотирикомпонентної концепції сталого розвитку з «технологічною» складовою, як це було запропоновано шведськими вченими.

Для сталого розвитку характерні процеси системної екологізації суспільства, економіки й виробництва, а також відтворення і підтримання природних властивостей та якості екосистем. Ці процеси відбуваються при взаємодії множини факторів (рис. 1.12).

Така взаємодія має як позитивний, так і негативний вплив і наслідки. Баланс взаємодії позитивних і негативних факторів, їхня динамічна рівновага досягаються завдяки застосуванню комплексу різноманітних заходів, у тому числі інженерних. Наприклад, зменшення негативного технологічного впливу на стан екосистем, зміцнення їх асиміляційного потенціалу досягається за рахунок застосування різних інженерних методів та технологій запобігання забрудненню й утворенню відходів, ефективного поводження з відходами, посилення продуктивності й ефективності використання природних ресурсів, енергозбереження і впровадження альтернативних джерел енергії (сонячної, вітру, приливів, термоелектричної тощо).

Зміцнення позитивного впливу суспільства на підвищення якості НПС, підтримання біорізноманіття і посилення асиміляційного потенціалу екосистем забезпечується застосуванням інженерно-біологічних методів і технологій реконструкції порушених територій, ландшафтів, будівництвом природозахисних споруд, зростанням екологічної культури й відповідальності.

Систематизація інженерних методів сприяння сталому розвитку презентована моделлю, поданою на рис. 1.12.

Запобігання і зменшення екологічних ризиків інвестиційної діяльності досягається застосуванням проектного інжинірингу, тобто інженерно-екологічного й інженерно-економічного обґрунтування інвестиційних та проектних рішень.

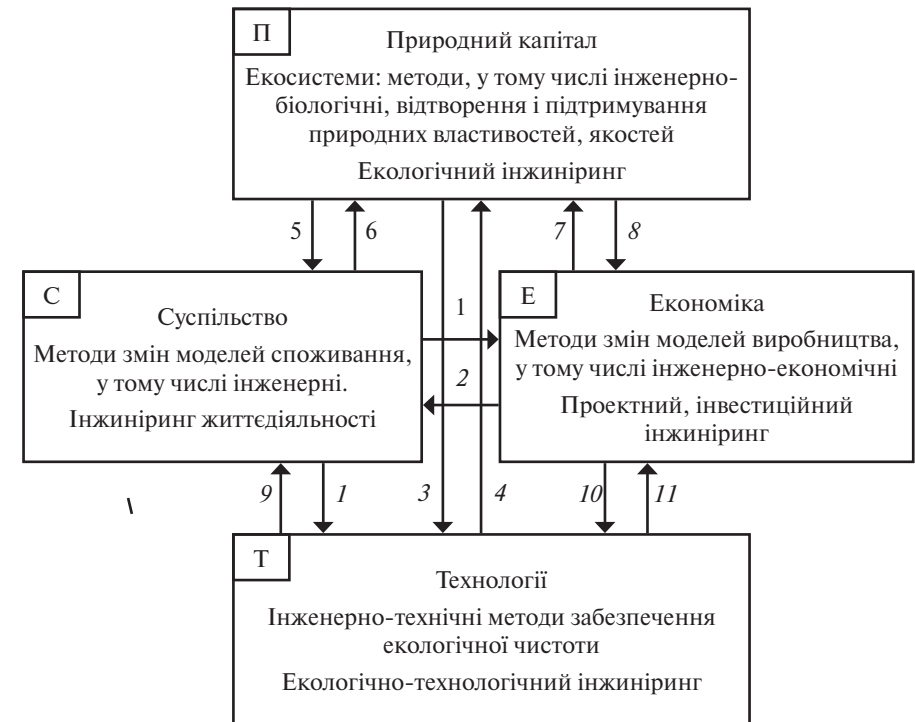


Рис. 1.12. Концепція інженерного забезпечення сталого розвитку і взаємодії його складових:

1 — трудові ресурси, інвестиції, рівень економічних та екологічних потреб, рівень інженерно-економічної, екологічної підготовки; 2 — задоволення потреб з екологічними обмеженнями, попит на знання і вимоги до системи підготовки; 3 — природні ресурси (обмеженість, продуктивність та ефективність використання); 4 — відходи, запобігання забрудненню НПС і мінімізація відходів; 5 — середовище життєдіяльності, якість і тривалість життя; 6 — якість НПС, підтримка біорізноманіття; 7 — відшкодування втрат природного капіталу, екосистемного асиміляційного потенціалу; 8 — природокористування (матеріальні ресурси, територія екосистем); 9 — рівень освіти, якість та екологічна чистота продукції, попит на інновації; 10 — основні виробничі фонди (попит, розміщення, будівництво, оновлення); 11 — конкурентоспроможність продукції, виробництва, економіки

Екологічні збитки, втрати природного капіталу, втрати на інженерні заходи мають бути у повному обсязі відшкодовані національною економікою, тобто її державним, суспільним і бізнесовим секторами. Норми відшкодувань, екологічні податки мають бути приведені у відповідність до потреб на відтворення і підтримування природних влас-

тивостей та якості екосистем, зміцнення природного капіталу, його нагромадження для наступних поколінь.

Отже, існує велике різноманіття інженерних (інженерно-технічних, інженерно-екологічних, інженерно-економічних) методів забезпечення збалансованої взаємодії всіх складових сталого розвитку (рис. 1.12).

У першому виданні підручника «Інженерна екологія» описано систематизоване угруповання складових (аспектів) і факторів сталого розвитку, що наведене в табл. 1.1 з урахуванням процесів взаємодії складових, зазначених на рис. 1.1.

Таблиця 1.1

Угруповання складових (аспектів) і факторів сталого розвитку

Номер на рис. 1.12	Складові (аспекти) і фактори сталого розвитку	Аспекти, що визначають фактор розвитку	Інженерні методи забезпечення
(П) Екосистеми, їх функціонування та зміни			
6	Якість навколишнього природного середовища. Підтримка біологічного різноманіття	(С) Суспільство	Інженерно-біологічні методи природовідтворення
4	Запобігання забрудненню й утворенню відходів, ефективність поводження з відходами	(Т) Технології	Інженерно-технологічні методи запобігання забрудненню, мінімізації відходів, поводження з відходами
7	Відшкодування збитків від природокористування	(Е) Економіка	Інженерно-економічні механізми та маркетинговий інжиніринг
(Е) Економіка, функціонування і зміни на «зелену»			
1	Трудові ресурси. Інвестиції («зелені»). Попит на екологічну продукцію.	(С) Суспільство	Інженерно-екологічна підготовка. Проектний та інвестиційний інжиніринг
8	Матеріальні ресурси. Природокористування	(Е) Екосистеми	Інженерні методи раціонального природокористування

Закінчення табл. 1.1

Номер на рис. 1.12	Складові (аспекти) і фактори сталого розвитку	Аспекти, що визначають фактор розвитку	Інженерні методи забезпечення
12	Конкурентоспроможність	(Т) Технології	Інженерні методи екологізації життєвого циклу продукції з оцінюванням екологічної чистоти
(Т) Технології, синергізм функціонування та екологізація			
3	Природні ресурси (обмеженість, продуктивність, і ефективність використання)	(П) Екосистеми	Інженерні методи ресурсо- і енергозбереження. Інженерія технологічного синергізму
10	Трудові ресурси. Інновації. Рівень технологічної освіти	(С) Суспільство	Інженерно-екологічна підготовка, компетентність. Інноваційний інжиніринг
11	Основні виробничі фонди (розміщення, будівництво, оновлення)	(Е) Економіка	Інженерно-економічні та будівельні методи. Проектний інжиніринг
(С) Суспільство. Екологізація життєдіяльності, зміна моделей споживання			
2	Дохід на душу населення. Задоволення потреб з екологічними обмеженнями	(Е) Економіка	Інженерія «зеленої» економіки. Екологізація моделей виробництва і споживання
5	Тривалість та якість життя	(П) Екосистеми	Інженерія природовідтворення
9	Екологічно чиста продукція. Рівень екологізації освіти	(Т) Технології	Інженерія технологічного синергізму

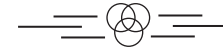
Систематизовану множину інженерних методів забезпечення сталого розвитку можна за більш предметного підходу доповнювати й розвивати залежно від досліджень множини факторів сталого розвитку. У цьому розділі інженерно-екологічну методологію викладено в такому обсязі, який автори вважали за потрібне для забезпечення формування складових професійної компетентності за освітньою програмою «Інженерна екологія».

Компетентність: рекомендований перелік світоглядно-теоретичних складових професійних компетенцій за напрямом «Інженерна екологія»

1. Здатність системно усвідомлювати нові глобальні тенденції зміни моделей виробництва і споживання, сталого розвитку інноваційного спрямування в XXI столітті.
2. Здатність усвідомлювати нові світоглядні цінності професійної міждисциплінарної інженерної діяльності.
3. Здатність професійно мислити новими поняттєвими категоріями цілісності спільносвіту; розуміти синергетичні основи професійної діяльності («все пов'язано з усім»).
4. Здатність розуміти синергетичну сутність екологічної інженерії сталого розвитку інноваційного спрямування в контексті нових тенденцій глобального інноваційного імперативу, зокрема четвертої промислової революції (Індустрія 4.0).
5. Розуміння універсальної сутності синергетичних законів, закономірностей взаємодії технічних, виробничих та природних, біоекологічних систем.
6. Здатність усвідомлювати українські теоретико-світоглядні витоки синергетично-ноосферної парадигми сталого розвитку інноваційного спрямування.
7. Базові знання фундаментальних основ коеволюції природних та антропогенних систем; розуміння причинно-наслідкових зв'язків антропогенного впливу та вміння їх використовувати у професійній діяльності.
8. Здатність розуміти синергетичну сутність поєднання, злиття індустріальних, цифрових та біоекологічних технологій; вміння моделювати технологічний синергізм.
9. Базові знання з основ концептуального моделювання взаємодії виробничих та екологічних систем.
10. Базові знання з основ інноваційних процесів; вміння їх проектувати, здійснювати інноваційний менеджмент на рівні професійно-інженерної діяльності.
11. Базові знання про екологічні інновації та розуміння їх ролі у формуванні інноваційної спрямованості сталого розвитку галузевої індустрії.
12. Здатність розуміти технологічний синергізм як характерний для сталого розвитку інноваційний процес екологічної інженерії;

уміння формувати бізнес-моделі технологічного синергізму (каскадні, кластерні, рециклінгові тощо).

13. Знання інженерних основ екологізації виробництва, життєвих циклів продукції, як інноваційного процесу досягнення збалансованості сталого розвитку галузей індустрії.
14. Знання інженерно-екологічних основ програмних документів ООН зі сталого розвитку: екологічно чистих технологій виробництва; технологічних моделей «зеленої» економіки тощо; уміння адаптувати інноваційні положення програмних документів ООН у практику інженерної діяльності.
15. Знання основ екологічної інженерії сталого розвитку.



Розділ 2

СИНЕРГЕТИЧНА МЕТОДОЛОГІЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ЕКОЛОГІЇ

2.1. Загальнометодологічні підходи в інженерній екології сталого розвитку

Сучасна трикомпонентна синергетична модель збалансованої інтеграції біосферних, соціоноосферних та техносферних систем життєдіяльності суспільства з отриманням синергетичного ефекту інноваційно-інтелектуальної сталості, досконалості розвитку посилила методологічну роль еколого-інноваційної інженерії в концепції сталого розвитку. Слід визнати інноваційну модель сталого розвитку Швеції з інженерно-технологічною компонентою як найбільш конкурентоспроможну з-поміж підходів інших країн до вибору моделей, стратегій сталого розвитку. Натепер ефективність інноваційної, інженерно-технологічної моделі сталого розвитку демонструє Китай. Неосяжність перспектив технологічного синергізму підтвердила четверта промислова революція (Індустрія 4.0) [31, 32].

Отже, традиційна методологія системного підходу до розвитку лінійних систем має трансформуватися у відповідну сучасним синергетичним технологічним тенденціям методологію інноваційного системно-синергетичного підходу до сталого розвитку нелінійних, складно організованих систем, процесів.

Основи системно-синергетичної методології сталого розвитку викладені в публікаціях Л. Г. Мельника, В. С. Білоуса, М. О. Клименка та інших вітчизняних науковців [39, 20, 30].

Саме така інноваційна методологія відповідає вимогам Плану виконання рішень Всесвітнього саміту на вищому рівні в Йоханнесбурзі (2002) щодо сталого розвитку, а саме: «забезпечити ширше використання комплексних наукових оцінок, міждисциплінарних і міжсекторальних підходів» [5]. Тобто забезпечити поширення синергетичної методології сталого розвитку, яка є ускладненим інваріантом методології системного підходу [20].

Синергетичний підхід у дослідженнях складних систем поширює та доповнює його своїм міждисциплінарним методом з орієнтацією на виявлення закономірності самоорганізації, взаємодії складних нелі-

нійних систем: соціоприродних, еколого-виробничих, інженерно-екологічних тощо.

Розглянемо докладніше фундаментальні методологічні підходи. Екологічно-збалансований (сталий) розвиток суспільства ґрунтується на синергетичній взаємодії виробничих та екологічних систем відповідно до вимог, визначених екосистемними законами і загальними принципами, методологією системно-синергетичного підходу до аналізу, оцінок і моделювання складних еколого-господарських утворень чи виробничих комплексів. Володіння методологією системно-синергетичного підходу при здійсненні будь-якої діяльності, зокрема інженерної, є ознакою високого рівня міждисциплінарного професіоналізму.

Ефективність будь-якої діяльності залежить від трьох основних чинників: системності, методичності і стандартності функцій.

Поняття системи, що визначена як сукупність взаємодіючих частин, уперше було запропоновано біологом Людвігом фон Берталанфі, ідеї якого набули розголосу в 30-х роках ХХ століття.

Науковець сформулював **теорію відкритих систем**, яка розкриває процес обміну між організмом і НПС. Як бачимо, загальна теорія систем має синергетичне походження. Це дає історичні підстави вживати термін «системно-синергетичний підхід».

Синергетична теорія відкритих систем спочатку застосовувалася в науці про життя, зокрема у фізіології, а потім у психології, соціології, антропології, економіці, управлінні та виробництві [38].

Водночас із розробкою Людвігом фон Берталанфі теорії відкритих систем над цією проблемою працювали представники й інших галузей науки. У 1954 році відбулась міжнародна зустріч відомих науковців, результатом якої було заснування Громади з досліджень у галузі загальної теорії систем.

У загальній теорії систем Л. Берталанфі виокремлюються три фундаментальні напрями.

1. Системно-синергетична філософія спрямовується на формування системно-синергетичних засад мислення і світогляду. Тут варто розглядати чотири головні ідеї системної філософії, якими послуговуються, формулюючи узгоджену концепцію системи: упорядковану цілісність, самостабілізацію, самоорганізацію та ієрархізацію.

2. Наука про системи досліджує за допомогою емпіричного методу системні концепції у фізичних і суспільних науках. Тут зроблено спробу оцінити рівні синергетичних складнощів та засоби взаємодії і взаємовідносин між компонентами досліджуваної системи.

3. Системна технологія застосовується для розв'язання проблем, що виникають у промисловості та суспільстві. При цьому теорії систем переносяться на операційні процеси системно-синергетичного аналізу, тобто в теорію управління, дослідження операцій, інформатику і промислову інженерію для пошуку практичного вирішення конкретних проблем.

Системний підхід виник як загальнонауковий метод на основі загальної теорії систем. У 60–70-х роках ХХ століття у США він розглядався в поєднанні із системним аналізом у вигляді «нормативної методології ухвалення рішень», тобто в управлінському аспекті — у вигляді пошуку й ухвалення ефективних управлінських рішень.

Однак поняття «системний підхід» значно ширше. У звичайній практиці так називають будь-яке використання системної моделі об'єкта, тобто саме підхід до об'єкта, що розглядається як система. У цьому випадку системний аналіз можна тлумачити як методологічний інструмент системного підходу.

Загальними принципами побудови системно-синергетичної методології можна вважати такі:

1. Системність (принцип «система систем»), тобто виявлення більшості ознак, які використовують для опису систем.

2. Спрямованість дій осіб (керівників), які ухвалюють рішення, на дослідження і перевірку функцій системи з позицій її синергетичних зв'язків із НПС.

3. Саморегуляція і здатність сприяти вирішенню проблеми функціонування системи.

4. Здатність структурувати пріоритети розвитку (домінуючі елементи системи), упорядковувати їх у цілісності системи. Це важливо в умовах екологічних обмежень діяльності.

5. Спроможність забезпечувати синергетичний баланс між функціями дослідження внутрішнього стану системи та її відносинами з НПС, тобто забезпечувати динамічну міжпредметну рівновагу, сталість розвитку. А це означає, що особи, які ухвалюють рішення, повинні володіти процедурною методикою моделювання, встановлювати бажане (запроєктоване) призначення і структуру системи, ідентифікувати складові частини (структурні елементи), окреслювати альтернативні стратегії втручання, встановлювати пріоритети з-поміж структурних елементів, забезпечувати вихід альтернативних рішень, вибирати з них найкраще і застосувати його.

6. Здатність передбачати механізм зворотного зв'язку, щоб зберегалася можливість здійснювати коригувальні процедури і розв'язувати проблеми розвитку. Це стосується й організації процесів отримання та використання інформації з навколишнього середовища, призначеної для перевірки правильності управлінських рішень. Якщо зовнішня інформація запізнюється, недостатня за обсягом або недостовірна, то методологія має надати можливість спрогнозувати (промоделювати) реакцію навколишнього середовища.

Є також методології, що характеризуються лише окремими системними ознаками і не мають усіх системних властивостей. Цінність таких методологій обмежена, оскільки вони не можуть забезпечити досягнення кінцевого результату із заданою ефективністю.

Отже, за сучасних умов компетентна діяльність вимагає, як мінімум, володіння системними знаннями про таке:

- попередній і поточний стани досліджуваного об'єкта;
- цілі діяльності;
- методи досягнення цілей;
- можливі наслідки ухвалених рішень.

Системно-синергетичний підхід — фундаментальна методологія дослідження проблем на міждисциплінарному рівні у всій сукупності системних взаємозв'язків та ієрархічних рівнів; урахування всієї сукупності екологічних та виробничих аспектів, їхніх системних властивостей та екологічних характеристик, особливостей спеціальних методів та процедур, що використовуються для дослідження взаємодії.

Властивостями системи є емерджентність (цілісність), багаторівневність, комунікативність і наявність механізмів зворотного зв'язку.

На загальних принципах системного та системно-синергетичного підходів ґрунтуються такі універсальні методології, як SWOT-аналіз, екологічний та енергетичний аудит різних модифікацій. Сфери застосування SWOT-аналізу — стратегічне передбачення, зокрема технологічне, розроблення сценаріїв (стратегій) розвитку будь-яких систем (виробничих, економічних, соціальних, регіональних, корпоративних тощо). Українські науковці застосували методологію SWOT-аналізу для розроблення сценаріїв нових кластерів (драйверів) розвитку економіки України з головними складниками 6-го технологічного укладу на період 2020–2025 років [50].

Сучасна методологія SWOT-аналізу є обов'язковим етапом, інструментарієм підготовки і ухвалення складних управлінських рішень, дослідження проблем і розробки стратегій розвитку складних систем,

сфер життєдіяльності; стратегічного планування на загальнодержавному, регіональному, галузевому, корпоративному та місцевому рівнях.

Результати застосування SWOT-аналізу слугують базовими засадами запобігання або зменшення впливу на НПС; виявлення внутрішніх потенціалів розвитку та можливостей їх реалізації; пошуку альтернативних рішень з урахуванням слабких і сильних сторін життєдіяльності. Все це ознаки загальної гнучкої методології системного підходу в управлінні збалансованим розвитком складних систем з метою досягнення конкурентоспроможності, більшої ефективності, досконалості, стійкості в ринковому середовищі.

Суть аббревіатури SWOT-аналізу полягає у поєднанні чотирьох методологічних категорій:

Strengths — сильні сторони;

Weaknesses — слабкі сторони;

Opportunities — можливості;

Threats — загрози, ризики.

Загальне представлення аббревіатури SWOT у вигляді матриці наведено на рис. 2.1 [23].

	Позитивний вплив	Негативний вплив
Внутрішнє середовище	Strengths	Weaknesses
Зовнішнє середовище	Opportunities	Threats

Рис. 2.1. Матричне зображення SWOT

Сильні сторони — це особливі досягнення в діяльності, розвитку системи порівняно з іншими; передумови, що сприяють успішному розвитку, реалізації стратегій, збільшенню потенціалу (досвід, високий рівень професійної компетентності персоналу, наявність інноваційних технологій, доступ до унікальних ресурсів тощо).

Слабкі сторони — це низький рівень або відсутність професійної компетентності керівництва, персоналу; відсутність системності, комплексності, гнучкості ухвалення рішень; невідповідність функціональних структур стратегічним цілям; слабкий інноваційний потенціал та інші стимулювальні фактори, що створюють внутрішні проблеми розвитку конкурентоспроможності, досконалості.

Можливості — це зовнішні обставини, які сприяють нарощенню потенціалів розвитку (соціальних, екологічних, економічних, інноваційних), подоланню негативних впливів на конкурентоспроможність, життєдіяльність, безпечність тощо.

Загрози — це ризики, які виникають унаслідок кризових соціальних, економічних, екологічних, техногенних явищ у зовнішньому середовищі або неприйняття чи несвоєчасне вжиття запобіжних заходів, зміна політики, стратегії.

Результати SWOT-аналізу надають можливість оцінити спроможність системи, організації за рахунок власних сил і ресурсів протистояти загрозам, зменшити ризики, а також подолати внутрішні недосконалості.

Загальні принципи здійснення SWOT-аналізу:

Принцип 1. Для кожного SWOT-аналізу потрібно визначити конкретний об'єкт, сферу діяльності, щоб забезпечити можливість структурувати проблеми, пріоритети. Наприклад, система екологічної безпеки держави має захищати людину від екологічних загроз, що спричиняються як антропогенними, так і природними факторами. Отже, SWOT-аналіз проблем екологічної безпеки має починатися з конкретних природних чи антропогенних екологічно небезпечних об'єктів.

Принцип 2. Необхідно чітко аналізувати та визначати відмінності між сильними та слабкими сторонами як складовими SWOT-аналізу. Сильні (потенціали) та слабкі (проблеми) сторони — це внутрішні характеристики системи, а можливості та загрози (ризики) — характеристики, пов'язані з впливом зовнішнього невідконтрольного середовища. За цим впливом необхідно постійно спостерігати, оцінювати і розробляти упереджувальні та запобіжні заходи.

Принцип 3. Сторони можуть вважатися сильними або слабкими на підставі оцінки, обґрунтування незалежними провідними експертами; екологічними, енергетичними, фінансовими аудиторями. Необхідно враховувати лише найбільш впливові переваги та недоліки (проблеми); застосовувати спеціальну методику ранжування сильних сторін за визначеними критеріями пріоритетності (вагомості, небезпечності тощо).

Принцип 4. Головний критерій структуризації факторів зовнішнього чи внутрішнього впливу — це критерій контрольованості фактора. Якщо система (державна, галузева, корпоративна тощо) може контролювати фактор впливу, то слід відносити його до внутрішнього (внутрісистемного) середовища; якщо ні — то до зовнішнього середовища.

Інші фактори можуть бути віднесені одночасно як до сильних, так і до слабких сторін.

Фактор впливу слід деталізувати з метою зменшення або виключення сумнівів щодо його віднесення до переваг або недоліків, проблем. Так, наприклад, у дослідженні проблем реалізації національної екологічної політики, фактор наявності національного плану дій (НПД) може бути віднесений до сильної сторони і водночас до слабкої, якщо цей план не фінансується у необхідних обсягах. Якщо проблема фінансування реалізації НПД пов'язана з державним бюджетом, то цей фактор має бути віднесено до внутрішнього впливу (контрольований урядом України); а якщо недофінансування передбачених національною екологічною політикою заходів пов'язане з неконтрольованими урядом джерелами (Європейським Союзом, бізнес-сектором тощо), то це фактор зовнішнього впливу (середовища).

Принцип 5. Принцип реалістичності та об'єктивності, що ґрунтується на різних джерелах інформації, об'єктивних фактах і даних наукових досліджень. Наприклад, екологічний SWOT-аналіз має ґрунтуватися не тільки на результаті екологічного моніторингу, але й системного екологічного аудиту (техногенних об'єктів, територій, господарської діяльності об'єктів інфраструктури тощо), екологічної паспортизації, експертизи.

Важливо розуміти, що SWOT-аналіз — це не простий перелік поглядів експертів і фахівців з певної проблеми. Це дослідницький процес порівняльного аналізу й системних оцінок, висновків.

Принцип 6. Принцип коректності, уникнення надмірних і двозначних оцінок. Що точніші твердження, то достовірніше й корисніше SWOT-аналіз. Наприклад, для з'ясування проблемних питань екологічної безпеки держави необхідно порівняти достовірні оцінки стану екологічної безпеки держави з наявними варіантами, науковими оцінками стратегічного бачення.

Принцип 7. Принцип синергії взаємозалежності можливостей і загроз, які з часом можуть переходити у свою протилежність. Так, несвоєчасно реалізована можливість може стати загрозою, якщо нею скористується конкурент або переважають сили регресивної інерції мислення, дій. І навпаки, вчасно відвернута загроза може створити додаткову сильну сторону.

Принцип 8. За однакових умов реалізації будь-якої стратегії, політики, та з них, яка розроблена із застосуванням SWOT-аналізу, має

бути ефективніша і спрямована на максимально успішне використання своїх сильних сторін і переваг, потенціалів для компенсації слабких сторін і відвертання реальних і потенціальних загроз.

Принцип 9. Принцип універсальності методології SWOT-аналізу, який може бути застосований для неперервного вдосконалення будь-якої складної системи управління: соціальної, екологічної, економічної, технічної, загальнодержавної, регіональної, корпоративної тощо.

Базовий процес SWOT-аналізу передбачає такі кроки:

Крок 1. Визначення сильних і слабких сторін (потенціалів і проблем).

Крок 2. Визначення можливостей і загроз (ризиків).

Крок 3. Зіставлення сильних і слабких сторін із загрозами і можливостями.

Крок 4. Встановлення зв'язків між сильними і слабкими сторонами, загрозами і можливостями.

Крок 5. Розробка альтернативних стратегій: максимальної реалізації (потенціалів) з опорою на переваги (сильні сторони) (SO); використання сильних сторін відвертання загроз (ST); мінімізація впливу слабких сторін у разі реалізації наявних можливостей (WO); мінімізація впливу слабких сторін з метою подолання реальних загроз (WT).

Крок 6. Оцінка реального стану проблем, чинної стратегії системи, що показує, наскільки поточна стратегія відповідає її внутрішнім ресурсам.

Крок 7. Вибір стратегічних напрямів розвитку, вдосконалення системи, подолання проблем, використання потенціалів (економічних, соціальних, екологічних, технологічних).

Реалізуючи певні стратегічні кроки, доцільно використовувати зведену матрицю, показану на рис. 2.2.

Матриця надає можливість:

— просто і логічно демонструвати взаємозв'язок компонентів;

— віддзеркалювати як якісну, так і кількісну, як формальну, так і неформальну інформацію;

— здійснювати різні варіанти SWOT-аналізу, відображати широкий спектр явищ, чинників, аспектів, функціональних сфер діяльності системи управління;

— гарантувати безпеку, охорону НПС тощо;

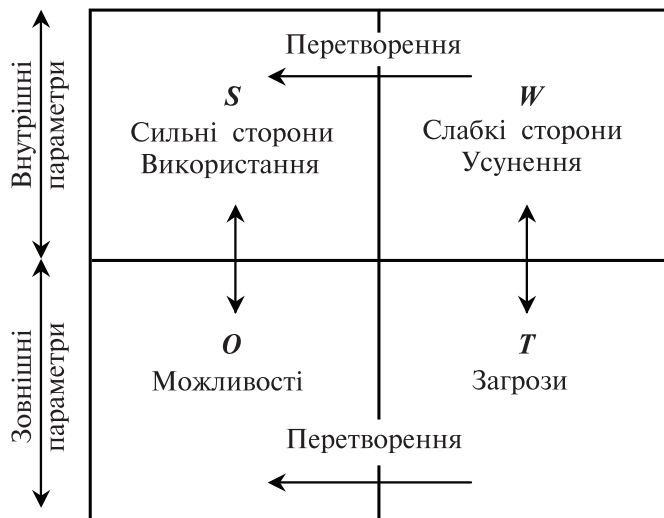


Рис. 2.2. Аналітична матриця SWOT-аналізу

— досліджувати сильні і слабкі сторони системи, можливості та загрози; оцінювати ресурси, потенціали системи;

— використовувати як наочну модель навчання, поглиблення компетентності; обговорювати необхідність змін, розглядати альтернативні варіанти пошуку оптимальних рішень;

розробляти висновки про те, наскільки поточний стан проблем, стратегій відповідає сучасному стану і змінам як зовнішнього, так і внутрішнього середовищ.

Методологія SWOT-аналізу допомагає дотримуватися системного підходу до пошуку і ухвалення рішень, знаходити відповіді на важливі питання причинно-наслідкових зв'язків.

Універсальні методології екологічного та енергетичного аудитів — це стандартизовані методології інженерно-екологічних/енергетичних досліджень як функціональних складових стандартизованих систем екологічного або енергетичного менеджменту чи незалежних аудиторських перевірок стану дотримання екологічного або енергетичного законодавства підприємствами, суб'єктами господарювання [12, 13].

Екологічний та енергетичний аудити є всесвітньо визнаними системно-синергетичними механізмами підвищення еколого-енергетичної, економічної ефективності виробничої, господарської діяльності.

В умовах дії всесвітньо визнаного принципу сталого розвитку «забруднювач платить» екологічний аудит набуває особливої ваги для корпорацій, підприємств як ефективний засіб самозахисту корпоративних інтересів і водночас як засіб гармонізування відносин із суспільством, державою, демонстрування екологічної відповідальності.

До категорії синергетичних методів дослідження складноорганізованих систем слід віднести метод концептуального моделювання, що визначає цілісну системну структуру модельованої системи зі структурними взаємозв'язками компонентів системи [30]. Концептуальні моделі використовуються для створення системного уявлення про об'єкти, що досліджуються, з необхідною подальшою декомпозицією. Прикладами концептуального моделювання можуть слугувати трикомпонентні моделі сталого розвитку, показані на рис. 1.2 та ін.

2.2. Синергетична методологія технологічного передбачення

Стан поширення в Україні інноваційних моделей четвертої промислової революції характеризується структурою економіки за технологічними укладами (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Структура економіки за технологічними укладами

Показники	Технологічні уклади, %			
	3-й	4-й	5-й	6-й
Обсяг виробництва продукції	57,9	38,0	4,0	0,1
Фінансування наукових розробок	6,0	69,7	23	0,3
Витрати на інновації	30,0	60,0	8,6	0,4
Інвестиції	75,0	20,0	4,5	0,5
Вкладення капіталу в технічне переозброєння і модернізацію	83,0	10,0	6,1	0,9

Результати структурних досліджень технологічних укладів наведені в опублікованому звіті «Форсайт економіки України: середньостроковий (2015–2020 роки) і довгостроковий (2020–2030 роки) часові горизонти» [50].

У звіті наголошується, що «ґрунтуючись на 95 % на 3-му (металургійна, хімічна, аграрна галузі, нафтохімія, невідновлювальна застаріла енергетика, важке машинобудування) та 4-му технологічних

**Модель передбачення головних складових
6-го технологічного укладу до 2020–2025 років ¹**

Експертна організація (документ) / технології 6-го укладу	ICSU, UNIDO / Оксфордський університет, Національний інститут науки та технологічної політики, Інститут критичних технологій та прикладних наук, Вагенингенський університет	Глобальна технологічна революція 2020 року. Аналіз «20 найважливіших прогнозів на 2010–2025 роки» «Сценарії майбутнього науково-технічного розвитку в країнах, що розвиваються, 2005–2015 роки»	Експертна робота Статистичного управління США (Бюро перепису США)	Аналіз біржової діяльності
Нові енергетичні технології	енергетика, альтернативна енергетика та ресурси, ядерні енергетичні системи, системи водневої енергетики		атомні технології	—
Біотехнології та сучасні аграрні технології	біотехнології, генетично модифіковані організми, синтетичні речовини		—	ГМО
Інформаційно-комунікаційні технології нового покоління	хмарні технології, глобальний бездротовий інтернет, пошукові сервіси, дистанційний контроль, промисловий контроль, бізнес-додатки, кабельні технології, супутникові технології			
Науки про життя	телемедицина, нанобіологія, біологічно імітуючі імпланти, стовбурові клітини		—	телемедицина
Робототехніка	—	робототехніка та технології штучного інтелекту		—
Нанотехнології та нові речовини й матеріали	функціональні наноструктури: нановимірювання та аналізування, композиційні матеріали		—	—
Радіоелектроніка нового покоління	—	кремнієва, біо-, молекулярна, органічна та фотонна радіоелектроніка, цифрова та аналогова електроніка		
Новітні промислові технології	цифровий будинок, текстиль з унікальними характеристиками (інженерія багатофункціональних тканин), роботизовані безпілотні транспортні засоби, енергетичне обладнання для НДЕ, харчова промисловість на основі новітніх технологій			
Аерокосмічні технології	—	дослідження космосу, моніторинг Землі, безпілотні аерокосмічні технології		—
Транспортні та логістичні технології	—	технологія нової транспортної системи та безпеки дорожнього руху, автоматичні (безпілотні) транспортні пристрої, логістичні термінали		

¹ Для побудови сценаріїв використані методи Делфі та SWOT-аналізу, сценарного планування, методики двох осей, гілок, конусу правдоподібності.

укладах економіка України створювала приблизно на один-два порядки нижчий інноваційний потенціал на одиницю продукції порівняно з економіками 5-го та 6-го технологічних укладів, які домінують у світі та моделях четвертої промислової революції (радіоелектроніка, обчислювальна, телекомунікаційна техніка, «розумна» інженерія (інтелектуальна біомедицина, «зелена» економіка, відтворювальна енергетика тощо)). [50].

Українські науковці застосували синергетичний підхід до формування методології передбачення (форсайту) структури майбутньої економіки України з 5-м і 6-м технологічними укладами на основі застосування методів Делфі та SWOT. У наведеному звіті наголошується, що «...передбачення — це комплекс робіт, які базуються на поєднанні експертних знань науковців та потужних інструментів, алгоритмів і методів, які використовуються у певній послідовності зі встановленням чітко визначених взаємозв'язків між ними». Цей процес формується за допомогою більш універсальної методології, відомої як системна методологія. З урахуванням того, що в сучасному світі неперервно відбуваються якісно різноманітні зламні й біфуркаційні зміни, які мають характер синергетично нелінійних явищ, системну методологію передбачення доцільно визначити як системно-синергетичну методологію формування «проривних» кластерів економіки з передбаченням технологічних систем більш високих технологічних укладів (5-го і 6-го).

Так, наприклад, у складі більш високих технологічних укладів розглядаються еко-інновації, які відіграють ключову роль у трансформації «вітчизняної економіки в «зелену» не вуглецеву економіку сталого розвитку, зокрема у трансформованні «брудної» енергоємної вітчизняної індустрії в екологічно чисту, енергоощадливу. Еколого-центричний підхід ресурсозбереження та екологізованого виробництва зорієнтований на еколого-інноваційні моделі, які є пріоритетами інженерно-екологічної діяльності на принципах сталого розвитку.

У табл. 2.2 наведено перелік головних інноваційних складників 6-го технологічного укладу, виконаний експертами проекту «Форсайт економіки України» з урахуванням варіантів технологічних передбачень різних експертних всесвітньовідомих організацій. Перелік технологій 6-го укладу містить «аерокосмічні технології», які мають стати «локомотивом» інноваційного розвитку економіки України.

Закінчення табл. 2.2

Експертна організація (документ) / технології 6-го укладу	ICSU, UNIDO / Оксфордський університет, Національний інститут науки та технологічної політики, Інститут критичних технологій та прикладних наук, Вагенингенський університет	Глобальна технологічна революція 2020 року. Аналіз «20 найважливіших прогнозів на 2010–2025 роки» «Сценарії майбутнього науково-технічного розвитку в країнах, що розвиваються, 2005–2015 роки»	Експертна робота Статистичного управління США (Бюро перепису США)	Аналіз біржової діяльності
Рециркуляційні технології	системи рециркуляції води, повторне використання відходів		—	—
Технології поширення знань	система управління та виробництва знань, резервування масивів даних, запобігання стихійним лихам та їх попередження		—	—
Соціокультурні технології	передові виробничі технології для розвитку соціальної інфраструктури		—	—

2.3. Методологія системних інженерно-екологічних досліджень

Методологія є складним поняттям і має кілька загальнонаукових і прикладних тлумачень. У підручнику «Методологія та організація наукових досліджень (в екології)» наведене і одне з визначень методології як науки про структуру, логічну організацію, засоби і методи діяльності загалом [30], а також класифікація методів досліджень, яка охоплює суто наукові методи з міждисциплінарними та спеціальними угрупованнями.

Специфіка інженерно-екологічних досліджень полягає в тому, що вони, по-перше, міждисциплінарні, по-друге, їх результати мають надавати екологічні обґрунтування інженерних та технологічних рішень. Прикладом може слугувати методологія ОВНС як методологія інженерно-екологічних передпроектних досліджень, розрахунків очікуваного впливу проектно-будівельних рішень на стан НПС [17].

За результатами таких досліджень виконується оцінювання впливу та розробляються заходи щодо зменшення чи запобігання негативному екологічному впливу процесів будівництва та експлуатації, функціонування будівель, споруд.

До стандартизованої методології належать і аудиторські дослідження екологічної досконалості систем менеджменту, суб'єктів господарювання, підприємств тощо [12, 13]. Для пошуку, дослідження можливостей підвищення екологічності продукційних систем вироб-

ництва, мінімізації відходів та використання ресурсів застосовується методологія технічного екологічного аудиту.

Отже, методи інженерно-екологічних досліджень доцільно систематизувати аналогічно до загальної класифікації методів дослідження, наведеної у підручнику М. О. Клименка на ін. [30]. На рис. 2.3 наведено сучасну класифікаційну структуру методів інженерно-екологічних досліджень у контексті оновленої парадигми сталого інноваційного розвитку.

Сучасна трикомпонентна модель сталого інноваційного розвитку соціоприродних систем в епоху четвертої промислової революції по-

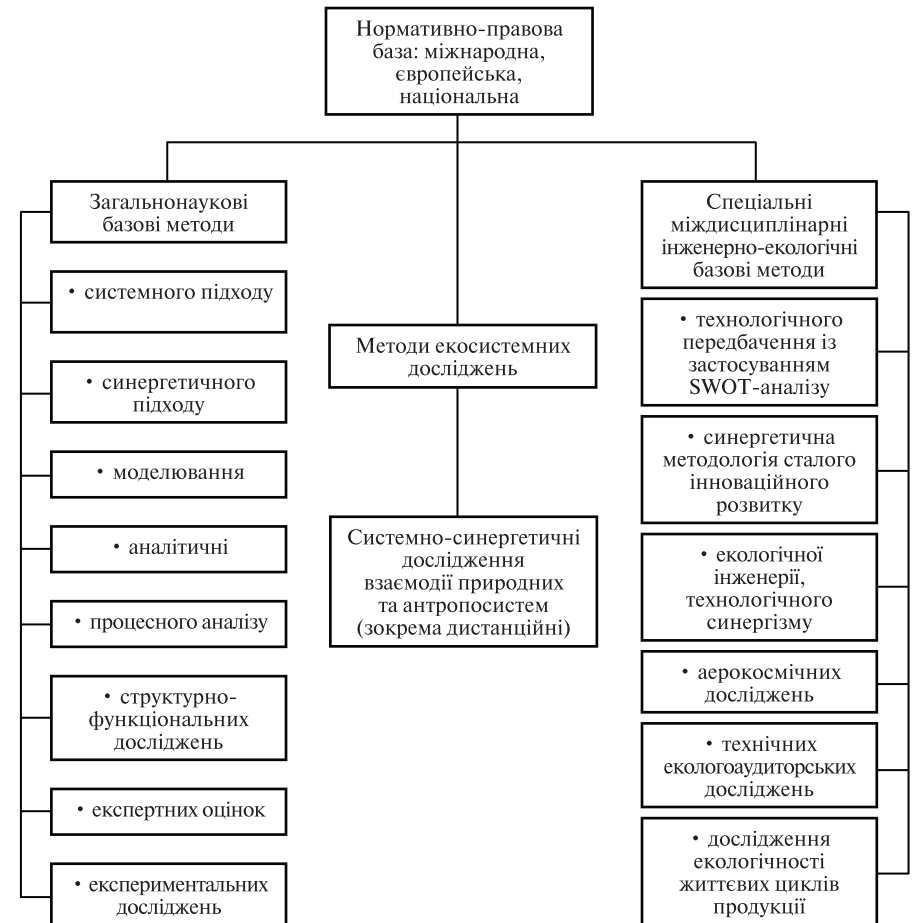


Рис. 2.3. Класифікація методів інженерно-екологічних досліджень у контексті оновленої парадигми сталого розвитку

требує нових методологічних підходів з інженерно-інноваційною та інженерно-екологічною домінантою за умов додержання фундаментальних синергетичних основ, принципів сталого розвитку. Мається на увазі, наприклад, доповнення еколого-економічних механізмів сталого розвитку (екосистемний підхід, «зелені» податки, екологічні інвестиції тощо) інноваційними інженерно-екологічними механізмами (інноваційна екологічна інженерія, еко-інновації, екологічна модернізація, екологізовані цифрові технології тощо). Розглянемо інші базові міждисциплінарні інженерно-екологічні методи згідно з рис. 2.2.

Загальна методологія системно-синергетичного підходу може бути реалізована за такими напрямками:

- створення системних передумов для технологічного передбачення з екологічними наслідками;
- комплексний еколого-економічний та еколого-інженерний аналіз стану територій для цілей екологічної діагностики й екологічного оздоровлення територій;
- вибір методів інженерно-екологічних вишукувань, необхідних для оптимального розміщення, проектування, будівництва та реконструкції різних об'єктів господарювання чи виробництва;
- розроблення методів екологічно орієнтованого проектування господарських та виробничих об'єктів, що ґрунтуються на принципах і розрахунках екологічної відповідності;
- впровадження технологічних методів запобігання та мінімізації шкідливого впливу виробничих систем, комплексів, процесів, продуктів;
- розроблення методів оцінювання впливу техногенних забруднень і деградації екосистем;
- вибір методів контролю, екологічної регламентації господарської чи виробничої діяльності: екологічний моніторинг, екологічна паспортизація виробничих об'єктів, підприємств, місць захоронення відходів, забруднених територій, екологічна експертиза, оцінка, очікуваного впливу об'єктів, що проектуються чи будуються, на навколишнє середовище.

2.4. Системно-синергетичні дослідження взаємодії антропогенних і природних систем

Досліджуючи взаємодії складних рівновагових систем різного походження (природних і виробничих), рекомендується застосовувати системно-синергетичний підхід, методологія якого полягає в систем-

ному аналізі станів досліджуваних систем та синергетичному моделюванні їх взаємодії.

Синергетична концептуалізація. Полягає в розробленні концептуальної моделі взаємодії природних та виробничих систем (антропо-систем) у спільному навколишньому середовищі (рис. 2.4).

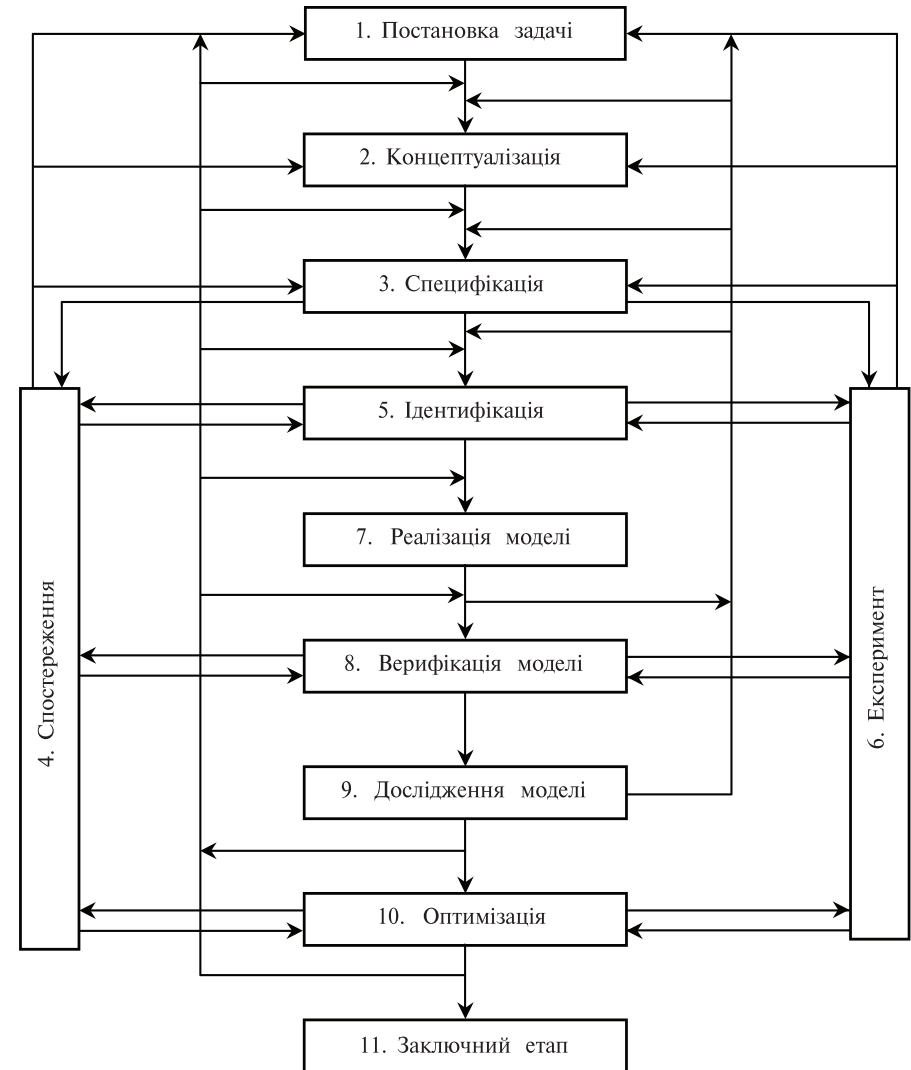


Рис. 2.4. Принципова схема системного дослідження екосистем [30]

Завдання концептуалізації — систематизування відомої інформації про предмет дослідження у вигляді логічно-несуперечливої концептуальної моделі. Модель концентрує дані, які потрібні для розв'язання досліджуваної проблеми. У моделі визначають місце екосистеми в ландшафті, її «входи» та «виходи», тобто зв'язки з прилеглими екосистемами, атмосферою, гідросферою, літосферою, а також із розташованими на цій території виробничими системами (рис. 2.5).

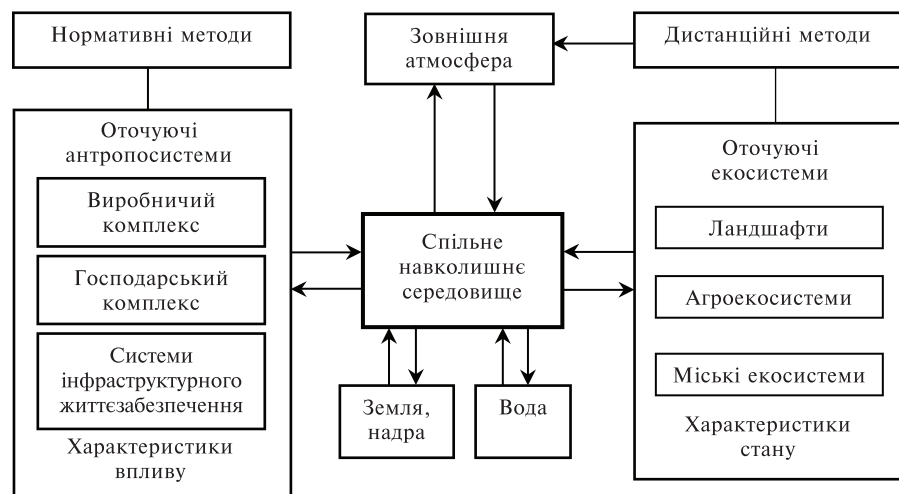


Рис. 2.5. Концептуальна модель дослідження взаємодії природних та антропоцентричних систем з прилеглими екосистемами та виробничими системами

Надалі визначають і характеризують склад, структуру та особливості функціонування екосистеми, її взаємодію з довкіллям, тобто визначають кількість і стан компонентів, структуру взаємозв'язків.

Специфікація і спостереження. Призначення етапу специфікації полягає у визначенні складу вхідних характеристик, характеристик стану екосистеми з найвищою достовірністю ідентичності оригіналу та моделі. Специфікація визначає, які характеристики екосистеми зіставляються із зовнішнім середовищем, які методи і одиниці виміру при цьому використовуються. Для великих обсягів інформації доцільно створювати комп'ютерні бази даних.

На підставі специфікації та концептуальної моделі плануються польові спостереження за змінами властивостей екосистеми і спочатку за показниками екологічного стану і вхідними характеристиками. Результати спостережень використовують на наступних етапах роботи

(ідентифікація, перевірка і дослідження моделі). Зокрема, вони можуть бути підставою для коригування концептуальної моделі, взаємодії екосистеми з прилеглими екологічними та виробничими системами, показаними на рис. 2.5.

Ідентифікація та експерименти. Завдання ідентифікації полягає в математичному описі співвідношень між змінними показниками, що утворюють структуру моделі. Основу структури динамічних моделей з n змінними складають частіше за все n диференціальні рівняння, що відображають закономірності зміни кожної зі змінних у часі.

При ідентифікації зазвичай виникає потреба у проведенні польових або лабораторних експериментів з метою перевірки різних гіпотез про характер взаємозв'язків між компонентами екосистеми або для оцінювання параметрів відомих залежностей. Експериментальні роботи проводять паралельно з іншими дослідженнями. При цьому можливе повернення до попередніх етапів дослідження та їх повторення у новому циклі з урахуванням додаткової інформації, яку одержують у результаті експерименту.

Реалізація і верифікація моделі. Після ідентифікації моделі вирішують завдання її реалізації, тобто відтворення динаміки стану екосистеми в реальному часі відповідно до вхідних параметрів і початкового стану. Зазвичай реалізацію здійснюють у вигляді програми розрахунків на ЕОМ, яку розробляють у співпраці екологи, математики-програмісти.

Верифікація моделі (лат. *verification* — перевірка дійсності) передбачає перевірку, якою мірою модель відповідає оригіналу. Оцінювання придатності моделі може бути зроблено на основі порівняння з даними спостереження і, головне, на підставі досвіду практичного використання моделі як інструменту прогнозування, оптимізації та управління системою, яка моделюється. Водночас попередні відомості про адекватність моделі використовуються протягом усього процесу її побудови.

У разі незадовільного результату моделювання необхідно здійснити пошук причин такого стану, повертаючись до попередніх етапів (частіше за все, до етапу ідентифікації). Після цього послідовність етапів повторюється доти, доки не буде досягнуто необхідну узгодженість.

Ефективним засобом перевірки моделі є імітація на ній різноманітних впливів (скиди промислових стоків тощо) і порівняння результатів з даними реальних експериментів. Нездатність моделі спрогно-

зувати наслідки тих чи інших впливів є підставою для її перегляду. Але абсолютно адекватної відповідності оригіналу досягти майже неможливо. Тому при достатньо надійній концептуальній моделі і відповідних критеріях адекватності після кількох перевірок і коригувань досягається задовільний результат.

Заключний етап. Грунтується на дослідженнях моделі й оптимізації рішень. Процес дослідження передбачає опис загальних змін стану і поведінки моделі залежно від зміни вхідних даних. Один з основних розділів дослідження — аналіз адаптивності моделі. Результати цієї операції показують, які початкові умови, взаємозв'язки між змінними, зовнішні фактори або інші параметри спричиняють найбільш сильний (або навпаки, несуттєвий) вплив на поведінку моделі. Після одержання відповідей можна вирішувати, які параметри повинні визначатися з більшою точністю, а які можуть задаватися приблизно при спостереженнях, експериментах та ідентифікації. Дані теоретичних досліджень моделі і результати імітаційних розрахунків дають додаткову інформацію для оцінювання адекватності моделі і необхідності її подальшого вдосконалення.

У практичній роботі з охорони, раціонального використання чи відтворення природних ресурсів, екологічного оздоровлення територій можна регулювати ті чи інші впливи з метою оптимізації параметрів НПС. Так, наприклад, можна використовувати примусову аерацію для екологічного оздоровлення водних об'єктів.

У системному дослідженні висновок має бути науковою основою реалізації природовідтворювальних проектів і пропонувати інструменти управління й оптимізації взаємодії природних і антропогенних екосистем для досягнення головної мети — збереження біотичного механізму регулювання навколишнього середовища.

2.5. Дистанційні методи аерокосмічних досліджень антропогенного забруднення навколишнього природного середовища та тенденцій кліматичних змін

Дистанційні методи визначаються в підручнику «Методологія та організація наукових досліджень (в екології)» [30] як «комплекс апаратних (інженерних) та методичних розробок, що дозволяють отримувати та інтерпретувати фото-, кіно- та телевізійні зображення, спектральні картини природних і штучних утворень, які доставляються або передаються з аерокосмічних засобів спостереження».

Дистанційні методи, що ґрунтуються на використанні технічних засобів, установлених на борту повітряних та космічних апаратів з метою дослідження екологічного стану земного та навколишнього середовища, називають аерокосмічними методами, зокрема аерокосмічним моніторингом, що має на меті оцінювання та прогнозування антропогенних, кліматичних і природних змін, виявлення джерел впливу і причин цих змін [26].

Розрізняють аеромоніторинг при спостереженні (зніманні) об'єктів винятково з борту повітряних літальних апаратів (літаків, гелікоптерів) та космічний моніторинг — при використанні космічних літальних апаратів (супутникове дистанційне зондування Землі). Аеромоніторинг має такі переваги: може забезпечувати (за певних умов) практично будь-яку пріоритетність обстеження й отримання великомасштабних зображень об'єктів земної поверхні.

Аерокосмічне знімання є стандартизованим процесом, який виконується за допомогою видових (іконічних) технічних засобів дистанційного зондування Землі [30]. Здійснюється з метою актуалізації (оновлення) топографічних карт, оцінювання динаміки зміни екологічного стану місцевості, природного стану екосистем (водних, лісових, степових, гірських, морських); стану опустелювання під впливом кліматичних змін. В Україні, а також у багатьох інших країнах для знімання земної поверхні з висоти від сотень метрів до кількох кілометрів успішно використовують літаки Ан-30.

Практикується для організації аерокосмічного знімання на борту платформи-носія одночасно розмішувати кілька видових технічних засобів, які функціонують за різними фізичними принципами та інженерними рішенням і відрізняються своїми тактико-технічними характеристиками: робочим спектральним діапазоном, чутливістю, роздільною здатністю, смугою охоплення тощо. Наприклад, до складу бортового інформаційно-вимірювального комплексу космічного апарата «Січ-1М» входять два багатоспектральні оптико-електронні сканувальні пристрої МСУ-ЕУ, а також радіолокаційна станція бокового огляду, які спроектовано та створено в Україні.

У статті «Сяючі висоти космічних досліджень» наводиться приклад блискучої (проривної) роботи інвесторів ДКБ «Південне» О. Федорова, директора Інституту космічних досліджень, члена-кореспондента НАН України, що виготовили спеціальне обладнання для плазмових вимірів у космосі. Космічні спостереження останніх років

із засобу, що лише доповнював традиційні наземні методи, перетворилися, на ключову ланку сучасних систем забезпечення екологічної безпеки та управління ресурсами. Європейські країни розгортають Глобальну систему аерокосмічного моніторингу в інтересах збереження довкілля і забезпечення безпеки — COPERNICUS. Українські фахівці входять до європейського консорціуму, що вирішує завдання продовольчої безпеки, здійснює моніторинг водних та енергетичних ресурсів [51].

З урахуванням загострення глобальних тенденцій щодо змін клімату, посилення кліматичних загроз планетарного масштабу, створюються нові методологічні та інженерно-технічні вимоги до розвитку аерокосмічного моніторингу щодо спостереження та оцінювання тенденцій зміни клімату відповідно до міжнародних екологічних зобов'язань згідно з Паризькою кліматичною угодою на період до 2050 року [7].

Як слушно зауважує О. Федоров, величезні міжнародні та національні зусилля витрачені на підвищення ефективності міжнародної системи аерокосмічного моніторингу за рахунок застосування нових інформаційних технологій, моделювання та спільного використання різних даних. Новий етап спільного розвитку міжнародного та національного аерокосмічного моніторингу як «системи систем» спостережень за Землею (GEOSS) має ґрунтуватися на синергетичній методології сталого розвитку в епоху четвертої промислової революції (Індустрія 4.0) та катастрофічних змін клімату. Саме на такий синергетичний підхід орієнтує Конференція ООН зі сталого розвитку «Ріо+20» «Майбутнє, якого ми бажаємо»: розуміння важливості даних, одержаних за допомогою космічної техніки, наземного моніторингу й надійної геопросторової інформації для формування політики, програмування і здійснення проектів (спільних) у сфері сталого розвитку.

Зважаючи на це, беруть до уваги важливість глобального мапування і зусилля щодо розроблення глобальних систем екологічних спостережень за допомогою «мережі Земля» в центрі уваги та Глобальної системи систем спостереження Землі. Саме за таких умов українські науковці визначили національний аерокосмічний комплекс, аерокосмічні технології як проривний високотехнологічний напрям розвитку економіки України [50]. Практично йдеться про синергетичну системну екологізацію як Глобальної аерокосмічної системи, так і локальних.

2.6. Нормативна методологія: метод оцінювання характеристик екологічності виробничих систем (на прикладі корпорації)

Оцінювання характеристик екологічності — це системний процес, що базується на отриманні надійної, об'єктивної та перевіреної інформації, яка допомагає визначити тенденції зміни характеристик екологічності виробництва та причини таких змін, і ґрунтується на нормативних положеннях ДСТУ ISO 14031 [16].

Це оцінювання характеристик екологічності ґрунтується і на неперервному збиранні, обробленні й аналізі даних. Вона передбачає як оцінювання поточного стану, так і оцінювання тенденцій змін цього стану в часі. На противагу цьому така процедура, як екологічний аудит оперує інформацією про екологічні аспекти діяльності організації, яка належить до певного періоду діяльності.

Оцінювання характеристик екологічності передбачає облік усієї діяльності корпорації: використання ресурсів, реалізацію технологічних процесів, виробленої продукції, наявність відходів, а також надані при цьому послуги. Оцінювання характеристик екологічності може розроблятися і впроваджуватися поетапно в часі згідно з ДСТУ ISO 14031 [16].

Упровадження може бути розпочато з оцінювання впливової дії на середовище окремих робочих процесів (технологій), що перебувають під прямим контролем персоналу, поступово розширюючи процес оцінювання характеристик екологічності та враховуючи дедалі складніші процеси. Це має сприяти добровільному використанню оцінки характеристик екологічності всіма корпораціями, підприємствами незалежно від їхнього типу, розмірів, місцезнаходження і складності, допомогти розробити корпоративні стандарти оцінювання характеристик екологічності, що відповідають власним потребам. Такі стандарти будуть корисні організаціям, які ще не мають системи екологічного управління, що відповідає вимогам ISO 14001 [12].

Процес оцінювання характеристик екологічності передбачає такі етапи (рис. 2.6):

- планування оцінювання характеристик екологічності;
- реалізацію процесу оцінювання характеристик екологічності;
- використання характеристик екологічності;
- аналіз стану і вдосконалення процесу оцінювання характеристик екологічності.

Відповідно, кожний етап має такі складові:

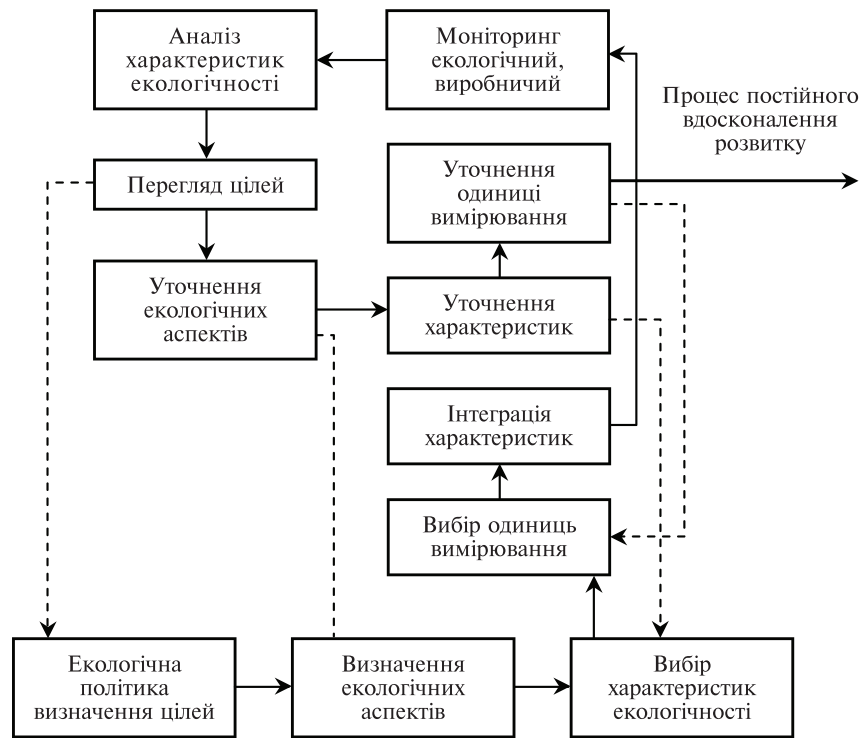


Рис. 2.6. Схема процесу оцінювання характеристик екологічності

1. Планування оцінювання характеристик екологічності:
 - розгляд екологічних аспектів діяльності корпорації, її продукції, послуг;
 - визначення сфери використання результатів оцінювання характеристик екологічності;
 - збирання необхідної інформації;
 - аналіз пропозицій зацікавлених сторін;
 - уточнення цілей і завдань;
 - визначення складу інформації для управління;
 - визначення елементів оцінювання характеристик екологічності;
 - вибір процедур оцінювання характеристик екологічності.
2. Реалізація процесу оцінювання характеристик екологічності:
 - збирання даних;
 - аналіз даних;

- оброблення та уніфікація інформації;
- оцінка інформації.

3. Використання характеристик екологічності для цілей внутрішнього і зовнішнього збалансованого розвитку.

Аналіз стану і вдосконалення процесу оцінювання характеристик екологічності:

- аналіз наявного процесу оцінювання характеристики екологічності;
- розроблення пропозицій щодо вдосконалення процесу оцінювання характеристик екологічності;
- поліпшення процесу оцінювання характеристик екологічності;
- реалізація процедур використання результатів оцінювання характеристик екологічності системами корпоративного екологічного управління.

Можна виокремити три основні сфери використання результатів оцінювання характеристик екологічності:

- безпосередній моніторинг стану навколишнього середовища. Інформація про характеристики навколишнього середовища може бути інтерпретована і використана для оцінювання характеристик компонентів довкілля в локальному (регіональному) або глобальному масштабах;
- використання отриманої інформації загального системного управління корпорацією;

використання інформації функціональними або виробничими системами, що мають справу з потоками матеріалів, енергії, інформації.

Для кожного випадку характерна широка номенклатура можливих характеристик екологічності при широкому діапазоні екологічних аспектів діяльності, що аналізуються.

У дод. 2 наведено приклади оцінювання екологічних характеристик різних об'єктів життєдіяльності (закордонний досвід). Розглянемо екологічні характеристики стану навколишнього середовища та виробничих систем.

Стан навколишнього середовища. Оцінювання стану довкілля може здійснюватися на місцевому, регіональному та корпоративному рівнях. У багатьох випадках таке оцінювання виконується національними і міжнародними організаціями. На корпоративному рівні може проводитися порівняльний аналіз стану екологічності навколишнього середовища (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Оцінка характеристик екологічності навколишнього середовища

Найменування предметної галузі	Характеристики
Використання природних ресурсів	Витрата невідновлювальних природних ресурсів Впливова дія: — на ґрунт — на водойми — на ліс
Біосистеми	Біологічне розмаїття Відновлення біоценозу Деградація видів
Токсикологічні впливи	Ефекти гострого отруєння тварин Ефекти кумулятивного отруєння тварин Можливість харчових отруєнь Забруднення питної води Довготривалі ефекти на рослинах
Зміни клімату	Зміна кількості опадів Підвищення рівня моря Підвищення глобальної температури Опустелювання Підтоплення території
Водні екосистеми	Поява синіх водоростей Дефіцит кисню Загибель риби
Вплив на людину	Зростання захворюваності Підвищення смертності Зростання епідемій

Виробнича система. Включає проектування і функціонування об'єкта виробництва, устаткування, потоків речовини й енергії, що необхідні для виробництва продукції та надання послуг. Оцінювання характеристик екологічності виробничої системи має враховувати взаємодію між характером діяльності підприємства і місцем його розташування.

Навантаження на НПС, що є результатом діяльності виробничої системи, може бути фактором збурення для стану довкілля в локально-

му (регіональному) або глобальному масштабах. Тому знання поточного стану навколишнього середовища може сприяти плануванню робіт організації з оцінювання характеристик екологічності та конкретизації характеристик екологічності виробничої системи.

Процеси оцінювання характеристик екологічності мають бути спроектовані і впроваджені з дотриманням певних принципів.

Так, процес оцінювання характеристик екологічності повинен:

— відповідати цілям управління та сприяти досягненню цілей і завдань корпоративної екологічної політики, здійсненню добровільних ініціатив за умови обов'язкового виконання вимог нормативно-правових актів;

— забезпечувати концентрацію уваги на показниках стану середовища, які належать до найбільш важливих екологічних аспектів, використання критеріїв управління для ефективного ведення процесів оцінювання характеристик екологічності;

— гарантувати генерацію зрозумілої, релевантної, об'єктивної інформації, яка піддається перевірці;

— покладати в основу відомі, об'єктивні та раціональні дані. Це забезпечується використанням системного підходу та врахуванням соціально-економічних факторів;

— бути сумісним з існуючими інформаційними системами і системами управління;

— враховувати вимоги, що визначаються керівником, рекомендації зацікавлених сторін, очікувані результати;

— базуватись на розгляді відповідних місцевих, регіональних та глобальних проблем охорони довкілля;

— передбачати передачу кількісно достатньої екологічної інформації відповідної якості;

— відобразити стадії ЖЦП, послуг, що розглядаються.

Результати оцінювання характеристик екологічності можуть бути використані як вихідні дані при формуванні, становленні та розвитку технологічних систем запобігання забрудненню і поводження з відходами, створенні моделей екологічно чистого виробництва.

Визначення номенклатури характеристик екологічності. Ключова вимога до ефективного оцінювання характеристик екологічності — це комплексність номенклатури показників. Показники мають бути оцінені за критеріями їхньої придатності і цінності стосовно характеристик сталого розвитку.

Наукова обґрунтованість оцінювання характеристик повинна бути технічно виправданою, відповідати науковому розумінню описаної системи.

Екологічні характеристики стану виробничої системи мають описувати систему загалом, бути практично і технічно спроможними до реалізації та відповідати таким вимогам:

Сприйнятність до змін. Характеристика має відображати зміни стану екологічної чистоти в межах коротких часових інтервалів.

Передбачуваність. Характеристика повинна мати здатність наперед передбачати майбутні тенденції, пов'язані з впливом на здоров'я людини, стан довкілля та економічні показники сталого розвитку організації.

Цільова спрямованість. Характеристика стану повинна мати цільову спрямованість, яка б засвідчувала важливість пов'язаних з нею знань.

Порівняльність. Характеристика екологічності має бути придатною до проведення порівняння з показниками, визначеними на основі попередньої інформації, або даними іншого устаткування.

Ефективність. Характеристика екологічності має бути погодженою з обсягами витрат, що йдуть на одержання відповідних даних.

Адекватність даних. Дані мають бути точними, якісними і повинні реєструватися так, щоби залишалась можливість порівнювати їх у часі.

Доступність даних. Дані, необхідні для визначення характеристик екологічності, мають бути доступними постійно або в певні проміжки часу. Характеристики повинні віддзеркалювати тенденції змін у часі.

Релевантність. Характеристики екологічності мають містити інформацію, яку можна використати, тобто вона повинна бути релевантною до потреб особи, що ухвалює рішення. Характеристика повинна бути релевантною щодо цілей і завдань, потреб зацікавлених сторін, відповідати певним пріоритетам.

Зрозумілість. Характеристика екологічності повинна бути простою і зрозумілою. Значущість характеристики має бути очевидною і цілком прийнятною для розуміння кожного, хто бажає скористатися цією інформацією.

Аналітична презентабельність. Отримання даних має бути надійним, забезпечуватися точними і акуратними вимірюваннями. Досто-

вірність даних вимірювань і якість систем моніторингу має гарантувати представницький рівень отриманих даних.

Вибір характеристик екологічності. Виробнича система повинна вибрати такі прості і зрозумілі характеристики, які мали б інформаційну підтримку з боку користувачів. Надто велика кількість характеристик може ускладнити реалізацію зв'язків, занадто мала кількість показників може дати недостатню кількість інформації для ситуацій, що потребують ефективного управління. Отже:

— характеристики мають зображати збалансований функціональний підхід до оцінки характеристик екологічності середовища так, щоб прогрес у досягненні екологічних цілей в одній галузі не викликав би погіршення характеристик в іншій галузі;

— при оцінюванні характеристик виробничих процесів та операцій, таких як затрати енергії та матеріалів, що передбачають їх пряму і непряму впливову дію на навколишнє середовище, повинні використовуватися кількісні показники;

— залежно від намірів щодо використання даних кількісні значення характеристик можуть бути абсолютними (об'єм викиду двоокису сірки), або питомими (витрати енергії на одиницю продукції);

— економічні оцінки мають використовуватися для оцінювання економії витрат у результаті впровадження екологічних заходів. Вони мають бути використані також для оцінювання впливу екологічних заходів на загальне фінансове становище корпорації.

Характеристики екологічності можуть бути подані у різному вигляді:

— абсолютними значеннями показників, даними звітів (наприклад, обсяг викидів двоокису сірки);

— питомими значеннями, що характеризуються відношенням абсолютних значень до таких, як обсяг виробництва (наприклад, викиди двоокису сірки на тонну продукції);

— відносними значеннями (різні характеристики можуть визначатися як відсоток показника базового року);

— агрегованими значеннями (агрегуватись дані для певної кількості відповідних факторів можуть у корпорації як по вертикалі, так і по горизонталі).

Агрегування може відбуватися шляхом узагальнення даних від різних джерел і подаватися на вищій організаційний рівень. Дані можуть агрегуватися залежно від виду впливової дії на довкілля

(наприклад, безпечні відходи, небезпечні відходи). Вибір характеристик екологічності повинен відповідати корпоративним цілям. Забезпечення необхідною інформацією — ключовий етап у процесі оцінювання характеристик екологічності. Корпорація може вибрати характеристики для однієї чи кількох наведених вище сфер застосування.

Оцінювання характеристик екологічності. Методологія оцінювання характеристик екологічності визначається корпоративним регламентом і передбачає збирання та аналіз даних, агрегування та оцінювання інформації.

Для забезпечення повноти інформації про підприємство при аналізованні даних необхідно брати до уваги такі чинники, як обсяг виробництва та його зміну в часі.

Фахівці мають оцінити значення показників екологічності, що є наслідком діяльності корпорації, і порівняти їх з нормованими значеннями. Вони повинні також оцінити екологічні цілі та завдання й надати необхідну інформацію керівництву, яке визначило склад цієї інформації при плануванні оцінювання характеристик екологічності. Оцінювання характеристик екологічності повинне передбачати збалансований об'єктивний погляд на характеристики в обраних сферах застосування.

У процесі аналізу отриманих відхилень і збоїв під час зіставлення з цілями і завданнями головна увага має бути приділена виявленню головних причин цих відхилень і збоїв. Оцінювання відхилень і збоїв повинні супроводжуватися розробленням відповідних заходів щодо їх усунення або коригуванням для забезпечення досягнення поставлених цілей і завдань (управління відхиленнями).

Характеристики екологічності використовуються для:

- демонстрації екологічної відповідальності керівництва підприємства;
- систематизування за пріоритетами екологічних аспектів діяльності підприємства, його продукції та послуг;
- підвищення інформованості про екологічну політику, цілі, завдання та програми підприємства;
- поглиблення обізнаності про функції системи екологічного управління; інформація, отримана в результаті оцінювання характеристик екологічності, може бути призначена як для внутрішнього, так і для зовнішнього використання.

2.7. Нормативна методологія: метод системного дослідження та оцінювання екологічності життєвих циклів продукції

Дослідження та оцінювання життєвого циклу як метод виявлення екологічних аспектів продукції і потенційних впливів на навколишнє середовище здійснюється згідно з ДСТУ ISO 14041:2004 і передбачає [14]:

- визначення цілей і завдань оцінювання життєвого циклу;
- формування переліку вхідних і вихідних параметрів (дослідження вхідних і вихідних матеріальних та енергетичних потоків) на етапах життєвого циклу продукції, виконання необхідних розрахунків у рамках інвентаризаційного аналізу;
- оцінювання потенційного впливу на навколишнє середовище, пов'язаного з вхідними і вихідними потоками речовини й енергії;
- інтерпретацію результатів інвентаризаційного аналізу й аналізу впливів для досягнення цілей оцінювання життєвого циклу.

Оцінювання життєвого циклу передбачає розгляд впливів на навколишнє середовище впродовж усього ЖЦП — від одержання сировинних матеріалів, включаючи виробництво, експлуатацію до утилізації, що презентується у вигляді продукційної системи. Потребують розгляду і негативні впливи на населення, а також стан екологічних систем.

Результат оцінювання життєвого циклу може бути використаний для:

- оцінювання можливостей поліпшення екологічних аспектів продукції на різних стадіях життєвого циклу;
- допомоги під час ухвалення рішень у промислових, державних і недержавних організаціях при стратегічному плануванні, встановленні пріоритетів, проектуванні чи реконструкції продукції або процесів;
- вибору характеристик екологічності, включаючи методи вимірів;
- маркетингу;
- екологічного маркування чи підготування заяви-декларації екологічної чистоти продукції.

Зміст, межі та рівень деталізації оцінювання життєвого циклу залежать від об'єкта дослідження і передбачуваного використання результатів. Глибина і широта оцінювання життєвого циклу можуть суттєво відрізнитися, що значною мірою залежить від цілей дослідження оцінювання життєвого циклу. Однак у всіх випадках необхідно дотримуватися принципів і структури робіт, встановлених у ДСТУ ISO 14041:2004 [14].

Основні особливості оцінювання життєвого циклу такі:

— системне й адекватне оцінювання екологічних аспектів, продукції на етапах її життєвого циклу, тобто екологічних аспектів продукційних систем, що являють собою модель ЖЦП — від одержання сировинних матеріалів до утилізації (рис. 2.7);

— залежність глибини деталізації і часових рамок оцінювання життєвого циклу від поставлених цілей і завдань;

— певні заходи щодо захисту конфіденційності і доречності використання результатів залежно від передбачуваного застосування результатів оцінювання життєвого циклу.

Методологія оцінювання життєвого циклу має бути сприйнятливою до включення до неї нових наукових результатів і методичних поліпшень.

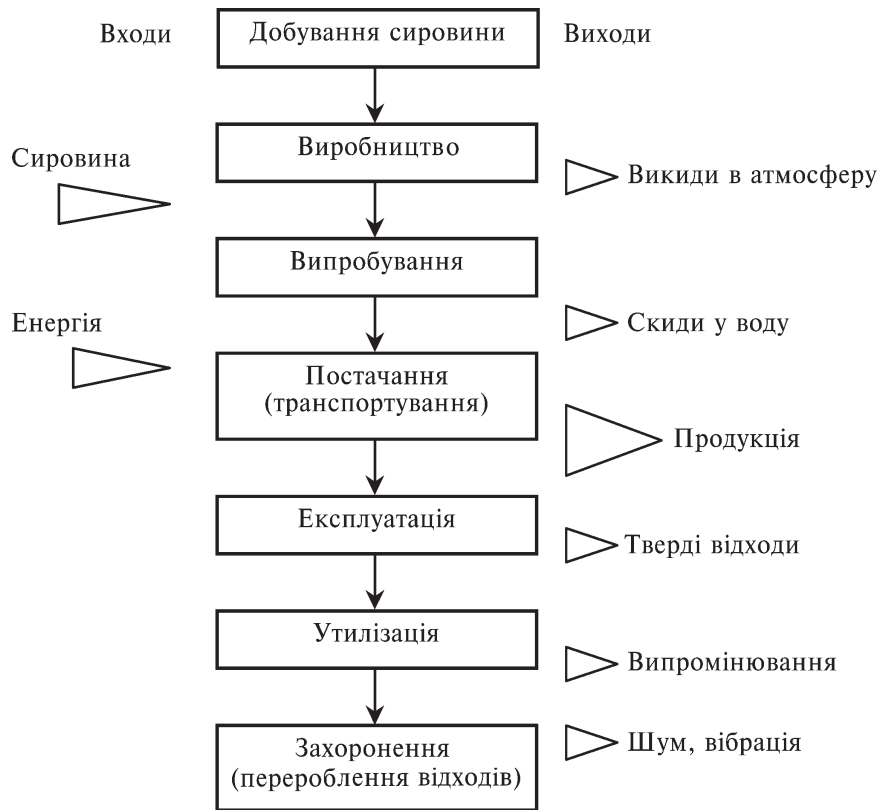


Рис. 2.7. Структура процесу оцінювання характеристик екологічності

Організації повинні виявляти гнучкість під час практичного використання оцінювання життєвого циклу, урахуовуючи специфіку конкретних обставин і стандарти на продукцію та впливи на навколишнє середовище (рис. 2.8).

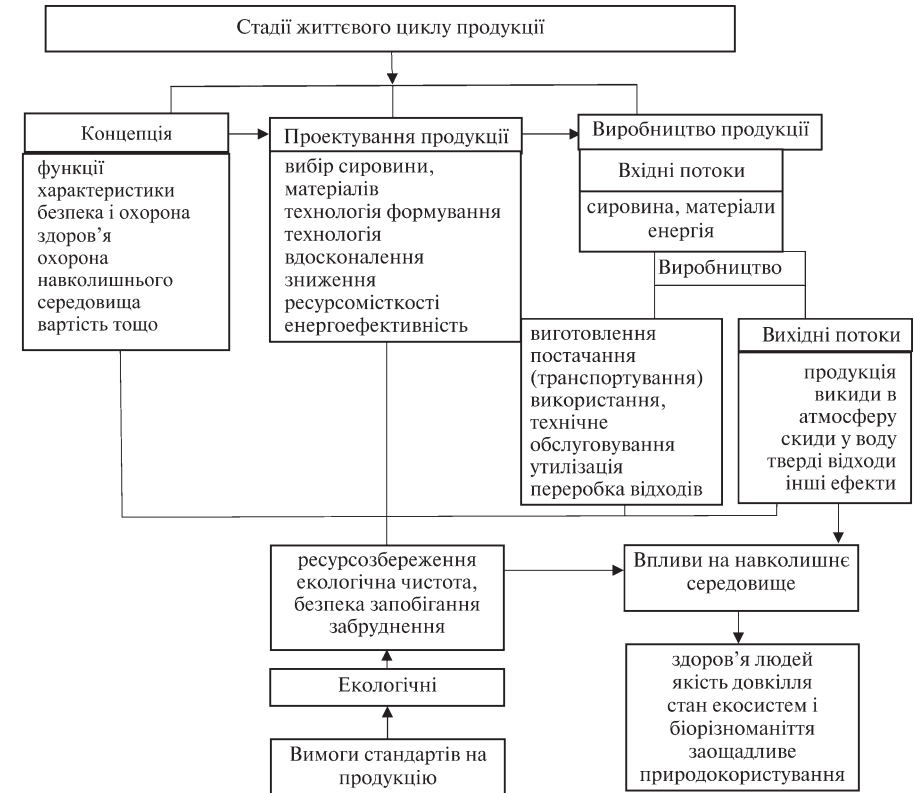


Рис. 2.8. Стандарти на продукцію і вплив на навколишнє природне середовище

Методологія оцінювання життєвого циклу

Етапи оцінювання життєвого циклу передбачають:

- визначення цілей і змісту оцінювання життєвого циклу;
- інвентаризаційний аналіз;
- оцінювання впливу на навколишнє середовище на стадіях життєвого циклу;
- інтерпретацію результатів.

У дод. 1 наведені окремі методологічні приклади щодо оцінювання життєвого циклу із ДСТУ ISO/TP 14049:2004 [15].

Розглянемо принципові положення щодо змісту методологічних етапів оцінювання життєвого циклу.

Визначення цілей і змісту оцінювання життєвого циклу

До початку оцінювання життєвого циклу мають бути чітко визначені цілі і завдання, які повинні відповідати передбачуваному використанню результатів.

Визначаючи зміст оцінювання життєвого циклу, треба розглянути:

— функції продукційної системи; у разі використання даних оцінювання життєвого циклу для порівняльного аналізу повинні бути ідентифіковані об'єкти порівняння (дод. 1);

— функціональні елементи продукційної системи (дод. 1);

— межі продукційної системи;

— типи впливу і методологія оцінювання впливу на навколишнє середовище і подальше використання результатів;

— можливі допущення;

— можливі обмеження;

— вимоги до якості вихідних даних;

— необхідність експертизи результатів;

— вид і форма подання результатів аналізу тощо.

Зміст оцінювання життєвого циклу має визначатися функціями досліджуваної системи (дод. 1).

Межі продукційної системи визначаються низкою таких факторів, як передбачуване застосування, цілі дослідження, зроблені припущення, критерії вибору, обмеження за даними і фінансовими витратами.

Вибір вхідних і вихідних потоків, рівень агрегування даних при моделюванні системи мають узгоджуватися з цілями дослідження. Система повинна моделюватися так, щоб входи і виходи на межах системи були б елементарними однорідними потоками. Критерії, використовувані для визначення меж системи, мають бути ідентифіковані й уточнені на етапі формування змісту досліджень. При дослідженні життєвого циклу, орієнтованого на проведення порівняльного аналізу і публічного розгляду результатів, повинна оцінюватися необхідність аналізу всіх матеріальних потоків та їх включення до складу дослідження.

Вимоги до якості даних мають визначатися цілями і змістом оцінювання життєвого циклу.

Вимоги до якості даних повинні включати:

— охоплюваний період часу;

— географічні координати;

— розглядувані технологічні галузі;

— точність, повноту і репрезентативність даних;

— взаємну відповідність і відтворюваність методів, використовуваних в оцінюванні життєвого циклу;

— джерела даних та їхню репрезентативність;

— змінюваність і невизначеність інформації та використовуваних методів.

Оцінювання **впливів на навколишнє середовище на стадіях життєвого циклу**. На етапі оцінювання впливу життєвого циклу визначають важливість потенційного впливу на НПС при використанні результатів інвентаризаційного аналізу життєвого циклу. Цей процес пов'язаний переважно з визначенням специфічних факторів впливів на навколишнє середовище, виявлених при інвентаризаційному аналізі, і спробою зрозуміти масштаби й характер таких впливів. Рівень детальності, вибір і методологія оцінювання факторів впливу залежать від мети і змісту дослідження.

Це оцінювання може включати інтерактивний процес з перегляданням цілей і змісту дослідження, визначенням того, коли цілі дослідження можуть бути досягнуті зміною цілей і змісту дослідження в тому разі, якщо оцінки показують, що цілей досягти неможливо. Етап оцінювання впливу може містити такі елементи, як:

— класифікація впливів, виявлених при інвентаризаційному аналізі;

— моделювання факторів у рамках категорій впливів і визначення характеристик екологічності;

— можливе агрегування окреслених результатів у специфічних випадках, коли це виправдано.

Переважно цей процес включає об'єднання даних інвентаризаційного аналізу з питомими потенційними впливами на навколишнє середовище і розумінням ролі таких впливів.

2.8. Нормативна методологія:

еколого-технічний аудит мінімізації відходів

Екологічний аудит — це універсальний системний інструментарій підвищення не тільки екологічної ефективності, досконалості виробництва, але і технологічної та економічної. За своєю методологічною сутністю це — інструментарій «технологічного обстеження екологічних аспектів» виробничої діяльності підприємств із виробленням комплексних рекомендацій щодо підвищення екологічної чистоти

продукційних систем виробництва підприємств за рахунок застосування технологічних, управлінських, економічних нововведень та усунення недосконалостей виробництва.

Методологічною основою екологічного аудиту є системний підхід, який реалізується в спеціалізованих стандартних процедурах здійснення екологічного аудиту різного функціонального призначення: управлінського, виробничого, інвестиційного, природоохоронного. На національному рівні здійснення екологічного аудиту регламентується Законом України «Про екологічний аудит» та ДСТУ ISO 19011:2003, який відповідає міжнародному стандарту ISO 19011:2002.

Екологічний аудит — це «систематичний, незалежний і задокументований процес отримання доказів аудиту об'єктивного їх оцінювання з метою визначення міри відповідності критеріям аудиту» [13].

Критерії екоаудиту — це системні цільові або функціональні вимоги, що містяться в законодавчих, нормативних чи інших регламентувальних документах. На практиці еколого-аудиторська діяльність може здійснюватись на ініціативних засадах за рішенням замовника, але з додержанням стандартизованої системної послідовності (рис. 2.9).

Виконання подальших післяаудиторських дій може бути спрямоване на розроблення програми екологічно чистого виробництва з попереднім спеціалізованим технічним екоаудитом мінімізації відходів, який може бути здійснений як у складі комплексного системного екоаудиту, так і за окремим замовленням з розробленням джерел утворення відходів, шкідливих впливів.

У ДСТУ ISO 19011:2003 «Настанови щодо здійснення аудитів систем управління якістю і (або) екологічного управління» наведено стандартизовану інтегровану, міждисциплінарну модель професійної компетентності екологічних аудиторів (рис. 2.10). Її можна використовувати як аналогову модель для розроблення, проектування будь-яких інтегрованих моделей міждисциплінарної компетентності: інженерно-екологічної, інженерно-біологічної, інноваційно-інженерної тощо.

Екотехнічний аудит мінімізації відходів виробництва. Аудит мінімізації відходів має свої технологічні особливості, які потребують окремого розгляду. Такий аудит можна здійснювати як у комплексі з іншими його видами, так і за окремим цільовим завданням.

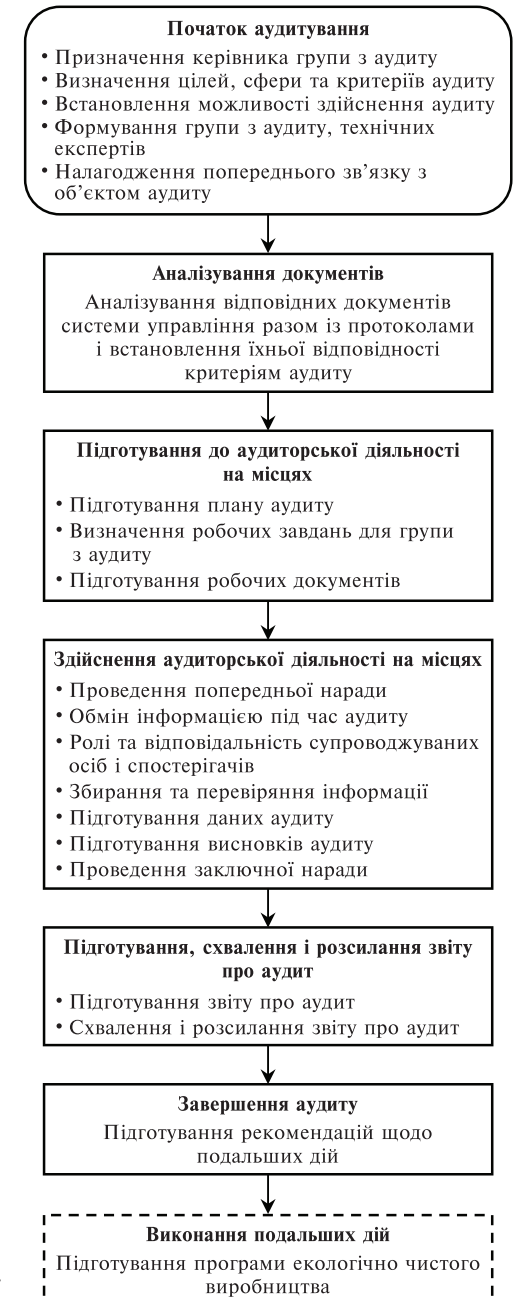


Рис. 2.9. Стандартизований процес аудиторської діяльності

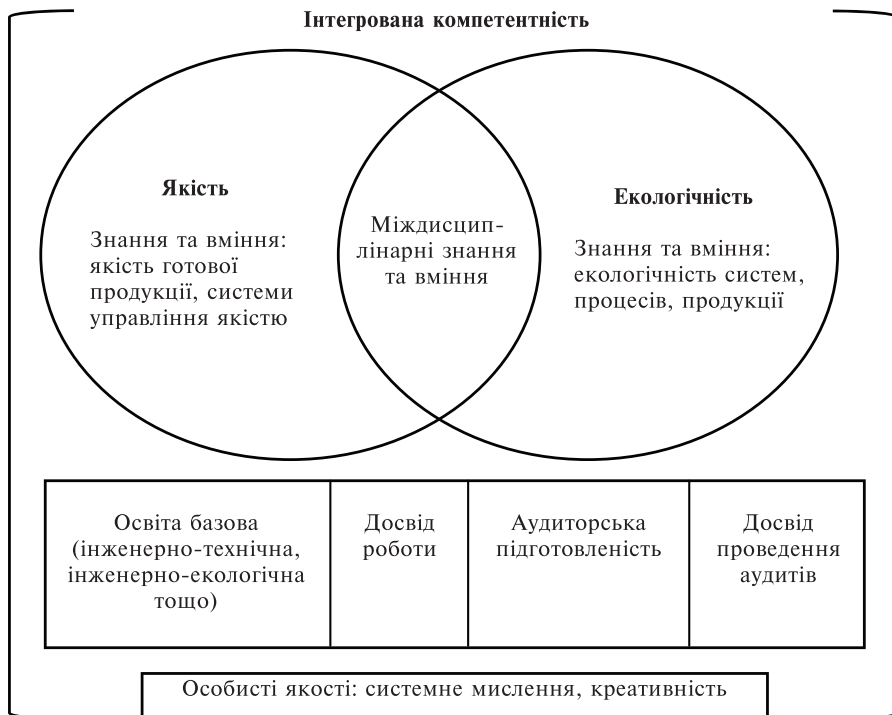


Рис. 2.10. Стандартизована модифікована інтегрована модель аудиторської компетентності у сферах екологічного управління та управління якістю

У широкому розумінні відходи — це побічні, вторинні ресурси (матеріали і предмети), які в основному виробництві вважаються непотрібними і від яких позбавляються у той чи інший спосіб. Проте в юридичному розумінні до відходів відносять лише ті матеріали і предмети, які включені до офіційних переліків. Утворення, транспортування, видалення, зберігання та використання відходів регулюються відповідним законодавством.

Загально визнано, що зменшення маси відходів — це дуже актуальна проблема, розв'язання якої дає як екологічні, так і економічні вигоди.

Аудит мінімізації відходів — це ефективний інструмент сприяння вирішенню цієї інженерної еколого-економічної проблеми. Згідно з нормативним регулюванням, яке діє в розвинених країнах, на підприємствах рекомендовано щорічно здійснювати аудит мінімізації відходів [26].

Цілі та завдання. Метою аудиту мінімізації відходів виробництва є визначення можливих варіантів зменшення маси відходів і розроблення рекомендацій щодо вибору найефективнішого з них. Для досягнення мети потрібно вирішити такі завдання:

- розробити блок-схеми послідовності технологічних операцій;
- визначити, на яких ланках технологічного процесу утворюються відходи;
- проранжувати джерела утворення відходів за ступенем їх небезпеки;
- визначити і проранжувати варіанти зменшення маси відходів;
- розробити програму заходів щодо зменшення маси відходів.

Стадії аудиту. Процес аудиту мінімізації відходів складається з трьох стадій (рис. 2.11).

1. *Передаудитна* — здійснюють загальне ознайомлення, розробляють технологічні схеми джерел утворення відходів, визначають пріоритети.

Залежно від масштабів виробництва та номенклатури його продукції ця стадія може тривати від кількох днів до кількох місяців.

2. *Стадія аудиту* — збирають інформацію про матеріальний баланс для кожного технологічного процесу, яку неодмінно перевіряють. При цьому визначають можливі варіанти зменшення відходів. Тривалість стадії — до одного місяця, у тому числі тиждень — безпосередньо на ділянці підприємства.

3. *Післяаудитна стадія* — проводять техніко-економічний аналіз усіх даних, дають рекомендації щодо впровадження можливих варіантів зменшення відходів. Тривалість стадії — приблизно два місяці.

Зібрану під час аудиту інформацію заносять до робочих таблиць, які поділяють на три головні пакети:

- організаційні робочі таблиці, у яких описують підприємство, визначають цілі та завдання аудиту і встановлюють відповідальність за збирання інформації;
- робочі таблиці з даними про вхід і вихід продуктів і потік відходів відповідно до життєвого циклу продукції, у яких визначають види та кількість продуктів (первинних, проміжних, супутніх) і відходів;
- оцінні робочі таблиці, у яких наводять результати техніко-економічного аналізу можливих варіантів мінімізації відходів.

2.9. Нормативна методологія: енергетичний аудит

Головна мета енергетичного аудиту — обґрунтування зниження рівнів споживання енергії та негативного енергетичного впливу на навколишнє середовище й підвищення рівня енергоефективності.

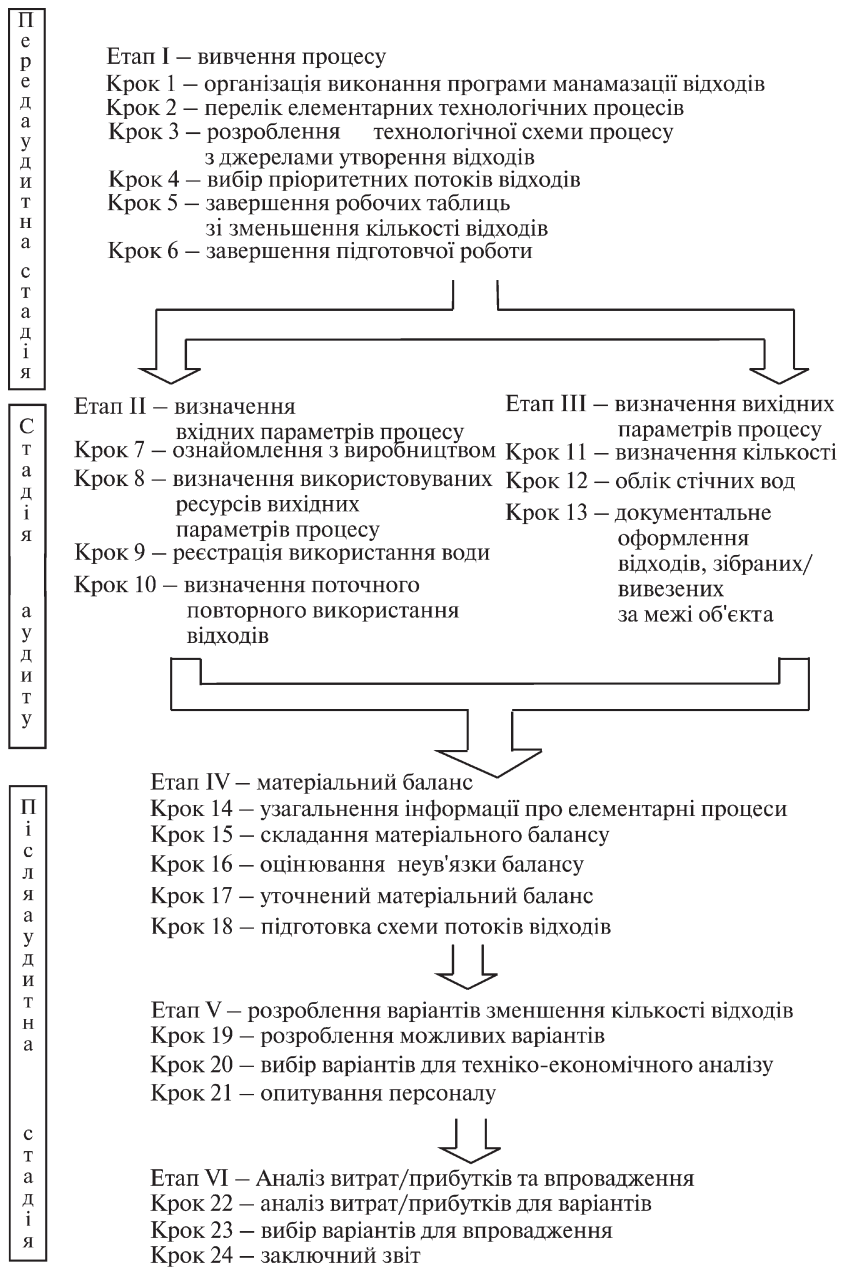


Рис. 2.11. Процес аудиту мінімізації відходів

Здійснення енергетичного аудиту регламентується Законом України «Про енергозбереження» та ДСТУ 4065/2001 «Енергетичний аудит. Енергозбереження. Загальні технічні умови». На рис. 2.12 показано типову послідовність проведення енергетичного аудиту з екологічними аспектами.

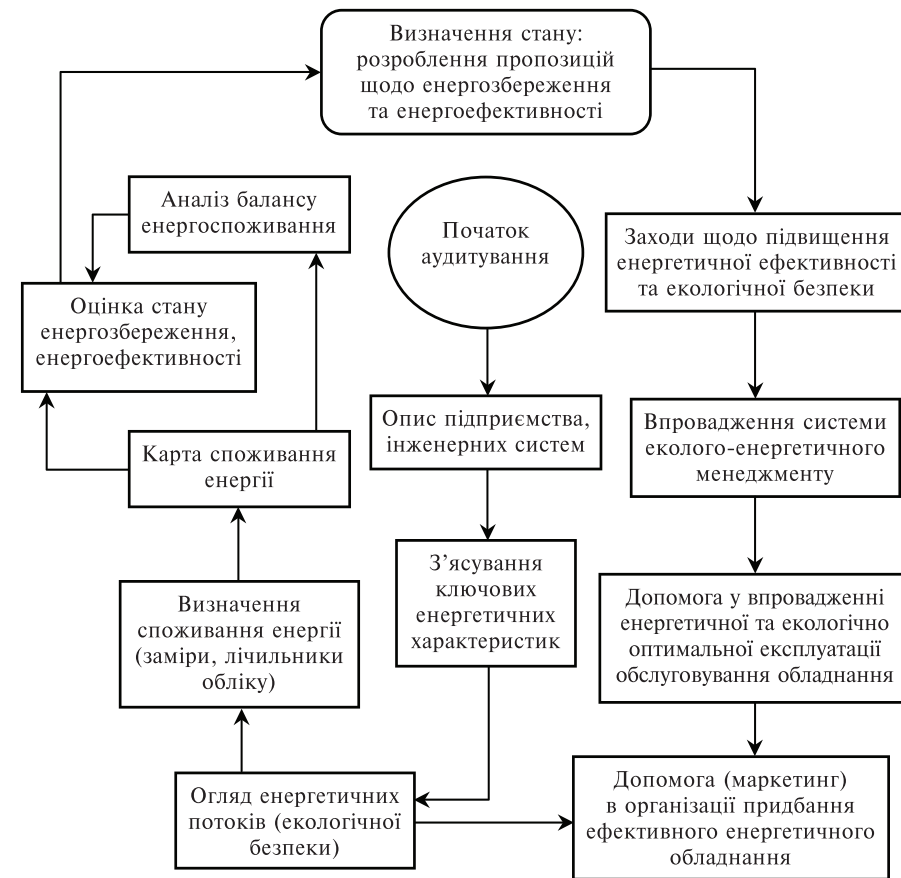


Рис. 2.12. Послідовність проведення енергетичного аудиту

Енергетичний аудит є обов'язковою системною складовою енергетичного менеджменту будь-якого організаційного рівня: від підприємства до галузі, від комунальних об'єктів до інфраструктур місцевого самоврядування.

Поширення в Україні державної політики з енергоефективності за підтримкою країн Європейського Союзу (Німеччина, Швеція) та Єв-

ропейського банку реконструкції та розвитку (ЄБРР); створення Національного фонду енергоефективності та державної програми «Теплий кредит» потребують відпрацювання методології різних системних моделей енергоменеджменту та енергоаудиту: галузевих, об'єднаних територіальних громад, об'єднань співвласників багатоквартирного будинку, енергосервісних компаній (ЕСКО). Без енергетичного аудиту важко буде залучити гроші Фонду енергоефективності та інших інвесторів енергетичних інновацій, стартапів.

Здійснення енергетичного аудиту надає можливості:

- визначення об'єктивного стану та розроблення рекомендацій щодо програм енергозбереження та енергоефективності;
- отримання доступу до кліматичних інвестицій за програмою ЄБРР «Кліматичні інноваційні ваучери» з подальшим переходом на моделі «зеленої» енергетики;
- обґрунтування програм, проектів системної енергомодернізації зі створенням систем інноваційного енергоменеджменту на принципах Паризької кліматичної угоди та оновлених цілей сталого розвитку інноваційного спрямування.

2.10. Інженерні методи екологізації виробництва

Загальна методологія екологізації виробництва як інноваційного процесу сталого розвитку промисловості складається з комплексу еколого-економічних та еколого-інженерних методів. У підручнику за редакцією професорів Л. Г. Мельника (Україна) та Л. Хенга (Бельгія) розглядається система відтворювальних стимулювальних механізмів, стратегій та еколого-економічних методів (інструментів) екологізації різних об'єктів народногосподарських комплексів [48].

У ньому також розглядається система інженерно-екологічних методів екологізації виробництва як інноваційного комплексного процесу постійного підвищення еколого-інноваційної компетентності управлінського, інженерно-технічного та виробничого персоналу; запровадження та постійне підтримання ефективного функціонування системи еколого-енергетичного менеджменту виробничої системи з екологічним та енергетичним аудитами, інженерно-екологічними методами екологізації. Згідно із Законом України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» системна екологізація всіх сфер життєдіяльності суспільства визначена як один із ключових напрямів державної екологічної політики та політики сталого розвитку [1].

Розглянемо систематизовану цілісність інженерних методів.

Інженерні методи — це комплекс інженерно-технічних заходів, спрямованих на покращення екологічних характеристик продукції на всіх етапах її життєвого циклу, вдосконалення технологічних систем за запобігання забрудненню і поводження з відходами. Відповідно до цього інженерна екологізація включає методи екологічного інжинірингу або методи покращення еколого-споживчих якостей продукції:

- еколого-технологічної оптимізації технічних систем, коли забезпечується економія ресурсів за менших витрат, реалізується впровадження комплексу пов'язаних між собою кращих технологій. При цьому з окремих компонентів створюється нова ефективна технологічна система з низьким рівнем викидів парникових газів, утворення відходів тощо;
- альтернативних інженерно-технічних рішень, пов'язаних з використанням альтернативних та вторинних джерел енергії з низьким рівнем викидів парникових газів;
- системних усунень технологічного марнотратства;
- технологічного запобігання забрудненню;
- поводження з відходами виробництва;
- комплексного оцінювання та контролю викидів і скидів підприємств.

Екологічний інжиніринг — це інструмент екологізації виробництва, складова екологічного маркетингу, що забезпечує процес прогнозування технологічного розвитку виробничої системи з урахуванням екологічних обмежень із досягненням ринкової конкурентоспроможності продукції.

Завданнями екологічного інжинірингу є:

- інженерно-економічний аналіз екологічних аспектів ЖЦП з проведенням еколого-технологічного, енергетичного аудитів продукційної системи виробництва;
- вибір та інженерно-економічне обґрунтування критеріїв екологічної чистоти продукційних та виробничих систем;
- інженерно-економічне обґрунтування екологічної модернізації виробництва, вибір ефективних екологічних технологій і підготування еколого-інвестиційних пропозицій.

Екологічний інжиніринг або інженерно-екологічна діяльність передбачає техніко-економічне обґрунтування впровадження комплексу заходів з екологічної модернізації виробництва, підвищення екологіч-

ної чистоти з проведенням за потреби попередніх технологічних досліджень на пілотному (експериментальному) устаткуванні. Метою екоінжинірингу може бути також передінвестиційне екологічне оцінювання проектних пропозицій. Класичними прикладами екологічного інжинірингу є оцінювання впливу проєктованих об'єктів на навколишнє природне середовище, екологічні обґрунтування інвестиційних проєктів, інженерно-екологічний аналіз проєктних рішень [55].

В умовах реформування економіки, дефіциту коштів екологічний інжиніринг модернізації виробництва доцільно проводити на галузевому або корпоративному рівні. Мається на увазі розроблення корпоративної програми екологічної модернізації підприємств на основі попередньо проведених екологічних експрес-аудитів і екологічного інжинірингу на підприємствах-представниках.

Вибір корпоративних підприємств-представників здійснюється за рекомендаціями корпоративних експертів так, щоб вони поєднували в собі характерні типи технологічних систем і характерний технічний рівень або стан виробництва. При цьому пріоритет надається тим підприємствам, які з економічного погляду є перспективними; їх модернізація здатна підсилити їх конкурентоспроможність.

Послідовність визначення завдань екологічного інжинірингу така:

1. На основі рекомендацій попередньо проведеного комплексного експрес-аудиту підприємств-представників здійснюється пошук обладнання, сучасних методів, технічних засобів, технологій, здатних задовольнити вимоги екоаудиту, і цілі модернізації виробництва.

2. Виконується еколого-економічне обґрунтування пропозицій щодо виготовлення або придбання пілотного устаткування.

3. На пілотному устаткуванні здійснюються технологічні дослідження щодо можливостей промислового використання запропонованої технології і отримання кращих екологічних показників (наприклад, рівня очищення стічних вод або зменшення утворення відходів).

4. Формуються дані для техніко-економічного обґрунтування і розроблення відповідної галузевої програми щодо екологічної модернізації виробництва.

5. Створюється корпоративна програма «зеленої» модернізації виробництва щодо розповсюдження досвіду підприємств-представників на інші підприємства галузі.

Еколого-технологічна оптимізація технічних систем, що призначена забезпечити швидке зростання продуктивності використання

природних ресурсів на підприємствах, має відбуватися шляхом комплексного використання накопиченого потенціалу нереалізованих інженерних, організаційних та інших рішень. У праці [22] наводяться конкретні приклади досягнення швидкого підвищення ефективності використання ресурсів у різних галузях життєдіяльності.

Продуктивне використання ресурсів базується на комплексній реалізації нагромадженого потенціалу різних нереалізованих інженерних та інших рішень. Наводяться десятки прикладів таких рішень — від створення гіперавтомобілів до проєктування економічних будівель, моделей холодильників, запровадження технологій, що дають змогу ефективно використовувати природні ресурси; пропонуються механізми організації ринку і перебудови податкової системи так, щоб **добробут людей міг зростати, а споживання ресурсів не збільшувалося.**

Це новий напрям науково-технічного прогресу. Він полягає у спрямуванні зусиль на ефективне використання нагромадженого науково-технічного потенціалу та відповідає критеріям сталого розвитку, визначеним на Всесвітньому саміті в Ріо-де-Жанейро.

Людство надмірно споживає такі ресурси, як енергія, сировина, вода, повітря, ґрунти. Воно знищує живі екосистеми, витрачаючи в десятки разів більше ресурсів, ніж їх споживає.

Дослідження, яке проводилося за завданням Національної інженерної академії США, показало, що близько 93 % матеріалів, які ми купуємо і витрачаємо, взагалі ніколи не перетворюються на продукцію. Більше того, 80 % товарів викидають за непотрібністю після одноразового використання, 99 % вихідних матеріалів, що використовують у виробництві в США, або таких, що містяться в цих товарах, перетворюються на відходи через шість тижнів після продажу [22].

Зцілення від марнотратства приходить від «розумної» економіки з екологізованих виробництв та інфраструктур. **Інтелектуальний потенціал вилікує людство від марнотратства.** Ефективним використанням ресурсів можна забезпечити кращий результат за менших витрат енергії і коштів.

Ефективність зменшує утворення відходів які, власне, є спрямуванням ресурсів не за призначенням, і тим самим зменшує забруднення. Сьогодні **90 % екологічних проблем** можна розв'язати завдяки ефективному використанню енергії, продуктивному, сталому сільському господарству і використанню лісів (не за рахунок витрат, а з можливим отриманням прибутку).

Ефективне використання ресурсів, як правило, дає прибуток: оскільки більша кількість ресурсів не перетворюється на відходи, то немає потреби платити за їх очищення. «Все, що екологічне — економічне».

Гроші, що вивільняються завдяки впровадженню ефективних інженерно-екологічних рішень, можна використати для інших цілей. Наприклад, вкладаючи гроші в енергоефективні лампи або вікна, можна заощадити 10 % коштів, потрібних для будівництва великої кількості електростанцій. Такі інвестиції окупуються щонайменше втричі швидше. Завдяки ж повторному інвестуванню капіталу в інші галузі обсяг послуг, що надаються за рахунок вкладених інвестицій, можна збільшити у понад 30 разів. Для багатьох країн, що розвиваються, це єдиний реальний шлях порівняно швидкого підвищення якості життя для України [22].

Енергозбереження зменшує навантаження на енергогенеруючі системи; за рахунок цього можна збільшити витрати на модернізацію енергетичних технологій.

Уже сьогодні існують не тільки нові технології, а й інноваційні інженерні методи їх поєднання (технологічного синергізму) для отримання більшої економії енергії. Якщо реалізувати серію пов'язаних між собою ефективних технологій у певній послідовності і в потрібних пропорціях, то може виникнути нова технологічна система, яка дасть значну економічну вигоду (синергетичний ефект).

Однак навіть за наявності правильних намірів застосувати нові ідеї стосовно економії ресурсів непросто. Досягнення значної економії дешевшими засобами потребує не поступовості, а рішучих кроків.

Запровадженню нових екологічних ідей зазвичай заважають:

- інерція гальмування інноваційних перетворень, зокрема в професійній освіті;
- велика заінтересованість більшості власників капіталу у збереженні існуючих енергоємних тенденцій і структур, а також інерція споживачів;
- недооцінювання екологічної інженерії як фактора прискорювача інноваційних перетворень;
- розбалансованість механізмів стимулювання щодо зміни витратних моделей виробництва і споживання на ресурсоощадливі, природосумісні;
- загальна практика регулювання потреб виробництва, комунального господарства в забезпеченні електроенергією, газом, водою тощо.

У середині 70-х років ХХ ст. США у галузі інженерної економіки відбувалася полеміка, яка зводилася до того, чи можуть усі невитратні збереження енергії становити 10—30 % від загального споживання енергії. У середині 80-х років ішлося вже про 50—80 %, а в середині 90-х років обговорювався показник економії ближче до 90—99 %. Цей приклад не втратив актуальності й дотепер.

Критеріями еколого-технологічної оптимізації виробничих і технічних систем в умовах екологічно збалансованого розвитку мають бути не тільки критерії підвищення продуктивності ресурсів, але і критерії екологічної чистоти технологій, об'єктів виробництва, продукції. Для досягнення цілковитої еколого-технологічної оптимізації необхідно враховувати також умови еколого-технологічної збалансованості виробничої системи за різними критеріями її стану (рис. 2.13).

Кожна продукційна, технічна виробнича система має комплекс техногенних властивостей, які зумовлюють потенційно небезпечний рівень антропогенних змін природних об'єктів відповідно до специфіки еколого-виробничої взаємодії. З цього погляду будь-яка виробнича система, об'єкт може оцінюватися з позицій можливих антропогенних станів природних об'єктів екосистеми, які є мірою екологічної чистоти (якості) виробничого чи господарського об'єкта і відповідно до якої формуються вимоги екологічної чистоти при створенні об'єктів виробництва, господарювання чи їх реконструкції. Вимоги мінімізації негативного впливу на всі компоненти екосистеми, екологічної чистоти повинні враховуватися на всіх стадіях ЖЦП та інвестиційного процесу створення виробничих об'єктів. Мають бути розроблені нові інженерно-екологічні принципи, вимоги до проектування і створення виробничих чи господарських об'єктів, що відповідають вимогам сталого розвитку виробництва, його екологічній чистоті (рис. 2.13).

Екологічні технології — це технології запобігання забрудненню та поведженню з відходами, які застосовують в інженерних спорудах або під час виконання інженерних робіт із захисту чи відтворення природних об'єктів. До їх категорії належать і екологічно чисті технології. Це поняття було введено у Програмі дій «Порядок дій на ХХІ століття» зі сталого розвитку [4].

Відповідно до викладеного вище «екологічно чисті» технології означають маловідходні «технології переробки сировини і отримання готового продукту» і завдяки цьому сприяють запобіганню забрудненню навколишнього середовища. До них також належать «технології переробки в кінці виробничого циклу» або технології очищення, при-

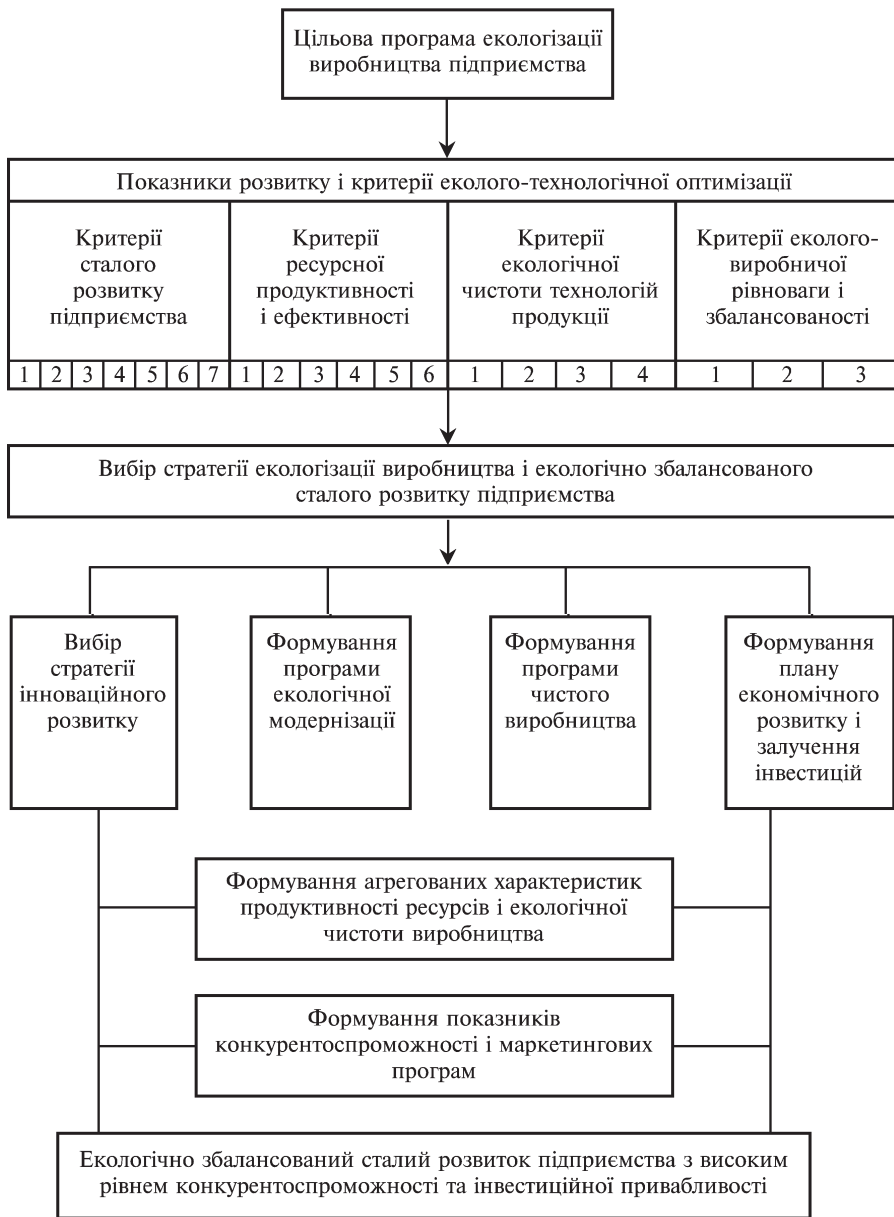


Рис. 2.13. Структура еколого-технологічних принципів оптимізації виробничої системи

значені для зменшення або усунення наявного забруднення в межах виробничої системи.

Екологічно чисті технології — це переважно технології запобігання забрудненню НПС. Мета розвитку екологічно чистих технологій — створення замкнених технологічних циклів з повним використанням сировини і відходів. Це спроба відтворити природні біохімічні цикли, тому що біосфера є відкритою системою, де всі елементи взаємопов'язані і взаємообумовлені. До екологічних технологій відносять також технології природовідтворення і усунення порушень, що заподіяні природним екосистемам виробничою чи господарською діяльністю людини.

До таких технологій належать:

- очищення або рекультивация забруднених територій;
- очищення забруднених водних джерел питної води;

— відтворення санітарних охоронних зон навколо промислових об'єктів і на водних об'єктах.

Загальну структуру екологічних технологій наведено на рис. 2.14.

2.11. Інженерно-біологічні методи природовідтворення

Розглянемо застосування екологічних технологій на прикладі рекультивации земель. Необхідність у рекультивации виникає у випадках порушення земель при застосуванні технологій:

- підземного видобування корисних копалин;
- наземного (відкритого) видобування корисних копалин (кар'єри щебеню, піску);
- збагачення корисних копалин;
- різноманітних видів промислової, будівельної і транспортної діяльності.

Технологія рекультивации складається з двох етапів: інженерного та біологічного (звідси інженерно-біологічні методи), які охоплюють велике різноманіття гірничо-технічних, сільськогосподарських, водогосподарських, санітарно-гігієнічних, комунальних заходів, що класифікуються таким чином:

1) за типом інженерних робіт:

— ландшафтно-відтворювальні (землевідтворювальні) — відтворення порушеного ландшафту: рельєфу місцевості, ґрунтового і рослинного покриття;

— санітарно-відтворювальні — відтворення санітарних охоронних зон навколо промислових об'єктів;

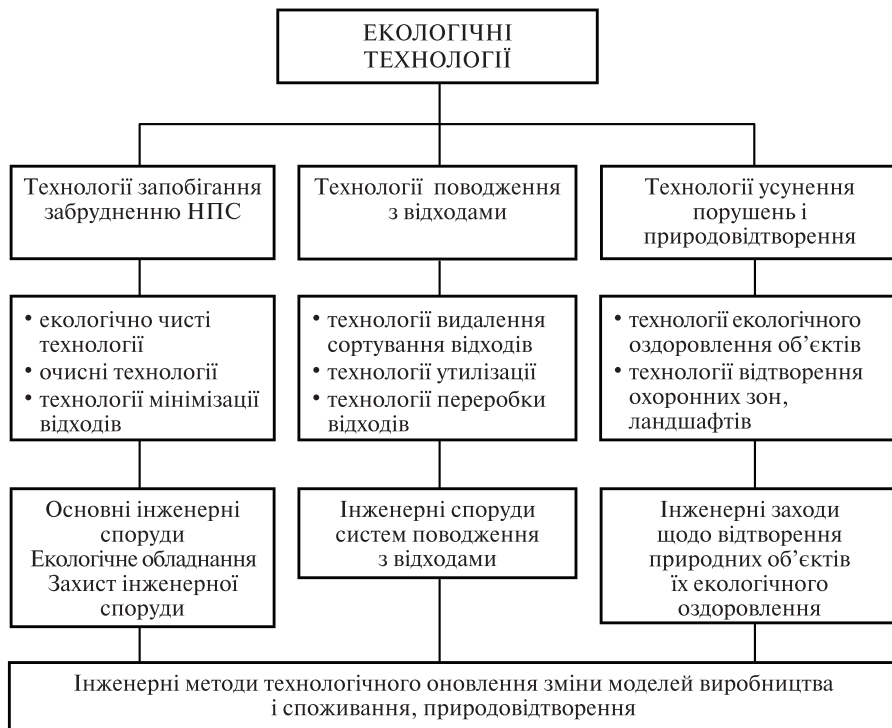


Рис. 2.14. Принципова структура екологічних технологій

— екооздоровчі — екологічне оздоровлення водних та інших природних об'єктів берегоукріплення, відтворення прибережних охоронних зон;

— екоохоронні або середовищезахисні — усунення та нейтралізація шкідливого впливу забруднених територій (радіаційних), полігонів-сміттєзвалищ на середовище життєдіяльності (грунт, воду, повітря);

2) за загальними інженерно-технологічними ознаками:

— рельєфно-технічні — відтворення порушеного рельєфу місцевості;

— рельєфні і біомеліоративні — відтворення ґрунтового покриття і рослинності (рекультивацийні роботи);

— інженерно-будівельні і гідротехнічні — відтворення територій під будівництво і зони;

— гірничо-будівельні — гідрологічне регулювання в зоні розробок (гідропрофілактичні роботи);

— інженерно-технічні — боротьба з пиловим забрудненням, сейсмічними і шумовими порушеннями (середовищезахисні роботи);

3) за видом і складом технологічних процесів:

— гірничо-планувальні — розрівнювання і планування поверхневих відвалів, терасування ухилів, відвалів і уступів у кар'єрах, стабілізування окремих площин;

— інженерна підготовка відтворювальних територій, майданчиків — відведення поверхневих вод і захист від підтоплення, розливу і заболочення; боротьба з ерозією, утворенням ярів; облаштування доріг, під'їздів, з'їздів;

— горно-ландшафтні — зняття, складування і вторинне використання ґрунту — трансплантація ґрунту;

— біомеліоративні — відтворення родючості ґрунтів, що були переміщені, або створення родючого шару на материнських породах;

— інженерні — штучне укріплення відвалів — пошарове укладання з укріпленням породи, спеціальні методи укріплення породи;

— гідротехнічні — будівництво водогосподарських об'єктів — облаштування водойм, використання робіт з укріплення берегів, створення водозабірних споруд;

4) за загальними біотичними ознаками:

— абіотичні — використання природних, фізичних і хімічних процесів, які протікають в екосистемах і дозволяють знизити небезпеку шкідливого антропогенного впливу, зменшити або виключити його наслідки;

— біотичні — використання живих організмів чи мікроорганізмів, які забезпечують функціонування екосистеми в зоні впливу виробництва. До них відносять біологічну рекультивацию і біологічне очищення стічних вод, знешкодження забруднення прилеглих ґрунтів за допомогою спеціальних рослин чи мікроорганізмів, здатних переробляти забруднювальні речовини. Біотичним заходом є й озеленення порушених земель.

2.12. Інженерно-екологічні природозахисні методи і заходи

Інженерно-екологічні природозахисні методи і заходи є складовою політики і програм екологізації підприємства. Вони спрямовані на створення систем комплексного захисту НПС від негативного впливу виробничої діяльності або підвищення екологічної чистоти підприємства.

Упровадження інженерно-екологічних заходів має на меті створення умов екологічно безпечного функціонування підприємства, гармонізованого з екосистемним середовищем. Це практично система інженерно-екологічного гарантування безпечного функціонування підприємства у НПС (рис. 2.15), яка ґрунтується на технічних, технологічних та екологічних регламентах і стандартах загальнодержавного та корпоративного (галузевого) рівня, а також регламентах і стандартах, що розробляються безпосередньо на підприємстві. Якщо воно має свою систему екологічного управління (менеджменту) і відповідні функціональні інженерно-екологічні регламенти і стандарти, то можна вважати таке виробництво на підприємстві екологічно збалансованим і безпечним. Системою екологічного управління підприємства визначаються екологічні цілі, розробляються його екологічна політика та довгострокові екологічні програми з природоохоронними і природовідтворювальними заходами (програми екологічної досконалості).

2.13. Системний еколого-інноваційний менеджмент досконалості підприємства

Системний еколого-інноваційний менеджмент орієнтований за міжнародними стандартами на виявлення й оцінювання інноваційних можливостей, досягнення досконалої екологічності підприємства у сфері ОВНС, ресурсозбереження, забезпечення екологічної безпеки і чистоти, а також на пов'язані з його діяльністю екологічні ризики та визначення на цій основі довгострокових інтегрованих цілей компанії і забезпечення їх реалізації за допомогою впровадження інноваційної системи заходів та інструментів.

Основними складовими функціонування системного еколого-інноваційного менеджменту (СЕІМ) підприємства є (рис. 2.16):

- 1) розроблення й ухвалення інтегрованої концепції еколого-інноваційної політики підприємства;
- 2) аналізування зовнішнього середовища (оточення) і внутрішнього інноваційного потенціалу (можливостей) підприємства, факторів еколого-інноваційної недосконалості менеджменту;
- 3) розроблення інтегрованих цілей і стратегій підприємства щодо реалізації його комплексної еколого-інноваційної політики досконалості;
- 4) створення концепції досконалості та програми чистого виробництва підприємства.

Кожне підприємство, що планує виробити інноваційно-екологічну стратегію, яка відповідає реальним прагненням підприємства, має

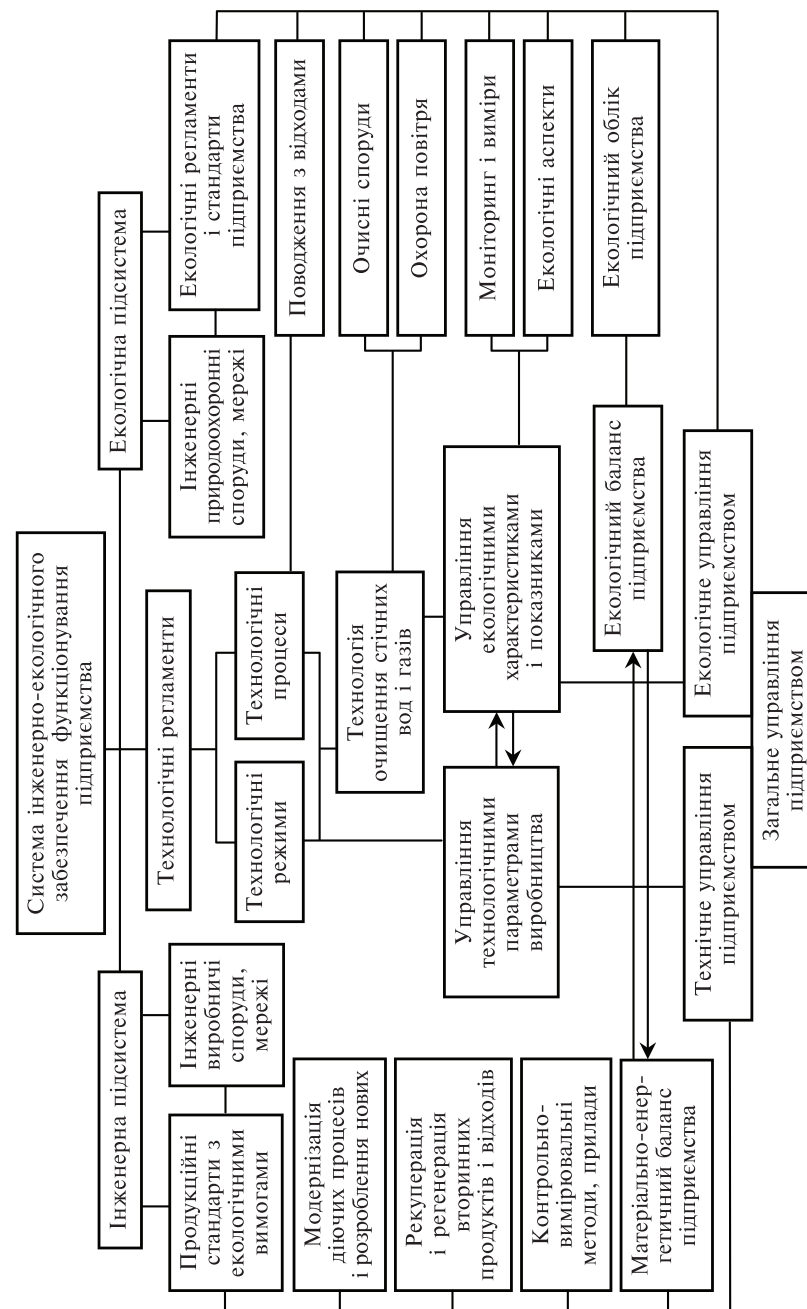


Рис. 2.15. Структурна схема системи інженерно-екологічного забезпечення функціонування підприємства

з допомогою зовнішніх експертів із системного менеджменту сформулювати стратегічне бачення своєї політики. Під політикою розуміють заяву підприємства про бачення ним свого призначення: ким воно є і яку загальну мету перед собою ставить у поєднанні інноваційних та екологічних цілей.

Для дослідження внутрішнього середовища підприємства можуть використовуватися різні методи, у тому числі SWOT-аналіз, тобто аналіз сильних і слабких сторін підприємства, його можливостей і загроз. SWOT-аналіз є ефективним засобом систематичного вивчення і оці-

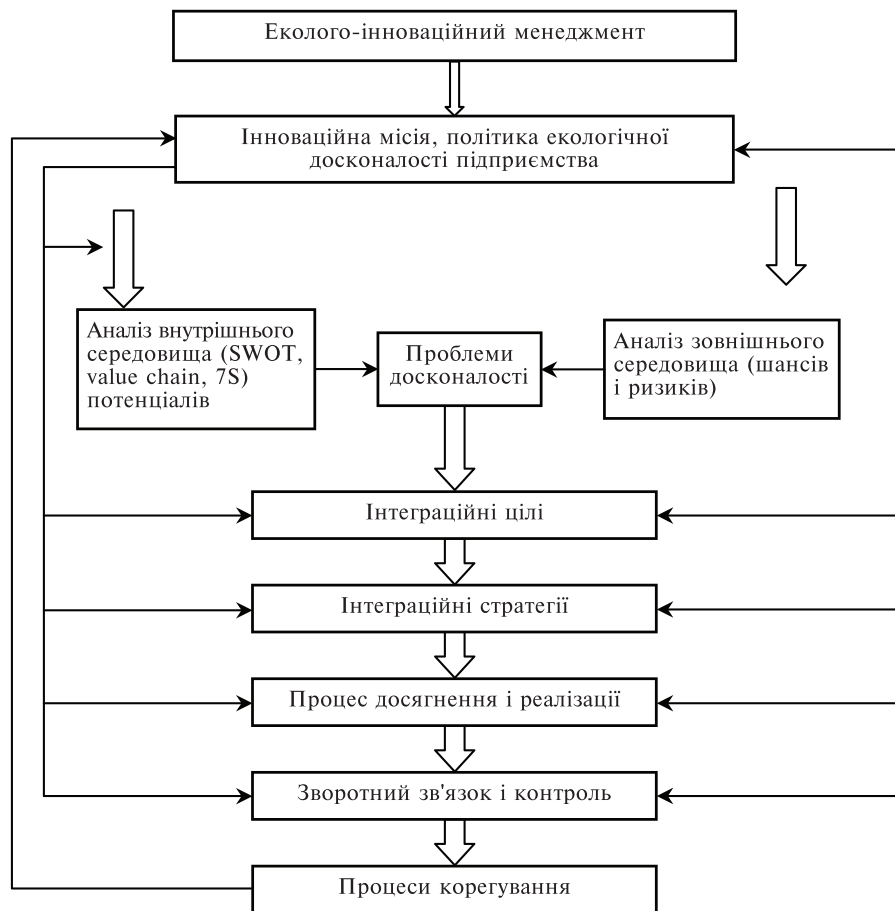


Рис. 2.16. Інтегрована модель функціонування системного еколого-інноваційного менеджменту підприємства

нювання інноваційного потенціалу, який підприємство має для реалізації її екологічної політики.

Методологія екологічного SWOT-аналізу включає:

— **сильні сторони:** екологічно сприятливі процеси і продукти, наявність «зеленого» іміджу, готовність персоналу до дотримання регламентів і обов'язкових вимог, інноваційного потенціалу для впровадження екологічно чистих продуктів і технологій;

— **слабкі сторони:** продукти, що не рецикуються; пакувальні матеріали, пляшки тощо; «брудні» технології, токсичні (небезпечні) відходи, імідж «забруднювача»; персонал немає інноваційної компетентності та не дотримується регламентів і вимог;

— **можливості:** оволодіння інноваційними технологіями, розроблення і просування екологічно чистих продуктів, забезпечення довгострокового виживання компанії за рахунок формування інноваційного «зеленого» іміджу, результативності природоохоронних заходів шляхом постійного здійснення комплексного еколого-енергетичного аудиту;

— **загрози:** зниження конкурентоспроможності, потреба у додаткових інвестиціях унаслідок підвищення вимог екологічних стандартів, посилення державного нагляду і контролю; посилення громадського екологічного контролю, підвищення активності конкурентів на ринках «зеленої» продукції; втрата компетентнісних переваг персоналу, його інноваційності.

Для дослідження внутрішнього середовища підприємства фахівці рекомендують застосовувати також «екологічний ланцюжок цінності» — «ecological value chain» — метод, що використовується у загальному стратегічному менеджменті (рис. 2.17).

Ланцюжок екологічної досконалості¹ являє собою методологічний інструмент, за допомогою якого виявляється й оцінюється внесок (чи його відсутність) різноманітних видів діяльності підприємства в досягненні її стратегічних цілей.

На підставі оцінки цього внеску виробляються об'єктивні рекомендації з екологізації структури підприємства.

Одна з головних ідей цього методу полягає в тому, щоб забезпечити реалізацію стратегічних завдань підприємства через весь ланцю-

¹ Концепція досконалості в інтерпретації моделі досконалості Європейського фонду управління якістю (EFQM) — це лідерство, засноване на досягненні успіху завдяки таланту, інтелекту людей, побудові стійкого майбутнього; розвитку організаційних здібностей, використання інновацій, адаптивне управління.

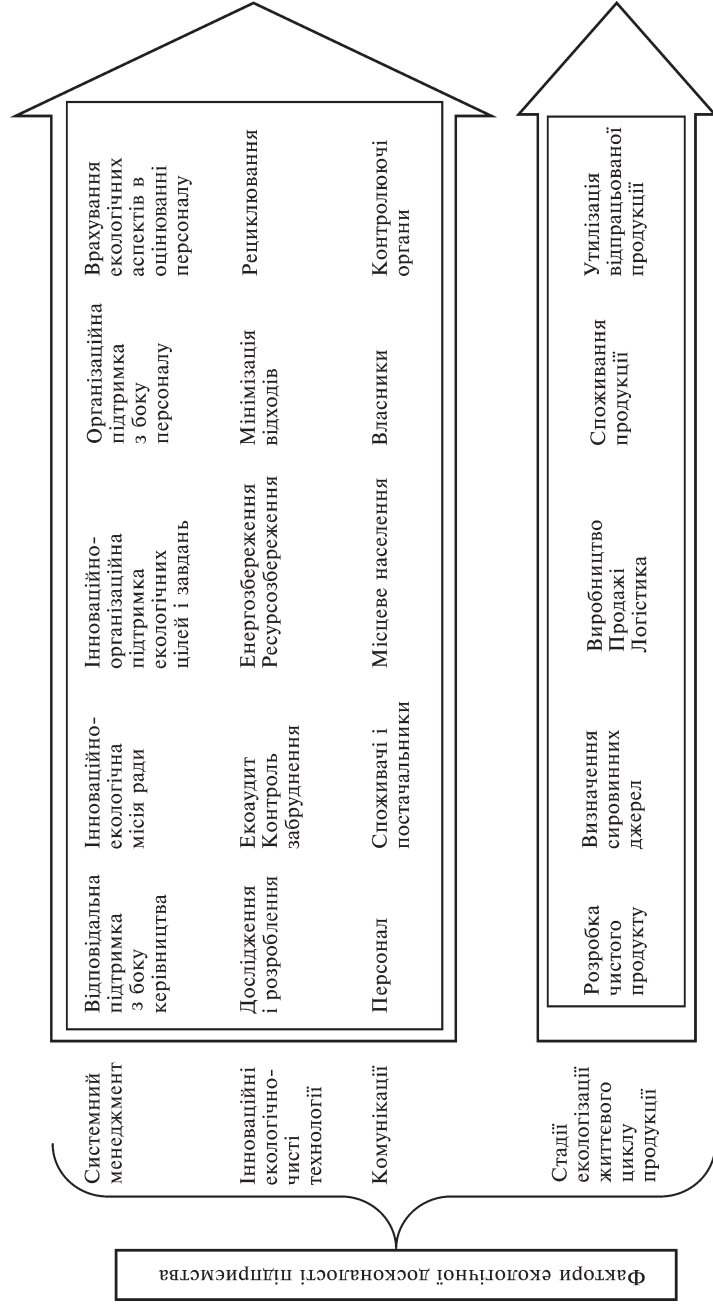


Рис. 2.17. Ланцюжок цінності екологічної досконалості підприємства

жок досконалості, включаючи як основні види виробничої діяльності (постачання сировини, виконання робіт з виробництва, забезпечення збуту продукції, маркетинг і продаж, післяпродажне обслуговування), так і види діяльності організаційного характеру (управління людськими ресурсами, планування, звітування тощо).

Аналіз зовнішнього середовища (оточення) передбачає вивчення всіх можливих шансів і загроз (ризиків) підприємства, сформованих під впливом політичних, економічних, соціальних, технологічних та екологічних факторів, зокрема й на глобальному рівні. Важливо ще раз наголосити, що існуюча для підприємства необхідність орієнтуватися на кращі (практично реалізовані) приклади у сфері екологічної досконалості, екологічної безпеки і ресурсозбереження сьогодні може бути пов'язана не тільки і не стільки з ризиками, скільки із шансами, тобто можливостями, що відкриваються для підприємства щодо забезпечення довгострокової конкурентоспроможності, досконалості.

За результатами аналізу внутрішнього і зовнішнього середовища підприємства й уточнення за його результатами цілей починається розроблення екологічної стратегії, яка є одним із центральних елементів системного менеджменту на стратегічному рівні. Вона являє собою сполучну ланку між нормативною екологічною політикою та інноваційними програмами чистого виробництва. Цей взаємозв'язок може бути простежений за допомогою моделі інтегрованого менеджменту еколого-інноваційної досконалості (рис. 2.18).

Стратегічний менеджмент досконалості реалізує завдання забезпечення довгострокової конкурентоспроможності фірми за допомогою зміцнення існуючого і формування нового потенціалу еколого-інноваційної досконалості. Сьогодні базисні стратегії спрямовані переважно на зниження витрат, підвищення якості продукції, лідерство у швидкості реагування на зміну вимог ринку. Зі зростанням значення для бізнесу екологічних та інноваційних факторів відбувається суттєве оновлення традиційних інженерно-екологічних підходів, які визначають потенціал її успіху та які потребують урахування у процесі розроблення стратегії з орієнтацією на глобальний інноваційний імператив сталого розвитку, Паризьку кліматичну угоду, четверту промислову революцію.

Важливим для підприємства є питання про базисні інноваційно-екологічні стратегії, що відповідає концепції сталого розвитку. До спеціалізованих стратегій можуть бути віднесені стратегії достатності, коефективності, стратегії переходу до чистого виробництва, циркулярності, кооперування та ін.



Рис. 2.18. Взаємозв'язок основних елементів у рамках моделі інтегрованого менеджменту еколого-інноваційної досконалості

Стратегія достатності — це добровільне обмеження споживання і відповідно зміна стилю життя; стратегія чистого виробництва, що забезпечує мінімізацію негативного впливу на НПС окремого підприємства шляхом радикальної зміни технології (чисте виробництво), номенклатури продукції, що випускається, і застосовуваної сировини тощо.

Стратегія екоефективності — істотне збільшення коефіцієнта використання сировинних ресурсів і коефіцієнта корисної дії всіх технологічних процесів.

Стратегія циркулярності — це мінімізація відходів і скорочення навантаження на природу за допомогою формування між підприємствами своєрідних індустріальних постачальницьких ланцюгів, які реалізують кругообіг потоків сировини і відходів, що відповідає асимілюючому потенціалу природи.

Стратегія кооперування — узгоджене скорочення негативного впливу на стан природного середовища з боку цілої групи підприємств, що кооперуються між собою у спільному розв'язанні екологічних проблем, у ресурсозбереженні і мінімізації відходів. З-поміж інноваційних стратегій сталого розвитку набувають поширення синергетичні принципи інженерної екології, для яких характерними є стратегії циркулярності і кооперування. Вони дозволяють вийти за межі можливостей і ресурсів окремих підприємств, використовуючи переваги кооперування, зокрема регіональне і міжгалузеве.

Стратегії циркулярності та кооперування орієнтовані на синергетичне узгодження, спільне розв'язання складних проблем сталого розвитку, що сприяє виробленню і реалізації інтегрованої стратегії для кількох економічно й організаційно відособлених, але пов'язаних ЖЦП, компаній із формуванням на їх базі екологічно орієнтованої інноваційної мережі. Зрозуміло, що даним інноваційним організаційним рішенням мають відповідати і виробничо-технологічні інновації.

Шлях до реалізації цих стратегій пов'язаний, своєю чергою, з орієнтацією економічних стратегій підприємств на принципи:

- дематеріалізації та ресурсозбереження — значне скорочення споживання вхідних ресурсів через здійснення циркулярності в економічних процесах;
- енергозбереження — скорочення енергоємності виробництва і продукції та застосування екологічно чистих видів енергетичних ресурсів і палива;
- регіоналізації — використання локальних ресурсів і потенціалів регіонів, створення кластерних систем виробництва, споживання, рециркуляції відходів із вторинним використанням;
- адаптації — узгодження темпів економічного розвитку з темпами технологічних перетворень, адаптації до змін клімату;
- обережності, що слугує запобіганню забруднення природного середовища;
- мінімізації відходів.

Розробляючи виробничу інтегровану стратегію, вибір її пріоритетів здійснюють з урахуванням чотирьох напрямів екологічної спрямованості: продукт, виробництво, персонал і комунікації. Центром інженерно-виробничого аналізу вважають скорочення навантаження на довкілля завдяки зменшенню виробничих емісій, ресурсомісткості тощо. У сфері продукту увагу концентрують на зменшенні негативного впливу на НПС самого продукту протягом усього його життєвого

циклу. Поводження і мотивація екологічно компетентного персоналу, як носія еколого-технологічних дій, є предметом наступного напрямку дії. Підприємство може використовувати також різні **стратегії** комунікацій, за допомогою яких можливе встановлення зворотного зв'язку й організація конструктивних діалогів із проблем і дій у сфері ОБНС як усередині підприємства, так і поза його межами.

Екологічні стратегії також поділяють на стратегії «Pull» і «Push». Екологічний «Pull» виникає внаслідок вимог, що підсилюються з боку споживчого попиту і ринку (покупці, конкуренти, партнери). Екологічний «Push» ініціюється законодавством і вимогами інтерналізації екологічних витрат фірми, для чого потрібні екологічні й технічні інновації. Здатність фірми вчасно реєструвати й аналізувати вплив цих факторів у своїй екологічній стратегії визначає її середньо- і довгострокову конкурентоспроможність на ринку [54].

Сфера впливу екостратегії поширюється не тільки на підприємство як таке, але і на загальний ЖЦП. Тим самим екостратегії слугують досягненню конкурентних переваг, необхідних для забезпечення довгострокового функціонування підприємства, за максимального можливого зниження екологічних проблем протягом усього ЖЦП.

Компетентність. Рекомендований перелік методологічних складових професійних компетенцій за напрямом «Інженерна екологія»

1. Базові знання основ системно-синергетичної методології сталого розвитку. Здатність цілісного сприйняття складної багатодисциплінарної методології інженерної екології як системної складової синергетичної методології сталого розвитку.
2. Базові знання методологічної структури інженерної екології як сукупності спеціалізованих методів технологічних передбачень; синергетичних, дистанційних, нормативних та інженерних методів досліджень; оцінювання еколого-інноваційної досконалості виробничих систем; методів проектування та спорудження об'єктів екологічної інфраструктури тощо.
3. Розуміння сутності системного, синергетичного та екосистемного методологічних підходів та уміння використовувати їх у професійній інженерній діяльності щодо досягнення екологічної досконалості виробничих та технічних систем на принципах сталого розвитку.

4. Базові знання сутності універсальної методології SWOT-аналізу. Здатність застосовувати методологію SWOT-аналізу в розв'язанні складних проблем інженерно-екологічної професійної діяльності.
5. Базові знання основ синергетичної методології технологічного передбачення змін інноваційних «драйверів» (моделі) сталого інноваційного розвитку галузей індустрії та їх технологічних укладів.
6. Базові міждисциплінарні знання про міжнародну та адекватну національну систему стандартизації ISO у сфері сталого розвитку; уміння використовувати стандартизовані, нормативні методологічні підходи, положення ISO у практичній інженерно-дослідницькій, конструкторській та технологічній діяльності, інженерно-екологічному інноваційному проектуванні.
7. Системне уявлення про загальну структуру та дистанційні, нормативні методи інженерно-екологічних досліджень; уміння застосовувати їх у практичній інженерно-екологічній діяльності.
8. Базові міждисциплінарні знання про методи дистанційних аерокосмічних досліджень антропогенного впливу виробничих систем на стан НПС, уміння використовувати результати таких досліджень в інженерно-проектній діяльності.
9. Знання та володіння методами системно-синергетичних досліджень взаємодії виробничих та екологічних систем.
10. Базові міждисциплінарні знання про нормативні методи підвищення інженерно-екологічної досконалості виробничих систем, підприємств; уміння використовувати їх в підвищенні конкурентоспроможності підприємств.
11. Здатність засвоювати та адаптувати синергетичну методологію інженерної екологізації виробництва у практичній інженерно-дослідницькій та інженерно-проектній діяльності щодо сприяння інноваційній спрямованості сталого розвитку.
12. Знання нормативного методу оцінювання характеристик екологічності виробничих систем згідно з ДСТУ ISO14031; уміння їх використовувати при підготованні проектів еколого-інноваційної модернізації виробництва.
13. Знання нормативного методу ОЖЦП згідно з ДСТУ ISO14040; уміння використовувати його при виборі інженерних рішень щодо підвищення екологічної та економічної ефективності продукційних систем виробництва, розробленні проектів і програм екологічної чистоти підприємств.

14. Системні знання про інженерні методи екологізації виробництва, екологічний інжиніринг; уміння визначати завдання екологічного інжинірингу.
15. Здатність використовувати результати еколого-технічного аудиту в розробленні проєктів, програм мінімізації відходів, проєктуванні технологій рециркуляції.
16. Здатність використовувати методологію енергетичного аудиту в розробленні інноваційних проєктів підвищення енергоефективності виробництва, його екологічної досконалості.
17. Знання принципової структури еколого-технологічної оптимізації виробничих систем; уміння їх застосовувати у практичній діяльності.
18. Базові уявлення про основи біологічної інженерії, методи біолого-інженерного відтворювання природних якостей ландшафтів, втрачених унаслідок шкідливого впливу виробничої діяльності.
19. Знання основ еколого-інноваційного менеджменту та напрямів його поширення на інженерну діяльність; уміння використовувати знання щодо підвищення інженерно-екологічної досконалості виробництва у практичній діяльності.
20. Знання основ проєктного менеджменту; уміння їх використовувати в практиці проєктування екологічної модернізації виробництва.



Розділ 3

СИСТЕМНА ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПРОЦЕС СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІН КЛІМАТУ

3.1. Інноваційна сутність системної інженерної екологізації

У сучасних наукових та навчальних вітчизняних виданнях екологізація як інноваційний процес розглядається переважно в економічному ракурсі, тобто як економічна категорія [48]. Наводяться приклади бельгійського досвіду екологізації міського господарства, досвіду екологізації автотранспорту США із суттєвим інженерно-економічним та інженерно-екологічним обґрунтуванням проєктів, програм екологізації. Так, наприклад, бельгійський досвід ґрунтується на кластерних (синергетичних) моделях екологізації, серед яких наявні інженерні кластери енергозбереження з конструктивними та технологічними рішеннями. Більше інженерно-екологічних аспектів містить американська модель екологізації автотранспорту: перехід до екологічно сприятливих конструкцій автомобіля, відмови від вуглецевих видів палива, створення цифрових мереж регулювання тощо. Отже, екологізація як інноваційний процес досягнення збалансованої інтеграції економічних, інженерних, екологічних аспектів сталого розвитку за своєю методологічною сутністю є синергетичний інженерно-економічний та інженерно-екологічний інноваційні процеси в контексті сучасної синергетичної парадигми сталого розвитку інноваційного спрямування. Саме на синергетичному підході ґрунтувалася Лундська (шведська) модель екологізації промисловості, поєднуючи технічні, екологічні та економічні методи, заходи у цілісній програмі запобігання забрудненню у складі системного інтегрованого менеджменту екологізації. Згідно зі шведською моделлю інноваційний процес екологізації промисловості має починатися із впровадження системи міжнародних стандартів ISO з екологічного менеджменту в поєднанні зі стандартами управління якістю (ISO 9000, 9001-3, 9004).

Для України як індустріально-аграрної держави є актуальним відтворення інноваційного потенціалу галузей індустрії, рушійною силою яких (відтворення) має стати системна екологізація, тим більше, що це

передбачено чинним законодавством: «підготовка державних цільових програм з екологізації окремих галузей національної економіки, що передбачають технічне переоснащення, запровадження енергоефективних і ресурсозберігаючих технологій, маловідходних, безвідходних та екологічно чистих технологічних процесів» [1].

Процес екологізації у будь-якій галузі діяльності за своєю сутністю є інноваційним процесом згідно з поширеним його визначенням як «процес постійного екологічного вдосконалення, який спрямований на запобігання та усунення екодеструктивних факторів» [43].

Отже, під екологізацією виробництва слід розуміти цілеспрямований інноваційний процес підвищення екологічності життєвих циклів продукції, продукційних систем; підвищення екологічної чистоти технологічних систем, перехід до екологічно чистих моделей виробництва з досконалою системою еколого-інноваційного та енергетичного менеджменту. Для сучасної методології екологізації виробництва характерними є інноваційні моделі, стратегії екологічної чистоти технологій, виробництва. Це ключова системоутворювальна ланка інноваційної структури синергетичного процесу екологізації. Вимога більш широкого застосування екологічно чистих і безпечних технологій та виробничих процесів міститься в оновлених цілях глобальної стратегії сталого розвитку на період до 2030 р.

У Паризькій кліматичній угоді на період до 2050 р. пропонується розробити рамкові технологічні платформи, що зумовлено змінами клімату, які мають сприяти розвитку «екологічно оптимальних технологій», зміцнювати синергію технологічних механізмів, потенціалів запобігання змінам клімату та адаптації до змін.

У ЄС політика розвитку інноваційних технологій та екологізації економіки спрямована на використання у промисловості найкращих інноваційних методик, моделей, що забезпечує поширення більш досконалих моделей використання ресурсів (моделі ЖЦП)¹.

У ЄС провадиться інтегрована політика щодо продукції (ІРР) з метою системної екологізації ЖЦП від сировини та утилізації використаної продукції. Перше велике прагнення Європи сприяти екоінновації втілено у «Плані дій щодо розвитку технологій захисту довкілля» (екологічних технологій — ЕТАР). Надалі, у 2011 р. ЕТАР було трансформовано у «План дій з екоінноваційних процесів: поєднання екоіннова-

цій, цифрових інновацій в межах цілісної еко-індустрії та екологічної інженерії, що створило умови для четвертої промислової революції [31]. Для України не обов'язково винаходити «свій інноваційний курс» на початку інноваційного шляху до ноосферо-синергетичної моделі сталого розвитку в XXI ст. Розпочати слід з використання результативного досвіду Швеції, Канади, Польщі, Китаю.

3.2. Керівні глобальні принципи, засади інженерної екологізації виробництва

Вони визначені в програмних документах ООН, спрямованих на формування глобальних узгоджених та у подальшому вдосконалених концептуальних основ, принципів, системних підходів, цілей сталого розвитку, зокрема таких.

1. Програма дій «Порядок денний на XXI століття». Ухвалена конференцією ООН в 1992 р. у Ріо-де-Жанейро. Уперше визначено концептуальні основи, цілі сприяння більш екологічно чистому виробництву, поширенню екологічно чистих технологій, які визначаються як маловідходні або безвідходні технології перероблення сировини і одержання готового продукту і запобігають забрудненню навколишнього середовища. До них також належать технології перероблення по завершенні виробничого циклу або технології очищення, призначені для усунення наявного забруднення. Екологічно чисті технології слід розглядати як комплексні (синергетичні) системи у сукупності з інформаційними технологіями, спеціальними процедурами, послугами, обладнанням та методами організації та управління. Концепція більш екологічно чистого виробництва передбачає забезпечення екологічної досконалості та синергетичної інтегрованої ефективності на кожному етапі ЖЦП [4].

2. Доповідь Всесвітнього саміту на вищому рівні щодо сталого розвитку. ООН, Йоганесбург, 2002. Розвиваються концептуальні основи, принципи екологічно чистих технологій, виробництва в напрямі стійких, раціональних моделей виробництва і споживання на засадах науково обґрунтованих підходів до екологізації ЖЦП; підтримання програм і центрів, зокрема інженерних, чистого виробництва; створення і розвиток інноваційного потенціалу екологічної чистоти малих і середніх підприємств; поширення моделей досвіду чистого виробництва та споживання; здійснення програм навчання, підготовки спеціалістів у сфері екологічної досконалості моделей виробництва і споживання [5].

¹ Бізек В. Політика та право ЄС з питань, що стосуються довкілля : посібник. Проект ЄС «Додаткова підтримка Міністерства екології та природних ресурсів України». Київ, 2013.

3. Підсумковий документ Конференції ООН зі сталого розвитку «Майбутнє, якого ми бажаємо». Ріо-де-Жанейро, Бразилія, 2012 р. [6].

Уперше на офіційному всесвітньому рівні вводиться поняття «забезпечення синергетичної взаємодії та узгодженості» щодо зміцнення потенціалу, зокрема інноваційного, сталого розвитку, взаємодії науки і практики, збалансованої інтеграції трьох аспектів сталого розвитку. Уводиться поняття «зеленої» економіки як одного з важливих інструментів забезпечення сталого розвитку, що ґрунтується на всіх принципах, визначених ООН у Ріо-де-Жанейро. «Зелена» економіка має стимулювати інноваційну діяльність, сприяти подоланню технологічних розривів та впровадженню раціональних моделей виробництва і споживання; підвищувати ефективність використання ресурсів і зменшувати відходи.

Концепція ООН рекомендує промисловим секторам розробляти стратегії розвитку «зеленої» економіки; поширювати ефективні інноваційні моделі, досвід «зеленої» економіки; стимулювати екологічні технології, дослідження та інноваційні розробки. У документі розглядаються синергетичні умови формування Глобального екологічного імперативу (перспективу), одне з призначень якого полягає у «зміцненні синергетичних зв'язків» між екологічними конвенціями, зведення у цілісну мережу екологічної інформації. Екологічний імператив ООН охоплює всі основні сфери життєдіяльності людства та «зелену» енергетичну мережу їх забезпечення.

У статті В. Бовтенка «Адаптація в Україні екологічного імперативу ООН — шанс на майбутнє процвітання» наголошується на тому, що «уперше в історії в основі світових парадигм енергетичної політики розвиток людства пов'язується зі зниженням, а не збільшенням споживання енергоресурсів і переходом на відновлювальну («зелену») енергетику, енергозберігаючі («зелені») технології, енергозберігаючі «розумні» будівлі, зі зниженням впливу традиційних ринків енергоносіїв та енергогенерації¹.

Отже, **сучасна концептуальна модель «зеленої» економіки** має складну синергетичну структуру екологізованих компонентів: «зелена» енергетика, «зелені» інвестиції, «зелений» ринок екологічно чистої продукції, технологій, послуг; «зелені» моделі виробництва і споживання (рис. 3.1).

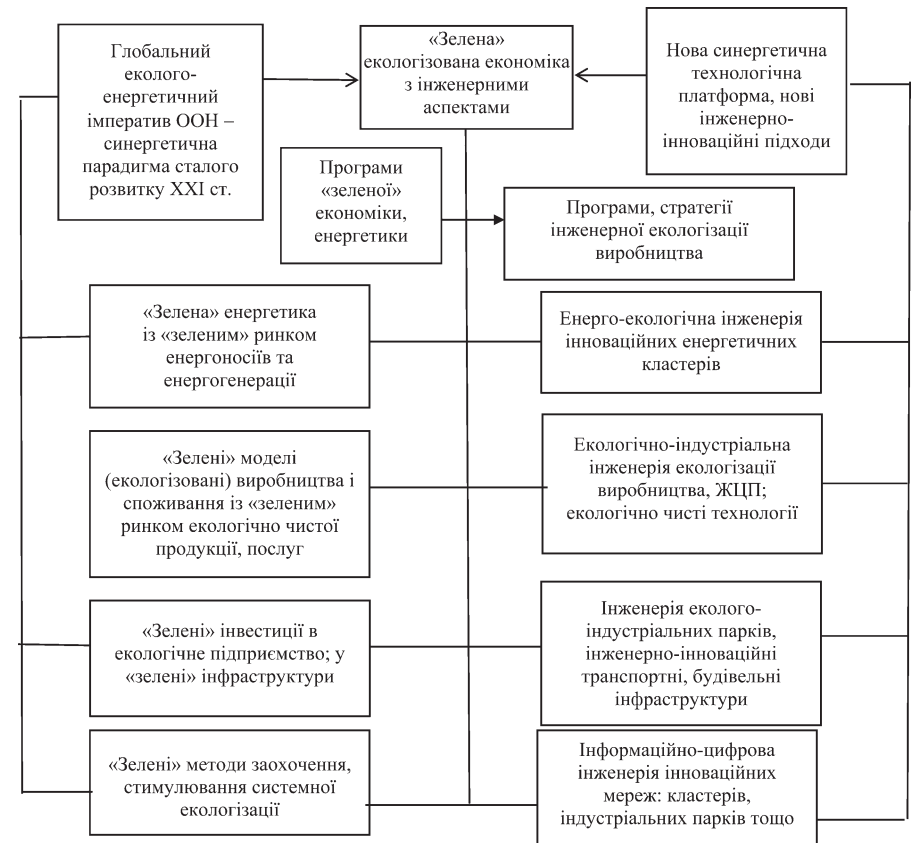


Рис. 3.1. Синергетична модель сучасної «зеленої» економіки з інженерними аспектами

Оновлені стратегічні цілі, визначені у порядку денному ООН у сфері сталого розвитку на період до 2030 р., зокрема створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохопній і сталій індустрії та інноваційності; забезпечення переходу до раціональних моделей виробництва і споживання. Уперше визначено мету щодо сприяння «всеохопній і сталій індустріалізації» з «більш широким застосуванням екологічно чистих і безпечних технологій та виробничих процесів». Для цього потрібно модернізувати інфраструктуру і промислові підприємства, тобто запровадити інноваційні моделі екологізації виробництва (екологічної модернізації) [9].

Екологізація виробництва — це складний синергетичний процес постійного системно екологічного вдосконалення ЖЦП, продукцій-

¹ Бовтенко В. Адаптація в Україні екологічного імперативу ООН — шанс на майбутнє процвітання // Дзеркало тижня. — 2016. — № 37 (283),

них, технологічних систем виробництва, який спрямований як на запобігання промислового забрудненню навколишнього середовища, так і на покращення продукції з відтворенням екологічних інновацій та здійснення екологічного реінжинірингу — перепроєктування діючих процесів. Реінжиніринг набув поширення в бізнес-середовищі і детально викладено його методологію щодо екологічної модернізації підприємств у праці [55].

3.3. Екологічна інженерія Глобальної промислової революції (Індустрія 4.0)

Характерною методологічною особливістю четвертої промислової революції є технологічний синергізм на основі технологічних укладів 5-го і 6-го поколінь та синергетичний ефект: інноваційний, екологічний, економічний, соціальний, бізнесовий. Ключову роль у досягненні синергетичного ефекту має відігравати цифрова інженерія — цифрові технологічні платформи поєднання, синергії індустріальних, цифрових, біоекологічних та нанотехнологій.

Клаус Шваб у книзі «Четверта промислова революція» наголошує: «Конвергенція (синергізм) фізичного, цифрового і біологічного середовищ, на якій ґрунтується четверта промислова революція, відкриває значні можливості одержання величезних переваг стосовно використання ресурсів та інтегрованої ефективності. Як довів проєкт «Мейнстрім» (ініціатива Всесвітнього економічного форуму, спрямована на прискорення переходу до «зеленої» (циркульованої) економіки), перспективність полягає не тільки в тому, що окремі особи, підприємства, корпорація, уряди будуть менше впливати на природу, але і в тому, що викликає великий інноваційний потенціал (синергетичний ефект) для відтворення і регенерації природного середовища» [31].

Інноваційний потенціал дозволяє переорієнтувати бізнес і споживачів з лінійної моделі використанням ресурсів «бери—роби—викидай» на інноваційну модель чистого виробництва, у якій технологічні ресурсні, переробні, цифрові, очисні системи синергетично взаємодіють у ЖЦП і сприяють формуванню сталої регенеруючої («зеленої») продуктивної системи, яка має властивості не тільки запобігання забрудненню, але і підвищення екологічних характеристик виробництва, продукції.

Клаус Шваб розглядає інноваційні цифрові технології з екологічним ефектом, зокрема і кліматичним.

Застосування інтернет-речей (IoT) та інтелектуального ресурсу дозволяє відслідковувати потоки матеріальних, енергетичних ресурсів

з досягненням додаткового синергетичного ефекту за всіма ланцюгами створення вартості (продукції). Із 14,4 трлн дол. США економічних вигід, які, за оцінками Cisco, мають бути отримані за рахунок інтернет-речей у наступному десятиріччі (2020–2030 рр.), 27 трлн дол. США вартості мають бути отримані внаслідок скорочення відходів та екологічного вдосконалення ланцюгів постачання та логістики інноваційних моделей з використанням інтернет-речей і можуть сприяти скороченню викидів парникових газів на 16,5 % [31].

Четверта промислова революція, її інноваційні моделі технологічного синергізму відкривають перед корпораціями можливості досягти повноти екологізації ЖЦП, створити послідовність з каскадним ефектом, що дозволяє вторинний ресурс використовувати для інших цілей, при цьому зменшуючи шкідливі викиди і навантаження на навколишнє природне середовище. У цій інноваційній промисловій системі CO₂ перетворюється, наприклад, із забруднювальної речовини, що створює парниковий ефект, у виробничий новий ресурс, а інженерія уловлювання і збереження вуглецевих сполук створює додану вартість та нові технологічні потужності. Більш важливо, як стверджує Клаус Шваб, є залучення до інженерної екологізації виробництва, формування і реалізації стратегії чистого виробництва, відтворення природного капіталу, широкого кола екологічно свідомих керівників корпорацій; відкриття можливостей розумного і відтворювального використання природного капіталу з метою сталого, екологічно чистого виробництва і споживання; створення можливостей для відтворення біорізноманіття в антропогенно виснажених районах.

Інженерні системи когенерації (технологічний синергізм комбінованого виробництва теплової та електричної енергії) та комбінованого охолодження вловлюють і використовують надлишкове тепло, істотно підвищуючи енергоефективність. Системи тригенерації використовують тепло для обігріву будівель, або для їх охолодження за допомогою абсорбційного холодильного обладнання, наприклад, охолодження офісних комплексів з великою кількістю комп'ютерів. Інженерні системи водопостачання з «Уотернет» («Інтернет труб») здійснюють моніторинг циркуляції води і таким чином формують моделі раціонального водопостачання, тобто зменшення дефіциту водних ресурсів.

Наведені окремі приклади інноваційної спрямованості четвертої промислової революції свідчать про її зв'язок із цілями, інноваційними моделями сталого розвитку на період до 2030 р. Спільне поширення за-

стосування інноваційних моделей технологічного синергізму та моделей, стратегій екологізації виробництва буде сприяти пришвидшенню досягнення стратегічних цілей сталого розвитку до 2030 р.

3.4. Зміна моделей технологічних укладів сталого розвитку

Зміна моделей технологічних укладів характеризує нарощення інтелектуального та інноваційного потенціалів сталого розвитку суспільства, промисловості, темпів та масштабів його екологізації; перетворення «сировинної» економіки в «зелену» економіку, екологічно «брудніше» в безпечне. Не випадково Клаус Шваб ототожнює поняття «четверта промислова революція» і «четверта технологічна революція», яка за своїм впливом на розвиток суспільства, його сфери життєдіяльності значно масштабніша за промислову і визначає такий вплив, як інноваційний [31].

Українські науковці розробили сценарії розвитку економіки України з передбаченням головних складників 6-го технологічного укладу, структура моделі якого визначається на основі експертних оцінок різних міжнародних та науково-освітніх центрів [50]. У різних експертних груп різне стратегічне бачення моделі 6-го технологічного укладу. Оптимізовану модель 6-го технологічного укладу стосовно інвестиційної привабливості високотехнологічних та наукоємних сфер діяльності показано на рис. 3.2, модель передбачення головних складників 6-го технологічного укладу з узагальненням оцінок різних експертних груп (див. рис. 3.1) — рис. 3.3, модель технологічного укладу четвертої промислової революції, яка адекватна технологічним драйверам, наведеним у книзі Клауса Шваба «Четверта промислова революція» — на рис. 3.4. Характерним для наведених варіантів структурних моделей технологічних укладів є їх невідповідність, або часткова невідповідність принципам екологічного імперативу сталого розвитку, зокрема системної екологізації сфер життєдіяльності суспільства та відповідних технологічних укладів. Автори підручника подають на рис. 3.5 свій екологізований варіант 6-го технологічного укладу моделі сталого розвитку XXI ст. інтелектуального (ноосферного) та інноваційного спрямування.

Перша модель 6-го технологічного укладу (див. рис. 3.2), як модель інвестиційної привабливості з погляду біржової діяльності майже не має екологічної спрямованості і викликає сумніви щодо її інвестиційної привабливості. Вона (модель) не відповідає принципам, цілям сталого розвитку на період до 2030 р. Друга модель (див. рис. 3.3) теж не

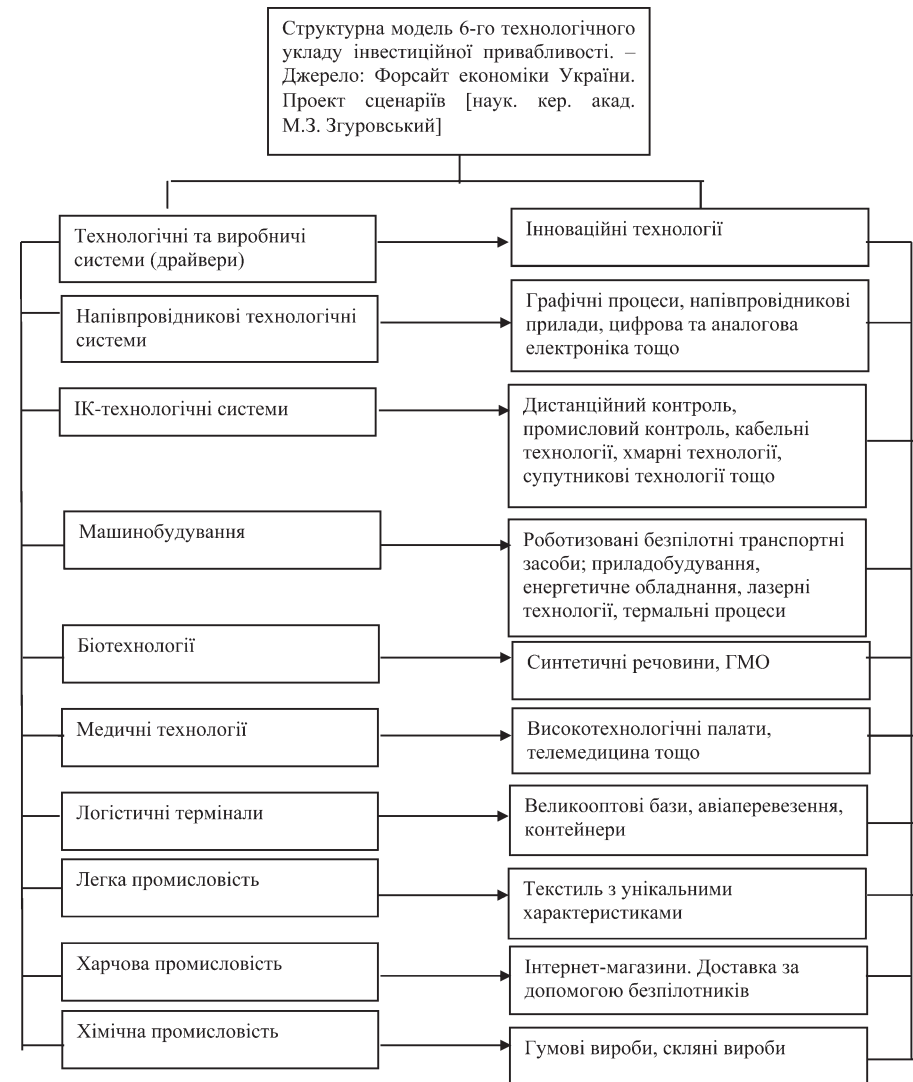


Рис. 3.2. Модель 6-го технологічного укладу з найбільш привабливими сферами діяльності та технологіями з погляду стратегічного інвестора (інвестиційний варіант)



Рис. 3.3. Оптимізована структурна модель 6-го технологічного укладу як складова сценарію розвитку економіки України

екологізована, але містить окремі екологічні аспекти: рециркуляційні технології, альтернативну енергетику, космічний моніторинг землі.

Технологічний уклад четвертої промислової революції зображено структурною схемою на рис. 3.4, яка розроблена авторами підручника на основі узагальнення змісту книги Клауса Шваба «Четверта промислова революція» [31].

Технологічний уклад — це синергетична сукупність технологій та виробництв одного інноваційного рівня, який, у свою чергу, формується інтелектуальним ресурсом [49]. Клаус Шваб розглядає технологічний уклад четвертої промислової революції у тривимірному, синергетично цілісному ракурсі технологічного блокчейну: фізичний, цифровий та біологічний блоки впливу на сфери життєдіяльності суспільства як це показано на рис. 3.4. Відповідно зроблено угруповання технологічних драйверів четвертої промислової революції, які перебувають у синергетичному взаємозв'язку (за визначенням Клауса Шваба «синергізмі технологічних революцій»).

Із метою посилення технологічного взаємозв'язку, технологічного синергізму четвертої промислової революції та основних цілей, принципів сталого розвитку на період до 2030 р. автори підручника запропонували екологізований варіант синергетичної моделі 6-го технологічного укладу, адекватної ноосферній моделі сталого розвитку, що наведена в концепції підручника (рис. 3.5). Саме нооперетворення у всіх сферах життєдіяльності є спільною сутністю нової стратегії сталого розвитку на період до 2030 р., Паризької кліматичної угоди на період до 2050 р. та четвертої промислової або технологічної революції XXI ст. Розуміння, сприйняття всеохопної парадигми нооперетворень у XXI ст. має сприяти підвищенню передбачуваності глобальних та локальних змін і з упередженням здійснювати системну модернізацію; будувати технологічні, економічні, соціальні, екологічні системи, стійкі до таких змін. І передусім це стосується інноваційних синергетичних систем, що ґрунтуються на інтеграції, взаємодії науки, освіти, бізнесу, органів влади, громадськості.

В офіційному документі ЮНЕСКО, підготовленому французьким філософом Едгаром Мореном щодо основних напрямів реформування освіти, під назвою «Освіта у майбутньому: сім невідкладних занять», на перше місце поставлено проблему ноогенезу¹. Академік А. Гальчин-

¹ Гальчинський А. Інформаційна революція і новий виток нооперетворень // Дзеркало тижня. — 2017. — № 39.

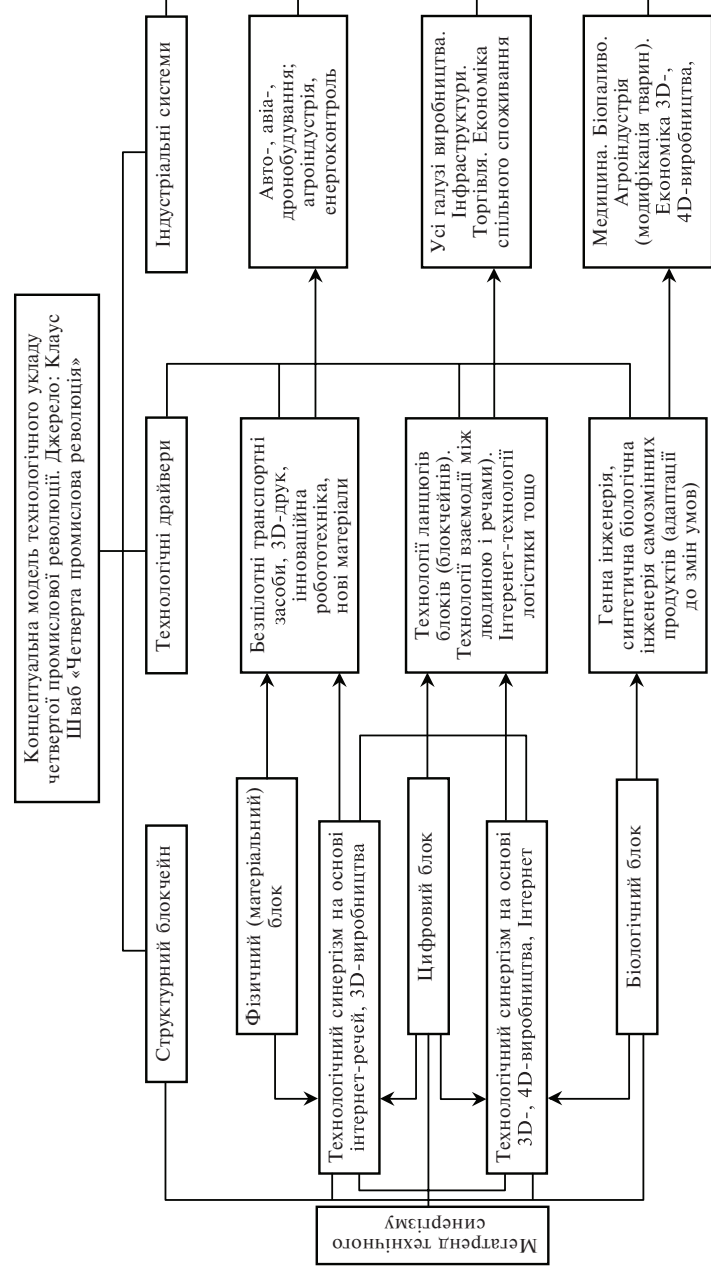


Рис. 3. 4. Концептуальна модель технологічного укладу четвертої промислової революції, виконана з використанням мегатрендів Клауса Шваба

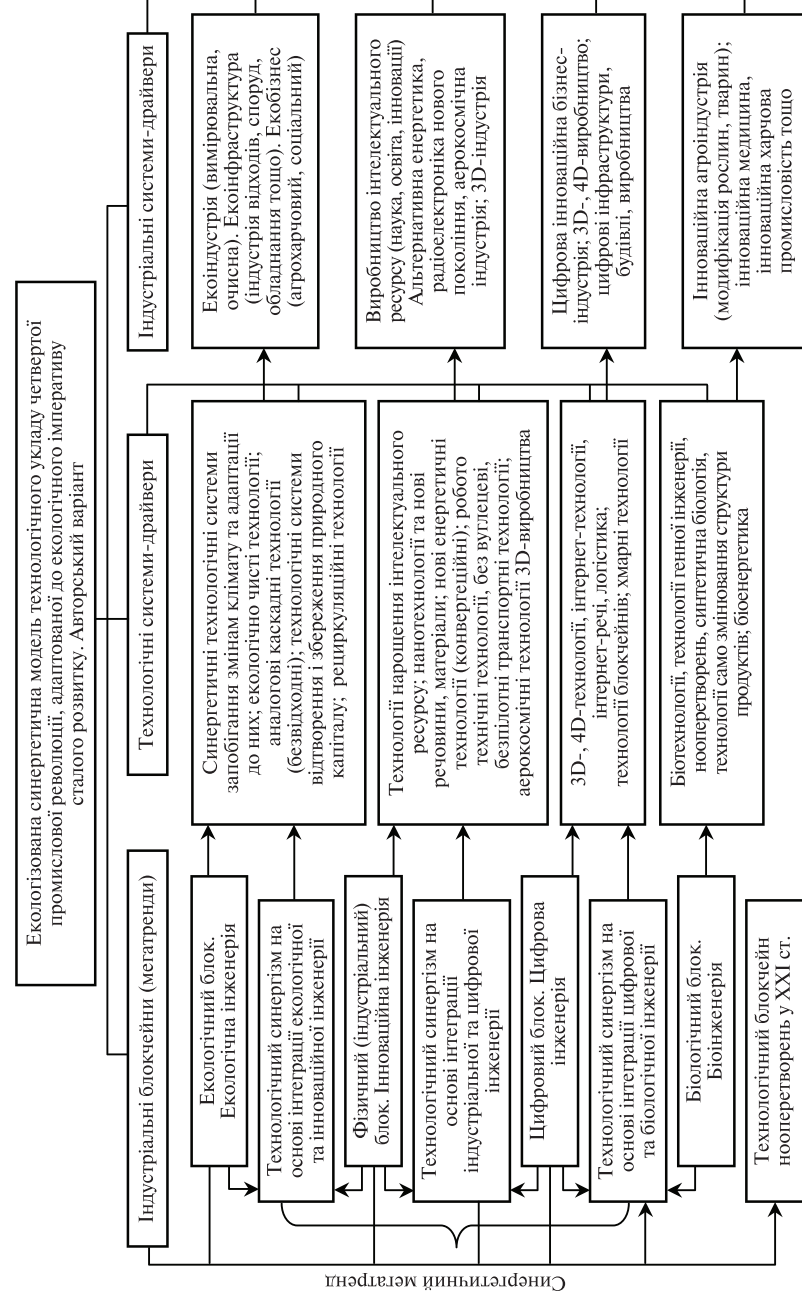


Рис. 3. 5. Екологізований варіант синергетичної моделі технологічного укладу, четвертої промислової революції та нової стратегії сталого розвитку на період до 2030 р.

ський розглядає сучасну тенденцію пришвидшення системних нооперетворень у взаємозв'язку із синергетичними механізмами формування креативного суспільства в епоху «революційних» потрясінь: інформаційних, технологічних, етичних. Саме таким тенденціям відповідає екологізована синергетична модель технологічного укладу четвертої промислової революції в ноосферну епоху сталого розвитку XXI ст. з екологічним блоком та відповідними технологічними драйверами або екологічними інноваціями, склад яких може постійно змінюватися, оновлюватися у процесі неперервних технологічних нооперетворень.

Кожен наступний технологічний уклад є своєрідним вираженням зв'язків між способами, засобами виробництва та природи. Саме завдяки змінам технологічних укладів природний ресурс заміщується інтелектуальним. Відбувається нарощення інтелектуалізації виробництва і, як наслідок, його екологічної чистоти, ефективності, безпечності та конкурентоспроможності.

Однією з головних структурних проблем галузевої економіки України є технологічна багатокладність виробництва: поруч із 3-м і 4-м технологічними укладами набуває поширення 5-й технологічний уклад із формуванням галузевих цифрових платформ. Подолати технологічну відсталість можливо лише за умов розроблення, реалізації національної та галузевих інноваційних політик, відповідних інноваційних систем на базі провідних дослідницьких технічних університетів.

3.5. Базовий технологічний блокчейн екологізації виробництва — життєвий цикл продукції

Передумовою переходу на вищі інноваційні рівні технологічних укладів сталого розвитку, екологізації виробництва, галузей економіки є екологізація ЖЦП. У другому розділі розглянуто нормативну методологію досліджування та оцінювання екологічності ЖЦП як цілісного технологічного ланцюга процесів виробництва та споживання продукції, кожен з яких являє собою певну ланку, технологічний блок екодеструктивного впливу на навколишнє середовище, якість життя населення. На рис. 3.6 показано загальну блокову сукупність процесів ЖЦП, технологічно пов'язану як з НПС (ресурси — викиди, скиди), так і середовищем споживання продуктів (основних та побічних) [37].

Екологічний вплив відбувається по всьому технологічному ланцюгу виробництва і споживання продукції:

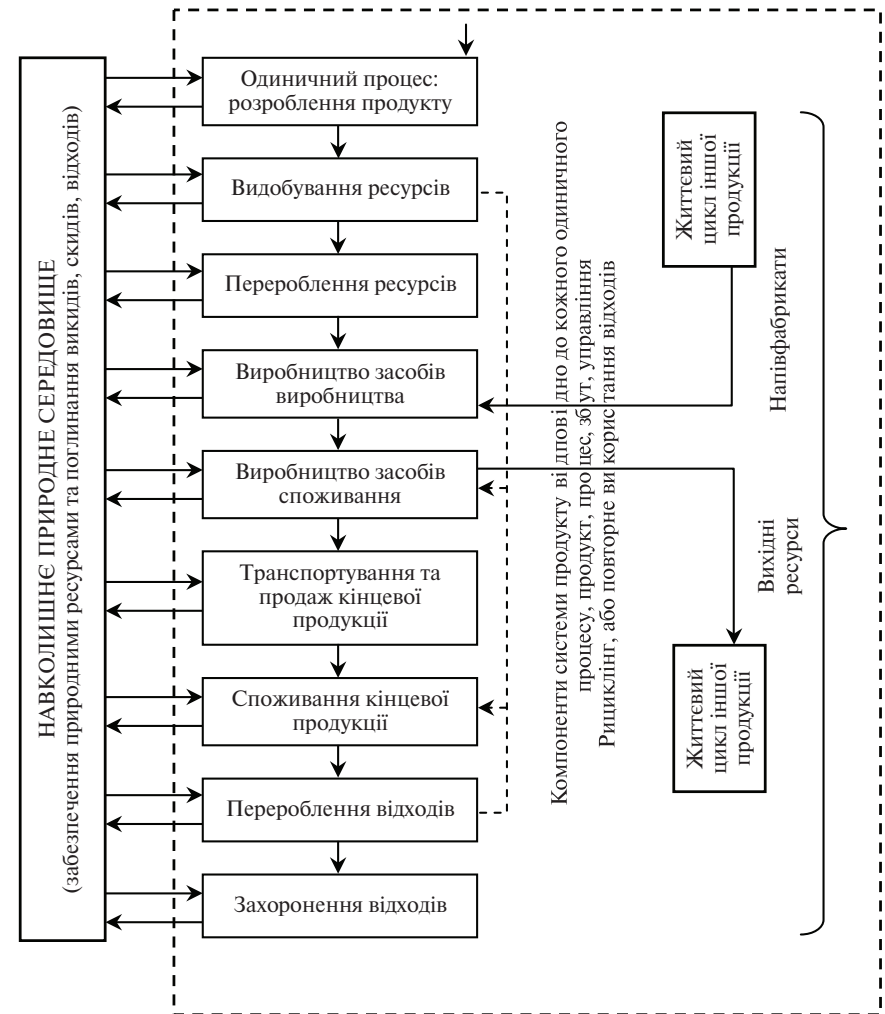


Рис. 3.6. Блокова сукупність процесів ЖЦП

- видобування вхідних ресурсів — вилучення природних ресурсів, забруднення атмосфери, води, ґрунтів; порушення ландшафтів тощо;
- виробництво продукції — шкідливі викиди та скиди забруднювальних речовин, нагромадження відходів;
- споживання, використання та утилізація продукції (транспортне забруднення, утилізація відходів, продукції), що втратила свої споживчі якості.

Завдання екологічної інженерії полягає у визначенні інженерно-конструктивних, інформаційних та технологічних напрямів екологічного удосконалення кожної стадії ЖЦП з можливим застосуванням реінжинірингу (перепроєктування та екологічної модернізації як окремих стадій ЖЦП, так і виробництва в цілому). Ключова роль екологічної інженерії полягає у створенні технологічної системи даних виробничого екологічного моніторингу.

Така цифрова технологічна платформа надає можливості своєчасно здійснити екологічну модернізацію із застосуванням робототехнічних засобів, 3D-технологій (очисних, утилізаційних тощо); створити еколотехнологічний базовий інтерфейс масштабної екологізації виробництва із системним еколого-інноваційним менеджментом. Інтерфейс розглядається як професійний зв'язок між виробничою і природною системами на синергетичних законах гармонійної життєдіяльності, екологічно безпечного співіснування.

3.6. Екологічна модернізація як складова системної екологізації виробництва

На етапі зміни технологічних укладів сталого розвитку, переходу від 3-го та 4-го укладів до 5-го та 6-го із системно екологізованим виробництвом виникає необхідність підтримувати здатність виробничих систем до екологічної модернізації як системного механізму періодичної адаптації до зміни екологічних, інноваційних, економічних, соціальних, кліматичних умов функціонування виробничих систем.

Традиційна потреба в модернізації виробництва виникає у зв'язку зі спрацюванням або старінням виробничого обладнання. Класичні види спрацювання поділяють на фізичне, функціональне, технологічне (моральне) і вартісне. Із позицій принципів сталого розвитку і системно-екологічного підходу можна додати ще й **екологічне спрацювання**, тобто спрацювання, яке підсилює екологічні ризики виробництва, а також управлінське спрацювання, тобто **втрати екологічної досконалості**.

Фізичне спрацювання — це зношення обладнання у процесі експлуатації, що призводить до зниження його можливостей виконувати початкові функції, зокрема екологічні.

Функціональне спрацювання — це зміни в попиті на продукцію, які вже не можуть бути задоволені послугами, що очікуються від машини і роблять її менш цінною для власника, навіть, якщо обладнання все ще в змозі виконувати початкові функції.

Технологічне або моральне спрацювання — це коли з появою новітнього кращого технологічного обладнання використання старого, немодернізованого обладнання стає неекономічним. «Стрибки» в технології стали настільки динамічним і звичайним явищем, що моральне спрацювання — це одна з головних причин оновлення виробництва.

Вартісне спрацювання — це коли зміни в купівельній спроможності грошей спричиняють спрацювання або втрату початкової вартості обладнання.

У кожному із чотирьох класичних факторів спрацювання виробничої системи наявні більшою або меншою мірою екодеструктивні складові. Так, якщо мова йде про фізичне спрацювання, то його наслідком може бути збільшення маси відходів. Технологічне або моральне спрацювання спричиняється порушенням екологічних стандартів, норм; старінням обладнання, процесів. Функціональне спрацювання зводить до можливості задоволення попиту на екологічно чисту продукцію. Екологічне спрацювання в першу чергу стосується втрати екологічної досконалості ЖЦП та екологічної чистоти, безпеки промислової ділянки, на якій розташовано підприємство, і прилеглої місцевості. Мається на увазі погіршення їх екологічного стану внаслідок виробничої діяльності підприємства. У деяких випадках промислова ділянка перетворюється в самостійне джерело забруднення навколишнього природного середовища, особливо підземних вод, у випадках фізичного спрацювання ємкостей для зберігання різних рідин, або прямого захоронення відходів виробництва.

Управлінське спрацювання — це коли система управління втрачає свою інноваційність, екологічність і адаптивні якості, тобто властивості пристосування до зміни вимог оточуючого середовища, у тому числі екологічних. Це стосується і втрати можливостей виконання екологічних функцій або нездатності їх виконувати через втрату або послаблення інженерно-екологічної компетентності.

Таким чином, виходячи із принципів системно-екологічного підходу, можна резюмувати, що необхідність у модернізації виникає у випадках спрацювання виробничої системи, а не виробничого обладнання або машин за класичним визначенням. Причому дуже важливо мати попереджувальну або стратегічну програму екологічної модернізації виробничої системи, яка дозволить вживати запобіжні інженерні заходи. Інакше модернізація може не дати ефекту підтримання екологічної досконалості, а створить проблеми щодо екомаркування продукції та конкурентоспроможності виробничої системи.

Розглянемо механізми системної екологічної інженерії для екологічної модернізації. Технічний термін «механізми» увійшов у практику сталого розвитку в словосполученні «економічний механізм», щоб відобразити системний процес, який відбувається між вихідним (поточним) і завершальним економічними явищами. Причому йдеться про той випадок, коли деяке вихідне економічне явище зумовлює інші, виникнення яких не потребує додаткових імпульсів. Економічним явищем може бути будь-що, що піддається економічному аналізу і економічному оцінюванню, у першу чергу, суб'єкти господарювання¹.

Можна говорити про існування дуже великого різноманіття економічних механізмів та їх модифікації. У природі існують природні, біотичні механізми самовідтворення, гомеостазу [38]. Якщо виходити з того, що механізми являють собою сукупність процесів взаємодії та інформаційно-енергетичних важелів, що виникають у певних економічних, виробничих, природних умовах під впливом початкового імпульсу, то поняття **системно-інженерного механізму** екологічної модернізації виробництва має право на застосування, оскільки йдеться про інженерно-екологічні, синергетичні явища у вигляді виробничо-екологічних систем суб'єктів господарювання — підприємств. Поняття «системно-інженерний екологічний механізм» доповнює у контексті екологізації існуючі ринкові механізми, інвестиційні та інноваційні механізми, механізми амортизації та ін.

Виходячи з викладеного, системно-інженерний механізм екомодернізації можна визначити як систему принципів, методів, регламентів, моделей, що характеризує вихідний екотехнологічний та еколого-економічний стани виробничої системи і завершальний або необхідний стан з урахуванням процесу трансформації та поставлених цілей, завдань екологічної модернізації виробництва. Отже, мова йде про вихідну системно-екологічну модель виробництва і модернізовану модель з поліпшеними екологічними характеристиками, яка може бути отримана завдяки застосуванню механізмів трансформації моделей екологічної модернізації, системного підходу і екологічного менеджменту. У загальному вигляді системно-інженерний підхід до екологічної модернізації виробництва можна подати структурною схемою, показаною на рис. 3.7.

У механізмі системно-інженерного підходу доцільно використовувати на окремих його етапах сучасні модифікації системного підхо-

¹ Социально-экономический потенциал устойчивого развития : учебник / под ред. проф. Л. Г. Мельника (Украина) и проф. Л. Хенса (Бельгия). Сумы : ИТД, 2008.

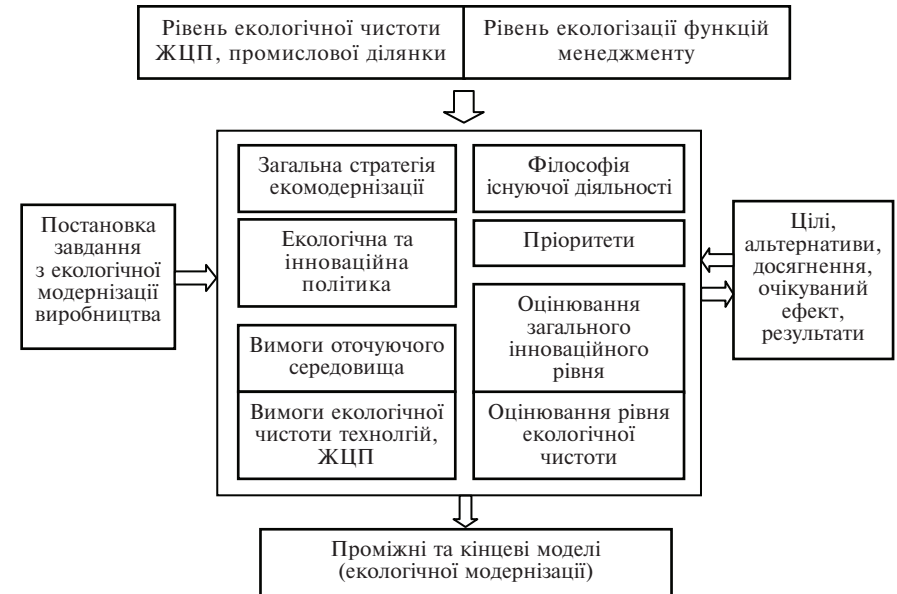


Рис. 3.7. Системно-інженерний підхід до поступової екологічної модернізації виробництва

ду — методи бізнес-процесу реінжинірингу (БПР) — Business Process Reengineering, які виникли приблизно в 1990 р. і взяті на озброєння майже всіма провідними компаніями світу. Мета бізнес-процесу реінжинірингу — перетворити мистецтво проектування і управління компанією в постійну системну інженерно-економічну та інженерно-екологічну діяльність (інжиніринг, екологічний інжиніринг). Бізнес-процес реінжинірингу означає сукупність методів і засобів, які покликані кардинально поліпшувати основні показники діяльності підприємства, у тому числі екологічні, шляхом моделювання, аналізу і перепроєктування (реінжинірингу) діючих бізнес-процесів (технологій) [17]. Причому у процеси вкладається технологічне поняття. По суті БПР — це розвиток методології системно-інженерного підходу на сучасному етапі з оволодінням методологією системного моделювання діяльності та виконання цих процесів інженерами-менеджерами інноваційної компетентності, а не системними програмістами. Зрозуміло, які професійні вимоги це ставить до менеджменту. У першу чергу — це безумовно набуття інноваційної компетентності і знання сучасних цифрових технологій, зокрема 3D-проектування. Менеджер, інженер-еколог, безпосередньо

бере участь у розробленні моделей компанії (діючої і майбутньої), використовуючи інтегровані інструментальні засоби, що об'єднуються на базі технології динамічних експертних систем (об'єктно-орієнтований підхід), CASE-засоби (автоматизація проектування систем), засоби імітаційного моделювання і активну комп'ютерну графіку. До речі, усе це інструментарій методології системно-інженерного підходу. Вважається, що реінжиніринг — це фундаментальне переусвідомлення і радикальне перепроектування бізнес-процесів компаній для досягнення докорінних поліпшень показників досконалості: інноваційності, екологічності, системності тощо. Мається на увазі докорінне підвищення інтегральної ефективності — у десятки разів.

Необхідність реінжинірингу обґрунтовується високою динамічністю сучасного ділового світу в епоху четвертої промислової революції. Безперервні і досить істотні зміни в технологіях, ринках збуту і потребах клієнтів стали звичайним явищем у розвинених країнах. Компанії, прагнучи вижити і зберегти конкурентоспроможність, вимушені безперервно перебудовувати свою стратегію і тактику. Реінжиніринг здійснюють фахівці двох типів: професіонали в галузі реконструкції (реструктуризації) бізнесу і розробники інформаційних систем. Можна констатувати, що все це чекає і на вітчизняних інженерно-екологічного профілю менеджерів, і чим швидше вони опанують системно-інженерний підхід, тим вищою буде їх готовність до сприйняття різних його модифікацій і форм розвитку із застосуванням складних цифрових технологій, моделей четвертої промислової революції.

Системна екологічна модернізація передбачає застосування маркетингових досліджень ринку екологічно чистих технологій. Необхідність проведення маркетингових досліджень у процесі екологічної модернізації виробничої системи може виникнути під час вивчення пропозицій щодо модернізації окремих технологічних систем, вузлів, агрегатів виробництва і очисних споруд. Тобто можуть бути застосовані більш досконалі й ефективні методи виробництва, очищення стічних вод, знешкодження відходів, або екологічно підсилені діючі технології виробництва і видалення відходів із застосуванням новітнього сучасного обладнання, агрегатів, вузлів, технологій.

Виходячи із загальносвітової тенденції нарощення потужностей виробництва екологічного (очисного) обладнання, екологічної модернізації діючих виробничих і технологічних систем, а також із конкретних загальних завдань, маркетингових досліджень, у тому числі дослі-

джень пропозицій щодо новітніх методів і технологій з інтегрованим ефектом, попиту на екологічно чисту продукцію, місце екологічного маркетингу в модернізації виробництва можна подати структурною схемою, показаною на рис. 3.8.

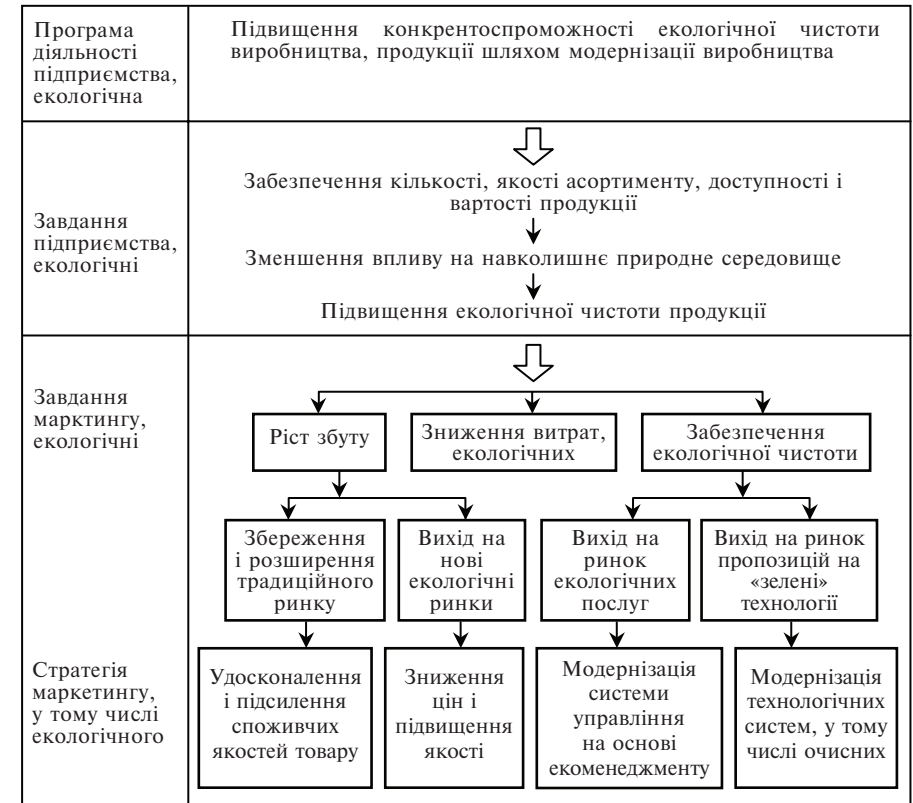


Рис. 3.8. Система модернізації підприємства ринкової орієнтації з екологічним маркетингом

Ринкова концепція удосконалення виробництва свідчить про те, що до продукції виробництва споживачі будуть ставитись з довірою і сподіванням, що вона доступна за ціною і екологічно безпечна для здоров'я. Концепція маркетингу означає, що загалом досягненням конкурентоспроможності підприємства є визначення потреб цільових ринків і забезпечення бажаної задоволеності більш ефективними і більш екологічно безпечними для життя людей, природи, ніж у конкурентів, засобами виробництва.

Основна мета системи маркетингу, у тому числі екологічного, полягає в поліпшенні екологічних характеристик, підвищенні інноваційності, конкурентоспроможності виробничих систем (рис. 3.8).

Особливість екологічного маркетингу на рівні підприємства полягає в тому, що його не можна розглядати ізольовано від системи загального маркетингу підприємства [55]. Він може діяти ефективно лише в умовах ефективної дії системи загального маркетингу. Функції екологічного маркетингу може виконувати система екоменеджменту підприємства. Але ці функції будуть ефективними, коли ефективно виконуються загальні функції системи маркетингу підприємства. Концепція такої інтегрованої ефективності полягає в поєднанні процесів виробництва товару, ціноутворення, його розповсюдження і стимулювання, спрямованих на виявлення, обслуговування, задоволення споживчих потреб з максимально можливим підвищенням, екологічної чистоти продукції, технологій.

Якщо екологічний аудит «діагностує» екологічне здоров'я підприємства за визначеними параметрами, оцінює можливості екологічного оздоровлення підприємства, пропонує, так би мовити, «ліки», екологічний маркетинг «шукає» і надає необхідні технологічні та управлінські «ліки», то екологічний інжиніринг розраховує режими «лікування» або оздоровлення систем функціонування підприємства.

Екологічний інжиніринг або еколого-інженерна діяльність (для порівняння просто інжиніринг — це інженерно-економічна діяльність) має на меті техніко-економічне обґрунтування комплексу заходів щодо «зеленої» модернізації виробництва з проведенням за необхідності попередніх технологічних досліджень на пілотному устаткуванні (наприклад, очисному). Метою екоінжинірингу може бути і передінвестиційна екологічна оцінка проектних пропозицій. Класичний приклад екологічного інжинірингу — оцінка впливу об'єктів, що проектуються, на навколишнє природне середовище, або екологічні обґрунтування інвестиційних проектів та оцінка екологічних ризиків у складі проектування організаційних схем фінансування. З урахуванням того, що методологія реінжинірингу бізнес-процесу стала домінуючою у світовій практиці, екологічний інжиніринг теж має набути аналогічного всесвітнього поширення щодо запровадження екоінновації¹.

Підхід до визначення завдання екоінжинірингу полягає в такому:

1. На основі рекомендацій виконаного комплексного експрес-аудиту підприємств-представників проведення маркетингового пошу-

ку на ринку екологічного обладнання, технологій, сучасних методів, технічних засобів, технологій обладнання, здатних задовольнити і вимоги екоаудиту, і цілі модернізації виробництва.

2. Виконання еколого-інженерного та економічного обґрунтування пропозицій щодо виготовлення або придбання пілотного устаткування, ліцензій.
3. Проведення інженерно-технологічних досліджень на пілотному устаткуванні щодо можливостей промислового використання запропонованої технології очищення стічних вод або зменшення відходів.
4. Розроблення вихідних даних для техніко-економічних обґрунтувань промислового проектування екологічної модернізації виробництва та відповідної галузевої програми.
5. Розроблення галузевої (копративної) програми екологічної модернізації виробництва з метою поширення досвіду галузевих підприємств-представників на інші підприємства.

Таким чином, особливість екоінжинірингу модернізації виробництва полягає в галузевому (корпоративному) рівні його здійснення на окремих підприємствах-представниках з подальшим поширенням результатів на інші галузеві підприємства за визначеними пріоритетами.

Програма екологічної модернізації виробництва може бути двох рівнів: корпоративного і підприємств. Обидва ці програмні рівні повинні врахувати міжнародні стандарти ISO 14004 в межах загального стратегічного планування розвитку корпорації і корпоративних підприємств.

У структуру комплексної цільової програми бажано включити стислий огляд існуючих екологічних проблем системного характеру:

- стан інноваційності, системності та екологізації функції управління;
- загальний стан екологічної безпеки та чистоти виробництва;
- екологічний стан складових технологічних систем, у тому числі очисних;
- екологічний стан промислової ділянки і прилеглої місцевості;
- екологічна чистота продукції;
- стан екологічної компетентності управлінського персоналу;
- екологічні витрати;
- регулятивні екологічні нормативи і стандарти.

Огляд існуючих проблем рекомендується виконати в два етапи: перший — силами персоналу підприємства, другий — силами незалежної екоаудиторської фірми із залученням персоналу корпорації, підприємства. На перший погляд, перший етап зайвий, але він дуже

¹ Бізек В. Політика та право ЄС з питань, що стосується довкілля : посібник. Київ : Проект ЄС, 2013.

важливий для виконання порівняльного аналізу та оцінювання рівня знань і професійної підготовки персоналу. Така інвентаризація знань і компетенцій допоможе усвідомити рівень складності екологічних проблем і відповідальність.

3.7. Екологічна модернізація аерокосмічного комплексу

Відомо, що аерокосмічний комплекс (АК-комплекс) є не тільки інноваційним драйвером сталого інноваційного розвитку держави, але й об'єктом пріоритетної екологічної модернізації як одного з трансграничних забруднювачів поверхні Землі, атмосфери та навколишнього космічного простору [34]. На проблему інноваційної модернізації вітчизняної аерокосмічної галузі звернув увагу О. Федоров у статті «Зяючі висоти космічних досліджень» («Дзеркало тижня» №7 (303), 2017), зокрема на необхідність створення нової системи інноваційного аерокосмічного менеджменту «як стрижня основ національної аерокосмічної політики з інформаційним забезпеченням продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки, моніторингу змін клімату, ресурсів». В Україні не тільки застарілий аерокосмічний менеджмент, але й застаріла наземна аерокосмічна інфраструктура, яка перетворилася на джерело екологічних загроз. На це звертає увагу А. Колесник, незалежний експерт в аерокосмічній діяльності, у статті «Куди прямує наш космічний корабель?» («Дзеркало тижня» №21 (317), 2017). І це при тому, що український інноваційний аерокосмічний потенціал був одним з найпотужніших у світі. Утім і дотепер космічна наука, індустрія залишаються на високому інноваційному рівні і здатні у стислі терміни подолати не тільки екологічні проблеми, але й технологічні у контексті світових тенденцій розвитку аерокосмічної індустрії.

Російський вчений С. В. Кричевський у статті «Экологическая модернизация аэрокосмической деятельности: проблемы, стратегии, проекты» (Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 27 жовт. 2010 р., Київ) так визначає свій варіант моделі екологічної модернізації аерокосмічної діяльності:

1. Розроблення і реалізація адекватної екологічної та інноваційної політики аерокосмічної галузі.
2. Розроблення і впровадження інноваційних моделей аерокосмічного менеджменту, відповідних регламентів, стандартів, нових методик.
3. Пришвидшене оновлення парку аерокосмічної техніки, упровадження інноваційних екотехнологій.

4. Відмова від токсичних компонентів палива.
5. Обмеження та мінімізація забруднення атмосфери.
6. Застосування активних засобів, систем усунення рівня шумів тощо.
7. Поширення технічних засобів захисту персоналу, пасажирів, населення від негативного впливу аерокосмічної діяльності.
8. Адаптація інфраструктури аерокосмічної діяльності (систем управління повітряним рухом, транспортних засобів тощо) до змін навколишнього середовища.
9. Скорочення кількості та площі районів падіння відпрацьованих ступенів та інших фрагментів ракет.
10. Мінімізація космічного «сміття» у приземному просторі.
11. Заборона масової практики ліквідації відпрацьованих космічних об'єктів та їх фрагментів в атмосфері Землі та затоплення у Світовому океані.

Автор наголошує, що на поточний час існує актуальна проблема «застарілості» АК-комплексу, особливо космічної підсистеми, яка значною мірою ґрунтується на малоефективній, витратній, екологічно застарілій транспортній техніці і аерокосмічних технологіях, інфраструктурі. Аерокосмічна техніка не адаптована належно до навколишнього середовища, змін клімату.

Одним зі стратегічних напрямів модернізації АК-комплексу з урахуванням світових тенденцій його розвитку як системної складової глобальної аерокосмічної системи є створення і реалізація спільних програм і проектів у рамках міжнаціональної співпраці з використанням кластерних інноваційних моделей (як у Польщі)¹. У рамках загальнодержавної системної модернізації К-комплексу мають бути спільні проекти екологічної модернізації кожної структурної складової АК-комплексу України.

3.8. Кластерні моделі екологізації міської інфраструктури (закордонний досвід)²

Кластерні моделі — це найбільш ефективно поєднання інноваційного підприємництва, науки, освіти, інвесторів та територіальних органів влади для вирішення проблем екологізації складних систем,

¹ Колісник А. Куди прямує наш «космічний корабель»? // Дзеркало тижня. — 2017. — №21 (317).

² Социально-экономический потенциал устойчивого развития: учебник / под ред. проф. Л.Г. Мельника (Украина) и проф. Л. Хенса (Бельгия). — Сумы: «Университетская книга», 2008.

зокрема міських інфраструктур. Попри те, що у світі є багато прикладів інтелектуалізації міських інфраструктур з екологічним ефектом на базі цифрових технологій, для України залишається актуальним застосування кластерних моделей залучення інвестицій, інноваційних технологічних систем, створення інноваційних структур різної спеціалізації; перехід з лінійного до системного інноваційного менеджменту з механізмами еколого-інноваційної інженерії, реінжинірингу бізнес-моделей, процесів. Кластерні моделі самоорганізації інноваційного розвитку набули поширення у всьому світі у великому технологічному різноманітті: від енергетичних до екологічних і фармацевтичних.

Для України в епоху змін технологічних укладів сталого розвитку доцільно використати досвід кластерної екологізації, зокрема Бельгії [48].

Кластерна стратегія екологізації міської інфраструктури застосовувалася з метою максимальної активізації місцевого інноваційного (наука, підприємництво, освіта) та інвестиційного (інвестиції населення, органів місцевого самоврядування) потенціалів. Міський проєкт екологізації інфраструктури складався із сімох спеціалізованих кластерів: формування екологічно свідомої поведінки щодо побутових відходів, зокрема сортування твердих побутових відходів, енергозбереження, водопостачання, фізичних видів впливів, здорового життя та озеленення середовища. Окремо було розпочато програму екологізації транспортної інфраструктури з відкриття і поширення автозаправок з екологічно чистим паливом — біоетанолом. Більш детально зміст кожного кластера розкрито в підручнику (друге видання) «Социально-экономический потенциал устойчивого развития» під ред. проф. Л. Г. Мельника (Україна) і проф. Л. Хенса (Бельгія) [48].

У Польщі дозволи на ведення діяльності на території СЕЗ (спеціальні економічні зони, чотирнадцять на поточний час) надавалися для інвестицій за умов розвитку кластерів різної спеціалізації за визначеними державою та місцевими органами влади пріоритетами, зокрема екологічними, сприяння сталому розвитку¹.

Польща — єдина країна ЄС, яка підтримувала економічне зростання протягом кризових 2007–2009 рр. і продемонструвала сукупне зростання ВВП у 2008–2012 рр. на рівні 18,1 %. Вона отримала назву «зелений острів» на «червоній» мапі Європи, а економіку визнано найбільш зростаючою на принципах сталого розвитку.

¹ Підоричева І. Досвід польських СЕЗ: у пошуках «антикрихкості» для України // Дзеркало тижня. — 2017. — №39 (335), .

Стратегічне бачення глобальних технологічних збурень, змін у ХХІ ст., викладених у книгах Клауса Шваба¹, може бути реалізоване в Україні із застосуванням кластерних інноваційних моделей, стратегій, зокрема і в напрямі інженерної екологізації виробництва, інфраструктур. Так, інноваційні стратегії четвертої промислової революції щодо водокористування із застосуванням цифрової моделі «Уотернет» («Інтернет-труб»); когенерація та комбіноване охолодження, інтелектуальні фанарні стовпи, озеленення можуть бути реалізовані в м. Києві та іншим містах України із застосуванням кластерних інноваційних моделей на базі (платформ) цифрових технологій. Тим більше, що за твердженням Клауса Шваба четверта промислова революція відбувається за синергетичними законами самоорганізації, самоутворення інноваційних бізнес-моделей у взаємодії бізнесу з наукою, освітою, громадськістю [31].

Одним з ключових принципів Угоди про асоціацію між Україною та ЄС є поширення ефективної інноваційної багатосторонності, який за своєю сутністю є принципом синергізму багатосторонньої взаємодії всіх учасників інноваційного процесу. Найбільш поширеною моделлю багатосторонньої інноваційної взаємодії є кластерні галузево-територіальні інноваційні моделі [3, 21, 41].

На сучасному глобальному ринку конкурують, як правило, не окремі підприємства, а взаємоінтегровані угруповання підприємств — регіонально-територіальні кластери, що об'єднують продуктивні сили регіону (природно-ресурсні, інноваційні, освітні, підприємницькі, адміністративні, громадські) та утворюють конкурентоспроможну, інвестиційно привабливу структуру повного екологізованого ЖЦП. Саме такі, добровільно об'єднані державно-підприємницькі, інноваційні територіальні структури-кластери є рушійною силою, «центрами» інноваційного, збалансованого регіонального розвитку, що забезпечують синергетичний (додатковий) ефект за рахунок цільової інтеграції інтелектуального, природно-ресурсного, підприємницького, інвестиційного потенціалів розвитку; кооперації суб'єктів життєвого циклу інвестиційних процесів, виробництва, продукції.

Стратегія інноваційного розвитку повинна сприяти формуванню і розвитку територіально-регіональних конкурентоспроможних кластерів відповідно до синергетичних принципів самоорганізації, інтеграції, екологічно безпечного і «чистого» ЖЦП, технологій, продукції та соціального партнерства.

¹ Клаус Шваб. Четвертая промышленная революция: пер. с англ. — Москва : Изд-во «Э», 2018.

У світовій практиці переходу від сировинної, індустріальної економіки до інноваційної, екологізованої застосовуються кластерні моделі територіально-інноваційного, збалансованого регіонального розвитку із синергетичним ефектом. Ступінь кластеризації економічної діяльності в розвинених країнах надзвичайно високий. У США існує близько 380 кластерних компаній, сфера діяльності яких охоплює широкий спектр послуг і перероблення галузі промисловості. Усього в них зайнято 57 % робочої сили США і виробляється 61 % промислової продукції [21].

За результатами дослідження банку Італії продуктивність і повернення інвестицій підприємств, об'єднаних в «індустріальні кластери», на 2–5 % вищі завдяки синергетичному ефекту навіть під час спаду економіки.

Кластер визначається як одна із форм об'єднання (кооперації, інтеграції) та цільової спільноти, взаємодії (синергізму) територіально локалізованих, пов'язаних між собою життєвим циклом інвестицій, продукції взаємодоповняльних підприємств і організацій (наукових, освітніх, громадських), що кооперуються з метою набуття конкурентних переваг, взаємного підтримання і координації конкурентних стратегій, політики розвитку і діяльності. Кластери можуть об'єднувати всі регіональні суспільні інституції (державні, підприємницькі, інноваційні, освітні, соціальні, фінансові, інвестиційні тощо) і тоді вони стають регіональними «центрами» інноваційного та соціально-економічного розвитку, рушійною силою зміни моделей виробництва і споживання з максимальним використанням ресурсу знань, інноваційного потенціалу і мінімізації використання природно-ресурсного потенціалу в інтересах не тільки підприємницьких структур кластера, але і регіональних громад, суспільства. Саме це істотно відрізняє кластери від технопарків, картелю, фінансової групи чи транснаціональної компанії.

Відмітною характеристикою кластерів є і те, що їх організаційна, інтеграційна структура суб'єктів підприємства, господарювання орієнтована на повний ЖЦП від видобування і постачання ресурсів до випуску кінцевої продукції, утилізації відходів. Це дозволяє виробляти цілісну інноваційну, конкурентну політику, досягати синергетичного ефекту за рахунок інноваційно-підприємницької кооперації суб'єктів територіальних кластерів та збалансованої інтеграції територіальних економічних, екологічних, соціальних, природно-ресурсних потенціалів розвитку кластерів, регіонів з метою створення рівня привабливих інвестиційних умов для досягнення конкурентних переваг, що виходять за межі конкурентоспроможності окремих суб'єктів.

Сучасні кластерні стратегії ґрунтуються на таких засадах [44]:

- інноваційна інтеграція: науки, бізнесу, освіти за державної та громадської підтримки;
- синергії бізнесу, держави та суспільства: цільова спільна дія, взаємодія, взаємодоповнення на засадах самоорганізації, кооперування;
- збалансованість потенціалів розвитку: економічного, інноваційного, природно-ресурсного, соціального;
- зменшення енерговитрат, запобігання забрудненню, заміщення брудних технологій, моделей виробництва і споживання інноваційними, екологічно чистими, природозберігаючими.

Важливу роль в європейській практиці кластероутворення відіграють наукові та освітні заклади, що сприяють розвитку інноваційного потенціалу, формуванню і реалізації необхідних систем знань, компетенцій, вибору кластерних інноваційних моделей як інструментарію самоорганізації, спільної дії регіональних інституцій — фундаторів інноваційних кластерів (державних, підприємницьких, наукових, освітніх, інвестиційних, фінансових).

Структуру основних факторів, що забезпечують досягнення синергетичного ефекту кластерних стратегій, показано на рис. 3.9. Конкурентні переваги кластерів складаються не тільки з інноваційних факторів розвитку, технологічної кооперації та спеціалізації, але і з екологізації повного ЖЦП. За своїм економічним ефектом екологізація це теж інноваційний процес, орієнтований на економію сировини, енергетичних ресурсів, упровадження екологічно чистих безпечних технологій, продукції, яка користується підвищеним попитом на глобальному європейському та регіональному і міжрегіональному ринках продукції. Крім того, системна екологізація кластерів сприяє створенню не тільки інвестиційно-привабливого клімату, але й соціально-привабливого іміджу, що, у свою чергу, сприяє поширенню кластерної моделі в регіоні, суспільстві.

3.9. Інноваційні еколого-цифрові моделі «розумних» будівель, міст (закордонний досвід)

За визначенням Британського інституту стандартів (BSI) «розумне» місто (Smart City) — це «ефективна інтеграція фізичних, цифрових і людських систем у штучно створеному середовищі задля стійкого, благополучного і всебічного майбутнього для громадян». «Розумне» місто має складатися з «розумних» будівель, «розумних» інфраструк-



Рис. 3.9. Структура факторів синергетичного ефекту кластерних стратегій

тур і, головне, «розумної», екологічно та соціально свідомої поведінки громадян, «розумного» менеджменту міської адміністрації на принципах сталого інноваційного розвитку. Тобто на принципах системної екологізації міських інфраструктур (енергетичних, транспортних, водозабезпечення, поводження з відходами тощо), будівель як джерел забруднення, енергоспоживання з утворенням потужної міської цифрової інноваційної мережі — кластерної, каскадної [31].

У книзі Клауса Шваба¹ наведено приклади екологічного ефекту міських цифрових інновацій, тобто приклади еколого-цифрових інноваційних моделей: «Уотернет» (Інтернет-труб) з ефектом зменшення водоспоживання (модель раціонального водоспоживання), інтелектуальні фонарні стовпи (модель контролю за забрудненням міського атмосферного повітря), моделі когенерації та комбіновано-

¹ Клаус Шваб. Четвертая промышленная революция: пер. с англ. — Москва: Изд-во «Э», 2018.

го охолодження (підвищення енергоефективності) тощо. Наявність міської системи еколого-цифрової інженерії, надшвидкого широко-мугового зв'язку; упровадження цифрових технологій у транспортній, енергетичній, комунально-побутовій інфраструктурах; перетворення кожної будівлі на замкнену рециркуляційну інженерну систему з нульовим екодеструктивним впливом перетворюють місто в цілісну «розумну» або ноосферну систему життєзабезпечення. Прикладів таких системних еколого-цифрових нооперетворень міст, їх інфраструктур уже багато у світовій практиці, особливо в Китаї, де впроваджено державну програму «Інтелект» з напрямками інтелектуалізації міст, регіонів на базі цифрових інноваційних моделей та відтворювальної енергетики. Китай уже посів перше місце у світі щодо поширення сонячної енергетики. Високими темпами здійснюється перехід на електромобільний комунальний транспорт; створено інноваційні центри сталого розвитку світового рівня. У м. Дунгуань діє Songshan Lake, світовий центр екотехнологій [32].

У ЄС діє директива з «пасивної будівлі», згідно з якою з 2020 р. спорудження будинків, що не відповідають вимогам європейського стандарту «пасивного» будинку, має бути заборонено. Це відповідає умовам Паризької кліматичної угоди на період до 2050 р. [51].

Концепція «пасивної» будівлі, варіанти інженерних рішень являють собою філософію «розумної», високотехнологічної індивідуальної «інженерної системи для проживання», що забезпечує якість та комфортність життя з нульовим деструктивним екологічним впливом; перетворення всіх будівель на мініелектростанції, що виробляють електроенергію в місцях її споживання¹.

«Розумні» будівлі — це інтелектуальний та інноваційний продукт технологічних процесів «зеленої» економіки та «зеленого» будівництва на широкій платформі цифрової інженерії; це яскравий приклад реалізації моделі технологічного синергізму не тільки четвертої промислової революції, але і сталого розвитку інноваційного спрямування.

В Україні є політичні механізми до «зеленого» примушування щодо створення «розумних» будівель, інфраструктур, міст. Це цілі оновленої стратегії ООН зі сталого розвитку на період до 2030 р., умови Паризької кліматичної угоди на період до 2050 р. та Угоди про асоціацію між Україною та ЄС. Є і потужний інтелектуальний та інновацій-

¹ Бовтенко В. Адаптація в Україні екологічного імперативу ООН — шанс на майбутнє процвітання // Дзеркало тижня. — 2016. — №37 (283).

ний потенціал екологічної інженерії, але немає державного розуміння політичної волі щодо його реалізації.

3.10. Технологічні системи екологічної інженерії

Традиційні технології екологічної інженерії спрямовані на запобігання забрудненню навколишнього природного середовища, утворенню відходів виробництва і споживання, а також їх (відходів) утилізацію та вторинне використання (рециклінг). Їх удосконалення на стадії переходу від 3-го, 4-го рівнів технологічних укладів до 5-го, 6-го рівнів технологічних укладів має здійснюватися за інноваційними моделями технологічного синергізму, тобто поєднання, злиття з цифровими технологіями, та за біонанотехнологіями четвертої промислової революції.

Процес утворення синергетичних технологічних систем дуже складний і залежить від видів, компонентного складу та технологічної складності джерел утворення забруднень. Загальну структуру видів забруднення навколишнього середовища, яка дає уявлення про ступінь інженерної складності створення синергетичних технологічних систем, показано на рис. 3.10. Наведена загальна класифікація забруднення навколишнього середовища внаслідок екологічної недосконалості моделей виробництва і споживання може бути адаптована до конкретних галузевих умов виробництва із застосуванням спеціальних методів інженерних досліджень джерел утворення забруднювачів.

Розглянемо загальні характеристики традиційних технологічних систем екологічної інженерії: систем запобігання забрудненню та утворенню відходів; очисних технологічних систем; технологічних систем поводження з відходами виробництва і споживання; природоохоронних біотехнологій.

Загальну класифікацію видів забруднення наведено в табл. 3.1.

Технологічні системи запобігання забрудненню та утворенню відходів

Інноваційна стратегія запобігання забрудненню та утворенню відходів упроваджується методами екологічного (енергетичного) менеджменту та інжинірингу з охопленням повного ЖЦП.

На рис. 3.11 показано принципову структуру системного підходу до зменшення утворення відходів виробництва відповідно до схеми процесу, зображеної на рис. 3.12. Виробничі корпорації, які розробляють і впроваджують програми мінімізації утворення відходів і за-

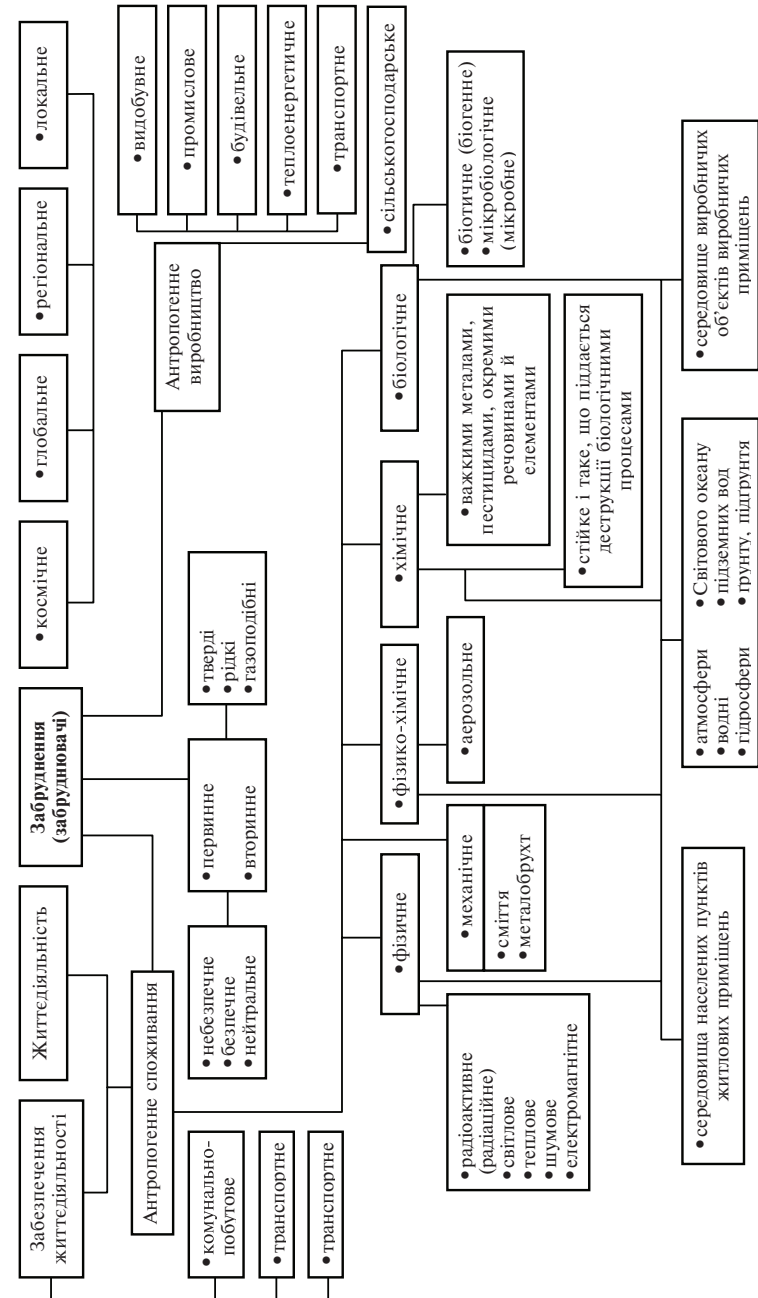


Рис. 3.10. Загальна структура видів забруднення навколишнього природного середовища

Таблиця 3.1

Загальна класифікація видів забруднення

Структура і види забруднення	Визначення
1. Джерела забруднення	
1.1. Виробництво: викиди в атмосферу, скиди стічних виробничих вод, відчуження територій під відвали, забруднення ґрунтів хімічними речовинами	Виробництво сировини, енергії, тепла, продуктів харчування, нафтопродуктів побуту, транспортних засобів, будівельне виробництво тощо
1.2. Споживання: побутове сміття, стічні комунальні води, спрацьовані деталі, вузли, агрегати технічних засобів	Споживання продукції промислового і сільськогосподарського виробництва, видів енергії, тепла
2. Масштаби забруднення	
2.1. Локальні	Підприємство і прилегла санітарна зона, селітебна зона і прилегла територія, виробничий чи господарський комплекс і прилегла територія
2.2. Регіональні	Басейни водних об'єктів, природно-заповідні та інші природоохоронні зони, транскордонні регіони, промислові, сільськогосподарські, лісові, антропогенно-природні регіони
2.3. Глобальні	Планетарні масштаби, масштаби континентів
2.4. Космічні	Навколосемний простір
3. Об'єкти забруднення	
3.1. Природні об'єкти	Водні об'єкти, ґрунти, повітря, сільгоспугіддя, ліси
3.2. Середовище життєдіяльності людини	Населені міські та сільські пункти, житлові, господарські та виробничі приміщення, території
3.3. Біорізноманіття	Екологічні мережі, системи, природні об'єкти існування тварин, рослин
4. Небезпечність забруднення	
4.1. Токсичні	Окремі хімічні речовини й елементи, небезпечні для здоров'я людини, біоти екосистем
4.2. Радіаційні	Радіоактивні речовини, вміст яких у середовищі перевищує природний рівень і становить небезпеку для здоров'я людини, для біоти екосистем
4.3. Біогенне, мікробне	Епідемічна і пандемічна безпека захворювання людей, тварин унаслідок поширення біогенних речовин (виділень мертвих тіл тощо)

Закінчення табл. 3.1

Структура і види забруднення	Визначення
5. Агрегатний стан забруднення	
5.1. Тверді забруднювачі	Тверді побутові і промислові відходи, осади стічних виробничих і комунальних вод, відвали порід, шлами тощо
5.2. Рідкі забруднювачі	Стічні виробничі і комунальні води, що містять у великій кількості (концентрації) важкі метали, нафтопродукти
5.3. Газоподібні забруднювачі	Викиди виробничих газів у атмосферу, що містять шкідливі речовини: оксиди нітрогену, сульфур, карбон, вуглеводень, озон
6. Компонентний склад	
6.1. Механічне	Засмічення середовища забруднювачами, що справляють лише механічний вплив без хімічно-фізичних наслідків і призводять до відчуження територій
6.2. Хімічне	Забруднення, що призводять до негативної зміни хімічних властивостей середовища
6.3. Фізичне	Забруднення, що призводять до зміни фізичних параметрів середовища: температурно-енергетичні (теплові) або термальні хвильові (світлові, шумові, електромагнітні), радіаційні (радіоактивні) тощо
6.4. Радіаційне	п. 4.2
6.5. Біологічне	Проникнення в екосистеми і технологічні пристрої різних видів тварин і рослин, які порушують екологічну рівновагу або процеси
6.6. Мікробіологічне (вірусне)	А. Поява надзвичайно великої кількості мікроорганізмів унаслідок їх масового розмноження на антропогенних субстратах або середовищах, змінених людиною у процесі життєдіяльності (наприклад, сміттезвалища). Б. Набуття раніше нешкідливою формою мікроорганізмів патогенних властивостей
7. Технологічні властивості	
7.1. Стійкі забруднювачі	Такі, що не піддаються деструкції біологічними процесами і призводять до деструктивних змін середовища
7.2. Нестійкі забруднювачі	Такі, що піддаються деструкції біологічними процесами і можуть не порушувати біогеохімічний кругообіг та екологічну рівновагу (залежно від кількості)



Рис. 3.11. Методологія зменшення обсягів утворення та нагромадження відходів

побігання забрудненню, мають додержуватися системного підходу. У результаті вони отримають економічну вигоду у сферах, де раніше були підвищені витрати.

Основну системоутворювальну роль у запобіганні забрудненню і зменшенні обсягів утворення відходів відіграють екологічно чисті технології (ЕЧТ). Перехід підприємств від відходомістких до маловідходних, а потім і безвідходних технологій — це і є, по суті, шлях екологізації виробництва, перехід до сталого екологічно збалансованого розвитку. Екологічно чисті технології наявні в усіх програмних міжнародних документах. Наприклад, у Програмі дій на XXI ст., ухваленій на Всесвітній конференції ООН у Ріо-де-Жанейро (1992), стосовно

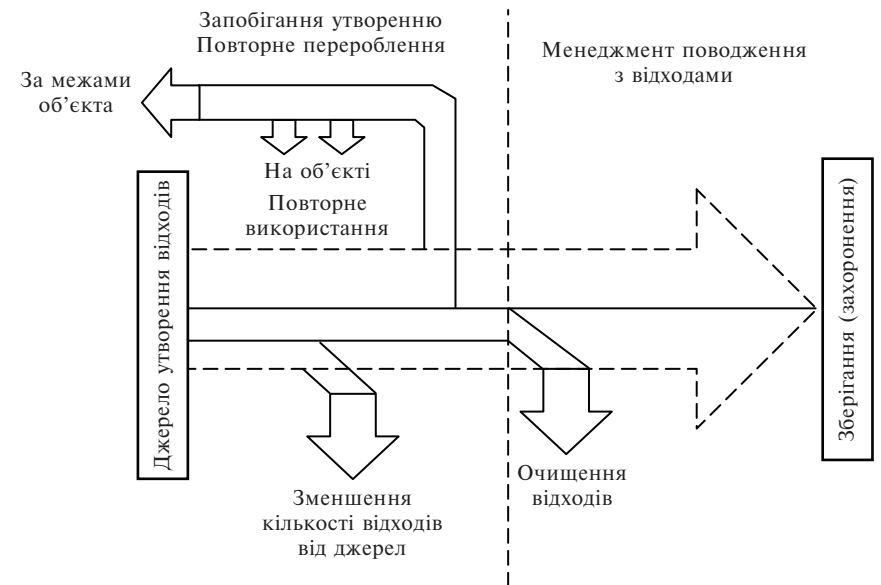


Рис. 3.12. Принципова схема процесу зменшення кількості відходів

ЕЧТ сказано: «Ці технології є менш забруднювальними, забезпечують більш раціональне використання всіх ресурсів, дозволяють повторно переробляти більше відходів і продуктів, що утворюються внаслідок їх використання, і забезпечити більш прийнятне оброблення кінцевих відходів порівняно з технологіями, які вони замінюють» [4].

Екологічно чисті технології є маловідходними або безвідходними технологіями перероблення і одержання готового продукту і завдяки цьому сприяють запобіганню забрудненню навколишнього середовища. До них також належать технології перероблення наприкінці виробничого циклу або технології очищення, призначені для усунення наявного забруднення. Екологічно чисті технології — це не просто окремі технології, вони являють собою комплексні системи, що передбачають наявність спеціальної науково-технічної інформації, процедур, товарів, послуг і обладнання, а також відповідної організаційної й управлінської діяльності.

У матеріалах Європейської економічної комісії ООН (ЄЕК) і Декларації про маловідходні та безвідходні технології, ухваленій ще 1979 р., маловідходна і безвідходна технології визначаються як практичні застосування знань, методів і засобів для того, щоб у межах по-

треб людини забезпечити найраціональніше використання природних ресурсів і захистити навколишнє природне середовище [17].

Мета розвитку ЕЧТ — створення замкнених технологічних і виробничих циклів з повним використанням вхідної сировини і переробленням відходів. Інакше кажучи, це наміри, інженерні рішення відтворити природні біогеохімічні цикли кругообігу речовин. Прикладом відносно замкнених технологічних циклів є сільськогосподарське виробництво, особливо натуральне, де кількість відходів мінімальна. Система «рільництво — тваринництво» утилізує відходи всередині себе: рільництво дає тваринництву корми, а також відходи перероблення зерна, соняшнику, цукрового буряку. У свою чергу, тваринництво забезпечує рільництво органічними добривами. Тож створюється більш-менш замкнений «природно-виробничий» кругообіг речовин. На жаль, людина порушує цей замкнений кругообіг унесенням мінеральних добрив і отруйних речовин для знищення шкідників сільськогосподарських культур.

Поетапна трансформація тваринницьких технологій дасть змогу поступово перейти до відкритих виробничих систем з вільним входом ресурсів і виходом відходів, до напіввідкритих систем із частковим використанням здобутих матеріалів і очищенням відходів, а потім і до систем закритого типу з повним переробленням усіх вхідних ресурсів і утилізацією відходів, коли забезпечується найменше забруднення навколишнього природного середовища. Це може здійснюватись як засобами екологічної модернізації підприємств з використанням екологічного аудиту, так і створенням нових екологічно чистих виробництв, закупівлею чи трансфером (передачею) ЕЧТ на основі спільних програм або проектів дій (застосування механізмів Кіотського протоколу).

Нині в Україні у більшості виробничих систем, на підприємствах забрудненню запобігають на останньому технологічному етапі: фільтри, очисні технології і споруди тощо (прямі природоохоронні заходи). Англійською мовою такі технології називають «технологіями кінця труби». На відміну від них ЕЧТ створюють нові цикли всередині самого технологічного процесу.

Масштаби можливого застосування ЕЧТ можна уявити через такі показники: натепер унаслідок недосконалості технологій використання ресурсів у надрах залишається до 70 % нафти, 30 % вугілля, 20 % залізної руди.

Очисні технологічні системи

Класифікуються відповідно до викидів виробничих газів в атмосферу і скидів виробничих та інших стічних вод у водні басейни.

Забрудненням атмосфери називають несприятливі зміни стану атмосферного повітря, цілком або частково зумовлені діяльністю людини, які впливають на розподіл енергії, що надходить, рівні радіації, фізико-хімічні властивості атмосфери та умови існування живих організмів (біоти) і здоров'я людини. Основними джерелами забруднення є енергетика (теплові та електричні станції), промислові підприємства, транспорт (передусім автомобільний), будівельна індустрія, комунальне й сільське господарство та військово-промисловий комплекс. Забруднення атмосфери відбувається головним чином унаслідок спалювання палива, викидів газу і пилу, лісових і торф'яних пожеж, розпаду органічних речовин. Основні складові викидів — вуглекислий газ, оксид вуглецю, пил, сірчистий ангідрид, вуглеводні та оксиди азоту.

Технології очищення газових потоків характеризуються такими параметрами, як обладнання, необхідні технологічні ресурси, вхідні та вихідні потоки газів (до і після очищення), вплив на основний процес виробництва, варіант використання газового потоку. Інтегральними еколого-економічними показниками якості технологій очищення є: коефіцієнт очищення газового потоку, продуктивність обладнання, економічність (кількість уловлювальних речовин на одиницю витрат), ефективність процесу очищення.

Технологічні системи очищення газів класифікують за ознаками, наведеними в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Технологічні системи очищення газів

Засоби очищення	Технологічні споруди
За методами видалення твердих речовин (пилу)	
Механічні засоби сухого пиловловлювання	Осаджувальні пилоохолоджувальні камери (циклонні сепаратори, механічні та електричні фільтри)
Механічні мокрі пиловловлювачі	Зрошувальні апарати, скрубери, барботажні та пінні апарати, ударно-інерційні пиловловлювачі

Закінчення табл. 3.2

Засоби очищення	Технологічні споруди
За методами очищення газоподібних забруднювачів	
Фізико-хімічні	Адсорбція: сорбція газуватих речовин на поверхні або в об'ємі мікропор твердого тіла (активоване вугілля, силікагель та глина тощо). Апарати, у яких здійснюють адсорбцію, називають адсорберами. Абсорбція: процес хімічного осадження або зв'язування забруднювальних речовин під час пропускання газу крізь рідкий чи твердий поглинач. Апарати для такого очищення називають абсорберами
Хімічні (хімічне зв'язування шкідливих забруднювальних речовин)	Хемосорбція (газ пропускають крізь розчин речовин, що реагують із забруднювальним залишком), спалювання (знешкодження горючих вуглеводнів), термічне окиснення (газ спалюють у полум'ї пальника), каталітичне відновлення, каталітичне розкладання, каталітичне окиснення (наприклад, вихлопні гази очищають від оксиду вуглецю шляхом його окиснення до вуглекислого газу на мідно-мангановому каталізаторі)

Заходи щодо запобігання викидам в атмосферу можна поділити на групи:

- удосконалення засобів очищення газових потоків;
- застосування новітніх конструкцій агрегатів;
- модернізація методів пиловловлювання;
- герметизація агрегатів і матеріальних потоків виробництва;
- вилучення процесів утворення шкідливих речовин;
- рециркуляція теплових і матеріальних потоків у продукційних системах;
- попередня термічна підготовка палива.

Найбільш перспективним є впровадження методів «сухого» очищення газів і використання нових конструкцій апаратів з очищення газів від пилу та домішок.

Стічні води

Основними споживачами технічної води є промисловість, сільське та комунальне господарство. Споживання води у промисловості в кількісному вимірі оцінюють водомісткістю виробництва, під якою розуміють кількість води, необхідної для виробництва однієї тонни готової продукції.

Стічні води, що утворюються на підприємствах, можна поділити на три категорії: промислові, побутові та атмосферні.

Промислові стічні води, у свою чергу, поділяють на такі основні групи:

- промислові води, цю утворюються внаслідок використання води безпосередньо в технологічних операціях, забруднені багатьма речовинами;

- води від допоміжних операцій та процесів, які використовуються для охолодження технологічної апаратури та енергетичних агрегатів. Головною особливістю таких вод є підвищена температура;

- води від допоміжних цехів і цехів обслуговування (сховищ сировини та готової продукції, транспортування сировини і палива, котельні тощо); ці води забруднені різноманітними речовинами.

Залежно від характеру забруднення стічні води поділяють на умовно чисті (оборотні) і брудні. Умовно чистими (оборотними) стічними водами вважають води після охолодження технологічного обладнання (компресорів та іншого устаткування). Після використання в технологічних процесах їх охолоджують у градирнях і заводських ставках, іноді звільняють від зависей і знову повертають у систему охолодження. Брудні стічні води різняться за складом технологічного обладнання забруднювальних речовин, який залежить від технології виробництва.

Усі види забруднень можна поділити на хімічні, фізичні, біологічні і теплові. Відпрацьовані стічні води поділяють залежно від технологічних процесів, де вони утворилися, на такі:

- реакційні води, що виділяються у процесі реакцій. Вони забруднені домішками сировини і продуктів реакції;

- промивні води після промивання сировини, продуктів, обладнання, тари, маточні водні розчини;

- води, що надходять із сировиною у вигляді вільної та зв'язаної води;

- водні екстрагенти й абсорбенти;

- охолоджувальні води, що не стикаються із сировиною і продуктами;

— побутові води з їдалень, душових, після миття приміщень, пралень, туалетів тощо;

— атмосферні опади, що стікають з території промислових підприємств та інших господарських об'єктів.

Для оцінювання методів очищення стічних вод застосовують такі показники: коефіцієнт очищення стічних вод, економічність процесу, продуктивність і ефективність. Склад факторів, що впливають на вибір методу очищення води, подано у вигляді рис. 3.13.

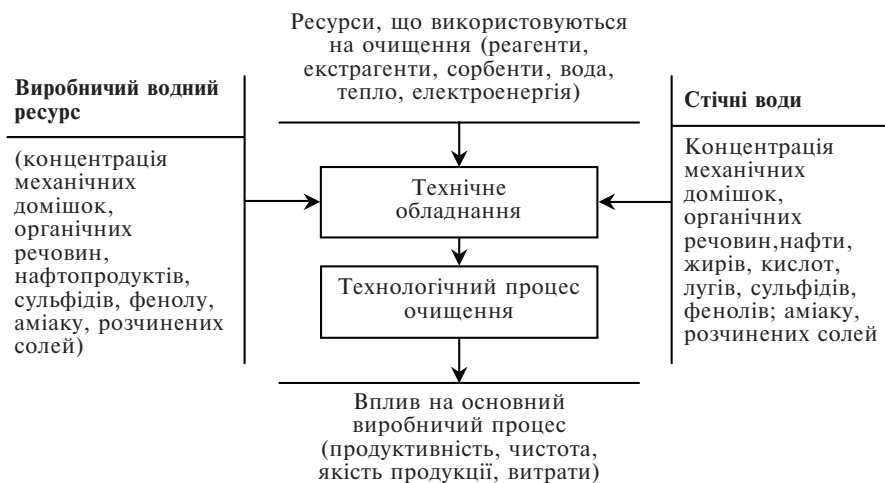


Рис. 3.13. Склад факторів, що впливають на вибір методу очищення води

Процес видалення забруднювальних речовин з виробничих стічних вод охоплює кілька етапів: попереднє механічне очищення (проціджування і видалення важких домішок); первинне очищення (нейтралізація і відстоювання); вторинне очищення (відстоювання, використання активного мулу і біологічних фільтрів, аерація, закачування до свердловин); третинне очищення (екстракція, коагуляція і відстоювання, фільтрація, вугільна адсорбція та іонообмін) (рис. 3.14).

Доцільно вести класифікацію методів очищення стічних вод за системними ознаками застосування засобів очищення (рис. 3.14).

Усі ці процеси використовують у різних варіантах залежно від типу виробництва, складу стічних вод і вимог до якості очищеної води (табл. 3.3).

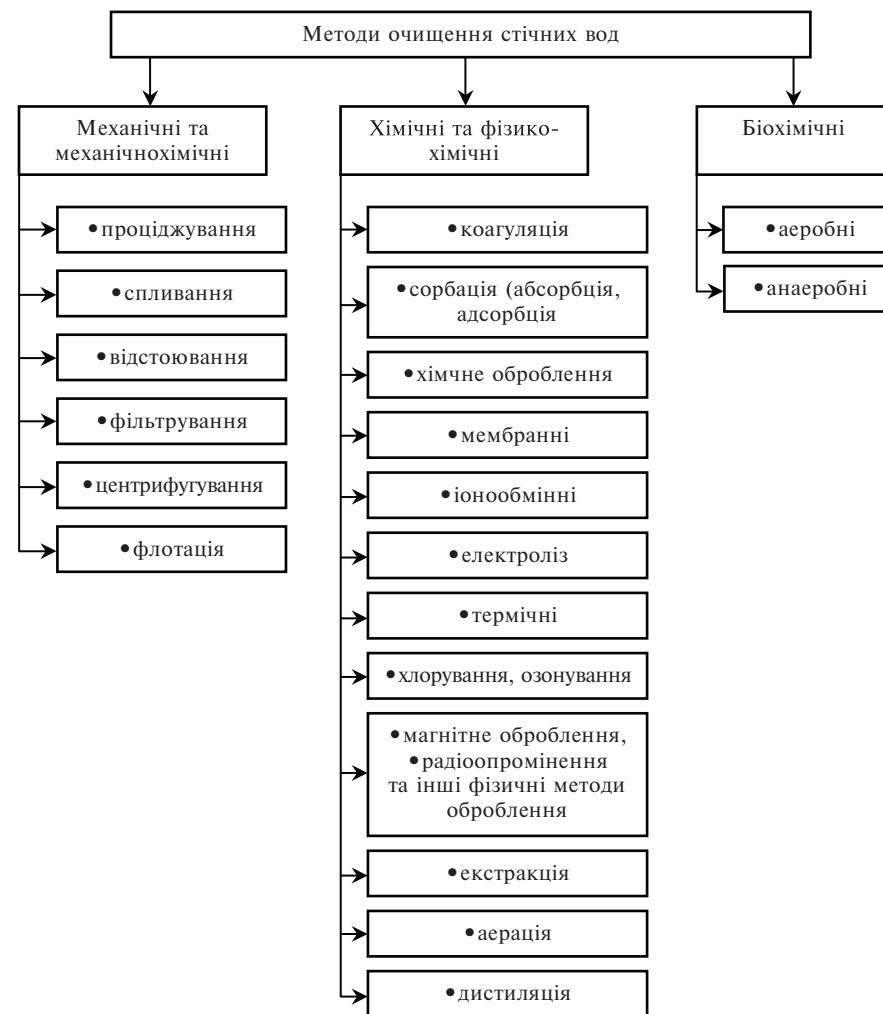


Рис. 3.14. Класифікація методів очищення стічних вод

Таблиця 3.3

Класифікація методів і технологій очищення стічних вод

Метод очищення	Технологія очищення
Очищення стічних вод від колоїдально-дисперсивних речовин	Технології очищення коагулянтами

Продовження табл. 3.3

Метод очищення	Технологія очищення
Очищення стічних вод хімічним осадженням	Процес осадження металів цементациєю. Електроліти, осадження металів у водних розчинах
Виділення розчинених газів	Процес дегазації води із застосуванням різних типів дегазаторів, пінні барбатувальні, плівкові з різними насадками, термічні, вакуумні, вакуумно-ежекційні
Іонообмінне очищення стічних вод	Технологія оброблення мулу на іонітних фільтрах
Очищення стічних вод екстракцією	Технологія очищення стічних вод адсорбційними методами. Технологія багатоступеневі екстракції з перересним потоком. Технологія ступенево-протечійної екстракції. Технологія безперервно-протечійної екстракції. Процес екстракційного знефенолювання стічної води фенолюваном (процес регенерації екстрагенту)
Очищення стічних вод мембранними методами (мембрана — пристосування у вигляді тонкої розділювальної перегородки, якій притаманна напівпроникність, тобто здатність пропускати одні компоненти розчинів (сумішей) і затримувати інші	Процеси зворотного осмосу, нано-фільтрування, ультрафільтрування, мікрофільтрування, діаліз, первапорация, мембранна дистиляція, електродіаліз і т. ін. Технології, засновані на застосуванні проточного плоскокамерного мембранного апарата, трубчастого апарата з подачею розчину, що розділяється всередину трубки рулонного мембранного елемента безпорного мембранного апарата
Очищення мінералізованих стічних вод електродіалізом (процес перенесення іонів електроліту крізь селективні іонообмінні мембрани під дією постійного електричного струму)	Технології знесолювання води і концентрування розсолу, дезактивації води (видалення з води радіоактивних забруднень)
Очищення стічних вод випарюванням, дистиляцією і ректифікацією. Випарювання — процес концентрування розчинів нелетких або малолетких речовин.	Технології, засновані на застосуванні однокорпусного випарювача, багатокорпусної проточної вакуум-випарної установки, ректифікаційної установки безперервної дії

Закінчення табл. 3.3

Метод очищення	Технологія очищення
Дистиляція — процес термічного опріснення. Ректифікація — процес багато-разового часткового випарювання рідини і конденсації пари	Технології, засновані на застосуванні однокорпусного випарювача, багатокорпусної проточної вакуум-випарної установки, ректифікаційної установки безперервної дії
Очищення стічних вод виморожуванням і кристалізацією газогідратів (кристалізаційні методи)	Технології природного виморожування з використанням мілких бетонних басейнів і штучного виморожування (з охолодженням води крізь теплопередавальну стінку, у вакуумі, контактне виморожування)
Очищення стічних вод деструктивними методами (термоокисновальними, окиснювальними), а також електрохімічне та радіаційне окиснення	Технологія радіаційно-адсорбційного очищення локальних стічних вод. Технологія електрохімічного окиснення. Технологія каталітичного окиснення в парогазовій фазі
Біологічне очищення стічних вод (застосування гідробіоніків для звільнення води від небажаних домішок)	Технологія механобіологохімічного очищення стічних вод: за допомогою біоплівки, активного мулу в аеротенках, анаеробних бактерій
Комплексне перероблення продуктів водоочищення (осадів стічних вод та твердих відходів водоочищення)	Технології попереднього прояснення, знебарвлення та коагуляції, опріснення і концентрування з одержанням очищеної води для повторного використання, виділення продуктів і напівпродуктів з ропи (осадів стічних вод)

Великі об'єми промислових стічних вод, що утворюються на підприємствах, потребують споживання великих об'ємів свіжої води, призводять до забруднення природних водойм, а отже, зменшують ресурси прісної води.

Комплексне перероблення мінералізованих стічних вод дає змогу різко скоротити споживання свіжої води з водойм через упровадження технологічних систем оборотного водозабезпечення.

Комплексне перероблення стічних вод — це ефективний шлях створення маловідходних технологій. У розвитку зазначених технологій основними є такі напрями:

— створення безстічних технологій на основі наявних перспективних способів очищення стічних вод (у цьому разі досягається різке змен-

шення споживання води, проте, як правило, утворюється вторинне забруднення у вигляді твердих відходів чи концентрованих розчинів);

— розроблення і використання технологій перероблення відходів виробництва і споживання, які слід розглядати не як екологічне навантаження, а як вторинні матеріальні ресурси;

— створення принципово нових процесів, зокрема 3D-процесів, одержання традиційних видів продукції, які дають змогу вилучити або скоротити етапи перероблення чи технологічні операції, на яких утворюється основна маса відходів;

— розроблення і створення територіально-промислових комплексів інноваційних кластерів із замкненою структурою матеріальних потоків сировини і відходів усередині цього комплексу, які мінімізують викиди у навколишнє середовище.

Зазвичай технологічний процес перероблення стічних вод складається з таких основних операцій (рис. 3.15): попереднього прояснення, знебарвлення та коагуляції, опріснення і концентрування, виділення продуктів і напівпродуктів із розсолів.

У процесі знебарвлення і коагуляції стічні води очищуються від дрібної фракції колоїдально-дисперсних речовин та деяких іонорозчинних домішок. Виділений шлам використовують для одержання будівельних матеріалів.

Методи поводження з відходами

Методи поводження з відходами — це засоби чи сукупність засобів виконання операцій поводження з відходами із застосуванням різних механізмів, хімічних, термічних, біологічних або комбінованих методів оброблення, знешкодження, утилізації та перероблення відходів з урахуванням небезпечності та агрегатного стану.

Таких методів дуже багато. Наприклад, налічується близько 20 методів знешкодження й утилізації відходів. Кожний метод охоплює 5–10 різноманітних технологічних схем застосування, локальних технологій, типів інженерних споруд. Методи можна групувати як за джерелами утворення відходів (побутові, промислові тощо), так і за вмістом хімічних речовин (хлорорганічні, сірчані, вуглевісні). Ті самі методи можна застосовувати як для промислових, так і для твердих побутових відходів.

Так, для твердих побутових і промислових нетоксичних відходів загальну класифікацію методів знешкодження подано у вигляді рис. 3.16.

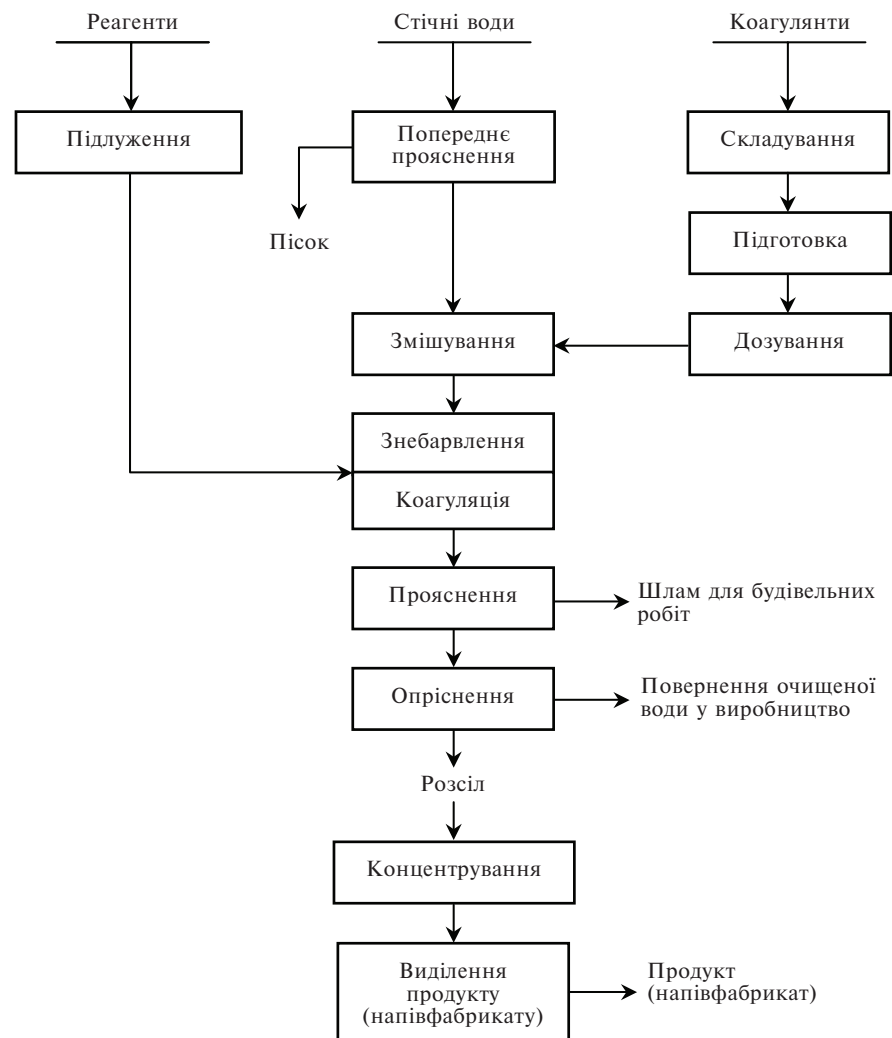


Рис. 3.15. Технологія комплексного перероблення стічних вод

Технологічні системи поводження з відходами

Технологічні системи поводження з відходами — це виробнича сукупність технологічних процесів, обладнання, персоналу, що розміщені на спеціально відчуженій території з метою здійснення операцій зі збирання, зберігання, сортування, транспортування, оброблення, знешкодження, утилізації та захоронення і перероблення відходів. Факто-

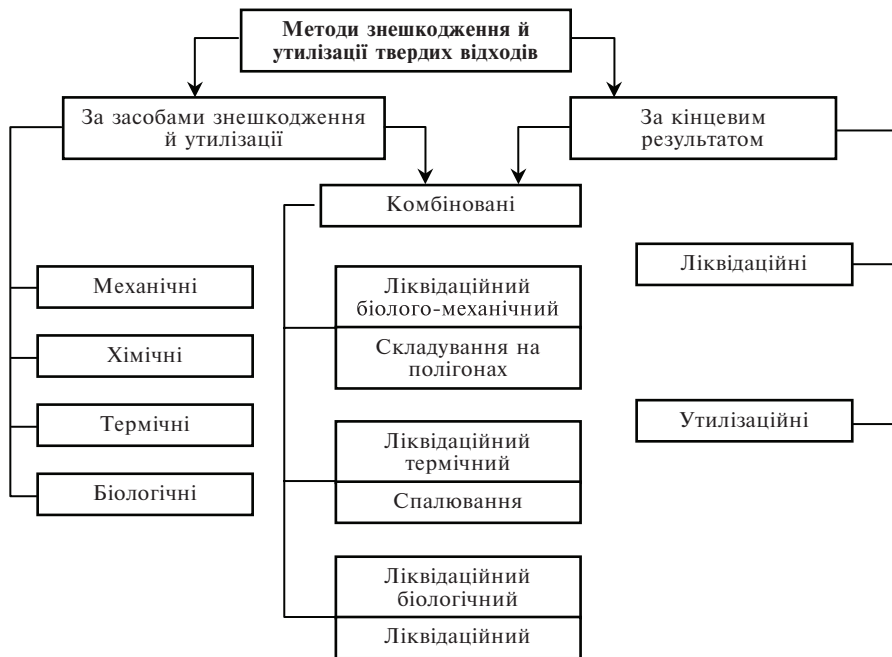


Рис. 3.16. Класифікація методів знешкодження й утилізації нетоксичних твердих відходів

ри, що зумовлюють формування технологічних систем поводження з відходами, показано на рис. 3.17.

Відповідно до структури комплексного процесу поводження з відходами доцільно з позицій системного підходу визначити такі технологічні системи поводження з відходами:

— організаційно-технологічні системи видалення (збирання, сортування, тимчасового зберігання та транспортування і захоронення) відходів виробництва і споживання (ОТСВ);

— технологічні системи знешкодження й утилізації відходів (ТСУ);

— технологічна система одержання вторинної продукції з відходів виробництва і споживання із застосуванням екологічно безпечних методів перероблення відходів, їх складування, сортування, нагромадження;

— комплексні технологічні процеси поводження з відходами (КТППВ), функціонування виробничих чи господарських комплексів, систем життєзабезпечення населених пунктів із застосуванням сучасного системного екоменеджменту й аудиту з розробленням і впрова-



Рис. 3.17. Фактори, що впливають на вибір технологічних систем поводження з відходами

дженням місцевих регламентів, стандартів, програм поводження з відходами.

Кожній технологічній системі притаманні свої методи поводження з відходами, на яких ґрунтуються різноманітні технологічні схеми залежно від стану небезпечності компонентів відходів, особливостей виробничої діяльності, території розташування населених пунктів, господарських комплексів.

Для ОТСВ характерні методи збирання, сортування, тимчасового зберігання і транспортування з одержанням відходів осадів для ТСУ; для ТСУ — методи знешкодження й утилізації як промислових відходів, так і відходів споживання (побутових), для ТСВЛ — методи вторинного перероблення відходів, для КТППВ — методи технологічного менеджменту із застосуванням державних стандартів ДСТУ ISO 14000.

Виокремлюються технологічні системи поводження з небезпечними відходами (токсичні, радіоактивні, біологічні) як такі, що створюють значну загрозу для здоров'я людини й навколишньому природному середовищу — ТСНВ.

Організаційно-технологічна система збирання, сортування, тимчасового зберігання, транспортування і захоронення відходів виробництва та споживання в Україні не розвинена, за винятком небезпечних і радіоактивних відходів. Проблема видалення твердих побутових відходів із сортуванням і одержанням цінних продуктів, енергії для вторинного використання не розв'язана майже у всіх великих і малих населених пунктах України. У промисловості організаційно-технологічна система видалення відходів набула розвитку стосовно небезпечних і радіоактивних відходів як таких, що підпадають під особливу екологічну відповідальність та міжнародні зобов'язання щодо забезпечення екологічної безпеки.

Нормативно-технологічні вимоги і правила до маркування, пакування, перевезення і захоронення відходів, на які поширюється дія Закону України «Про відходи», викладено у відповідних розділах закону.

Для систем видалення і захоронення відходів характерні методи і технології польового компостування і заводське механізоване перероблення твердих побутових відходів за умови їх попереднього сортування.

У розвинених країнах світу створено розгалужену інфраструктуру зі збирання, сортування й первинного перероблення відходів і побудовано високоефективні сміттєспалювальні заводи.

В Україні сміттєспалювальні заводи, побудовані за західними ліцензіями, не пристосовані до українських умов, оскільки потребують первинного сортування твердих побутових відходів (ТПВ). У зв'язку з відсутністю первинного сортування відходів інфраструктура сміттєспалювання не розвинена, заводи зі спалювання сміття працюють неефективно.

Щоб правильно вибрати технологію утилізації певного виду відходів, треба мати розвинену інженерію поведження з відходами: від знання основних фізико-хімічних характеристик до застосування інноваційних методів і технологій перероблення та інноваційних моделей четвертої промислової революції (цифровий блокчейн поведження з відходами) у межах концепції «розумних» міст, виробництв. Традиційні методи, технологічні системи, інженерія, знешкодження та утилізація відходів різного хімічного складу детально розглянуто в спеціалізованих виданнях [17].

Технологічні системи перероблення відходів з одержанням вторинної продукції та енергії

Розглянемо три найпоширеніші технологічні системи перероблення відходів виробництва і споживання з одержанням вторинної продукції та енергії:

— перероблення промислових, у тому числі небезпечних, відходів із застосуванням ІММ-технології (інтеграційна мінерально-матрична технологія);

— перероблення осадів міських стічних вод з одержанням органо-мінеральних добрив;

— перероблення ТПВ у середніх і малих населених пунктах методом польового компостування з попереднім сортуванням.

Новий метод екобетонування отримав назву інтеграційної мінерально-матричної технології (ІММ-технології) знешкодження різних видів промислових відходів (рідких, в'язкопластичних і твердих). Ця технологія названа інтеграційною, тому що за раціонально підібраних компонентів системи об'єднуються потенційні позитивні хімічні властивості складових системи та їх механічні характеристики. Науковою основою ІММ-технології є теорія синтезу неорганічних в'язких речовин у дисперсних мінеральних середовищах.

Інтеграційні мінерально-метричні технології перероблення промислових відходів дають змогу формувати безпечні для навколишнього середовища штучні ґрунти, що за відповідного коригування їх структури можуть бути використані як будівельні матеріали (типу укріплених ґрунтів) і у вигляді рекультивацийних сумішей та гідроізоляційних матеріалів. Ці технології забезпечують повернену вартість — вартість виготовлених на їх основі матеріалів, тобто можуть бути дохідними. Із в'язко-пластичних і твердих відходів можна одержувати не тільки будівельні матеріали, але і тверде паливо, що брикетується, і добрива. Розглянемо кілька напрямів реалізації ІММ-технології.

Тверде паливо. Усі види промислових відходів, що містять переважно нафтопродукти, оливи, жири та інші вуглеводневі сполуки, можна переробляти в паливо. Ці відходи мають неоднорідну будову і склад: рідини, в'язкопластичні чи твердопластичні маси з великим умістом води і сторонніх включень. У них можуть також у великих кількостях міститися важкі метали та інші токсиканти. Усе це унеможливає їх безпосереднє застосування як палива на стандартному теплотехнічному устаткуванні. Тому ІММ-технологія була реалізована для виробництва твердого палива у вигляді паливно-органічної суміші.

Місцеві будівельні матеріали з відходів виробництва (шлаки, різні види шламів, осадів і т. ін.) містять усілякі неорганічні й органічні забруднювачі, у тому числі нафтопродукти, а також різні види забруднених дисперсних ґрунтів. Під час їх перероблення необхідно враховувати хімічні властивості та мінеральний склад. Тому попередньою

стадією перероблення є підбір складу виробленої суміші так, щоб у ній формувалась активована алюмосилікатна мінеральна матриця, здатна забезпечити зв'язування (поглинання) забруднювачів і синтез в'язучої речовини. Під час здійснення технологічного процесу контролюються сполука, хімічні властивості суміші, ступінь ущільнення, а також екологічна безпека технологічних операцій та отриманої продукції. Екологічної безпеки отриманого матеріалу досягають за рахунок хімічного зв'язування забруднювачів аж до їх включення у кристалічну ґратку цементуючих новоутворень (наприклад, важких методів) або блокування забруднювачів колоїдно-дисперсними і золь-гелевими фазами в масі матеріалу, що формується.

Штучні будівельні матеріали. Для виготовлення штучних будівельних матеріалів у вигляді стінових і фундаментних блоків, цегляних і плиткових виробів використовують пластичні суміші техногенних ґрунтів, що піддаються формуванню з подальшим низькотемпературним (до 130 °С) гідротермальним обробленням. При цьому в матеріалі пришвидшено відбуваються фізико-хімічні процеси, що додають йому необхідних властивостей.

Рекультиваційні суміші. На очисних спорудах, де здійснюється біологічне очищення стічних вод, утворюється велика кількість осаду (кеку), золи від спалювання кеку. Для складування цих відходів потрібні спеціальні умови — глиняні чи інші екрани для запобігання надходженню екотоксикантів у довкілля. Крім того, потрібні організація санітарно-захисних зон, відведення забруднених зливових стоків, моніторинг стану навколишнього середовища тощо. Усе це створює значні проблеми як екологічного, так і технічного характеру і потребує великих матеріальних витрат.

Найпоширеніший метод використання осадів стічних вод — їх спалювання. Упровадження цієї технології дає змогу в 9-10 разів зменшити обсяг відходів, що вивозяться, а також усунути таку екологічно небезпечну складову відходів, як органічна частинка, що здатна до загнивання й утримання патогенної мікрофлори. Однак при цьому вміст сполук важких металів у золі порівняно з кеком, природно, збільшується у багато разів. Зола, що утворюється від спалювання кеку, потребує вживання заходів з її безпечного складування чи утилізації.

Для розв'язання цієї проблеми було досліджено застосування ІММ-технології для фізико-хімічного перероблення кеку й золи від його спалювання з метою вироблення екологічно безпечних укріпле-

них техногенних ґрунтів і рекультиваційних сумішей для планувальних земляних робіт.

Одержані матеріали можуть бути використані як нижні шари основ покриттів і гідроізоляційних екранів, а також штучних укріплених ґрунтів.

Виробництво добрив з органічних відходів. За допомогою ІММ-технології можливе виробництво сільськогосподарських добрив з різних органічних відходів. При цьому можуть бути використані активні мули і кеки очисних споруд побутових стоків, мули (осади) ставків-відстійників, фекальні маси тваринницьких ферм, органічні відходи харчової промисловості тощо.

Обов'язковою стадією перероблення органічних відходів у добрива є їх знезараження і попередження процесів гниття, оскільки значна частина органічних відходів забруднена різними видами мікроорганізмів, у тому числі патогенних. Знезараження досягається в результаті лужного гідролізу за $\text{pH} > 9,5$ усієї маси відходів.

Наступною обов'язковою технологічною стадією технологічного перероблення зазначених відходів добрива є знешкодження важких металів та інших екотоксикантів.

Добрива, одержані в такий спосіб, містять усі «елементи життя»: азот, фосфор, калій, кальцій і мікроелементи — у доступній для рослин формі.

Нові ІММ-технології, що дозволяють ефективно використовувати відходи для виробництва вторинних матеріальних ресурсів, можуть слугувати альтернативою існуючій витратній практиці боротьби з промисловими, сільськогосподарськими й побутовими відходами.

Технологічні системи перероблення осадів стічних вод. Відомо, що в стічні мережі великих міст з розвиненою промисловістю потрапляють водні суміші, до складу яких входить велика кількість компонентів — продуктів життєдіяльності та багатогалузевого господарювання населення.

Очищення стічної води такого роду супроводжується нагромадженням на очисних спорудах осадів з початковою вологістю 97–98 % у кількості, яка сягає 0,5–1,0 % об'єму стічної води, що підлягала очищенню. Загалом протягом року в перерахунку на суху речовину зі стічної води міста з 500-тисячним населенням вилучається в середньому близько 15 000 т осадів [17].

Найголовнішими методами утилізації осаду стічної води (ОСВ) є: поховання в морях та океанах (наприклад, Велика Британія скидає близько 10 млн т на рік), спалювання (наприклад, Франція спалює

майже 30 % осадів, а Данія — 100 %), постійне збереження у відстійних ставках, на санітарних полігонах, застосування для удобрення земельних угідь.

Спалювання осаду є енергетично інтенсивним процесом, унаслідок якого може забруднюватись атмосферне повітря й утворюється зола, яка теж потребує певного поводження.

Якщо осад зберігається у відстійних ставках або на санітарних полігонах імовірно є ризик забруднення підземних вод.

Застосування осаду для удобрення земельних угідь є досить поширеним способом його утилізації. Цим способом утилізується 30–70 % загального об'єму ОСВ. Однак він потребує ефективної інженерії процесів. Така інженерія має враховувати властивості ґрунту, імовірність умісту в осаді патогенних організмів, важких металів, інших шкідливих елементів, потенційну небезпеку забруднення поверхневих і ґрунтових вод та сільськогосподарської продукції.

Європейська економічна рада видала в 1989 р. Правила для сільськогосподарського використання ОСВ. Вони рекомендують норми внесення осаду на земельні угіддя, які сприятливо діють на ґрунт і культури та за яких концентрація в ґрунті потенційно шкідливих елементів, наприклад, важких металів, не завдає шкоди якості врожаю, здоров'ю тварин і людей.

Класифікацію найбільш поширених та ефективних методів біотермічного компостування ОСВ для одержання органо-мінеральних добрив, показано на рис. 3.18.

У світовій практиці, крім компостування осадів стічних вод з використанням машин для перемішування і штабелювання матеріалу на майданчиках компостування, застосовують установки камерного типу. Вони дають змогу наблизити біотермічний процес до оптимального, усувають негативний вплив факторів зовнішнього середовища, скорочують до мінімуму втрати тепла, забезпечують найінтенсивніший розклад органічної речовини за рахунок повного використання кисню, який надходить у систему компостування. Осад стічної води в установках камерного типу компостується речовими домішками. Співвідношення змішуваних осадів і наповнювача коливається в широких межах і залежить від призначення наповнювача.

Перероблення твердих побутових відходів. Тверді побутові відходи за своїм компонентним складом є найскладнішими. Сорткування ТПВ для вилучення корисних компонентів та їх використання як вторинної сировини в Україні майже не застосовується. Аналіз ТПВ показує,



Рис. 3.18. Класифікація методів біотермічного компостування ОСВ

що основна маса припадає на частку органічних компонентів (тобто вуглецевих), які становлять 75–80 %.

Основним методом і відповідно технологією перероблення ТПВ є технологія захоронення на полігонах ТПВ і термічна технологія (в основному спалювання). У світовій практиці застосовуються біотехнології з одержанням біогазу, а також добрива або біопалива. При цьому сортування (попереднє і кінцеве) з одержанням цінних вторинних ресурсів є основною економічною умовою перероблення ТПВ.

Практика багатьох країн доводить, що найперспективнішими технологіями утилізації ТПВ після їх сортування є біотехнології [17].

Природоохоронні біотехнологічні системи. Це біотехнології перероблення відходів, захисту атмосфери, охорони земель та очищення води [17]. Стисло розглянемо їх особливості.

Біотехнології перероблення відходів. Загальним методологічним підходом для них є штучне створення умов, характерних для природи еволюційних, біохімічних процесів у спеціальних біореакторах, які забезпечують великі швидкі перебіги процесів і залишаються сумісними

за своїми продуктами з навколишнім природним середовищем (техно-природна синергія).

Реальною перспективною альтернативою різноманітним механічним та фізико-хімічним методам утилізації ТПВ є біотехнологічні методи. Особливої значущості біотехнології перероблення відходів набувають як альтернативне джерело енергії у зв'язку з вимогами безвуглецевої «зеленої» економіки.

Біотехнологія перероблення твердих відходів не тільки дає змогу утилізувати біогаз та знизити енергетичний дефіцит, але й значною мірою знизити антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище, у тому числі зменшити утворення компонентів парникового ефекту.

Загальним підходом до біотехнології утилізації відходів з енергетичною метою є їх анаеробна деструкція. Анаеробне бродіння — це безкисневий ферментний стадійний мікробний процес, який перебігає за участі різних груп мікроорганізмів. Час контакту твердих відходів з мікроорганізмами становить 5–30 днів залежно від сировини, вологості, перемішування. У США, Японії, Німеччині налічуються сотні, а в Китаї десятки тисяч ферментів для одержання електроенергії індивідуального користування в житловому секторі і сільськогосподарських фермах шляхом перероблення власних і з незначним додаванням рослинних відходів. В Україні одержання біогазу не набуло промислового рівня.

Біотехнології захисту атмосфери. Перспективним напрямом біотехнології очищення газів є створення біологічно активних сорбентів і оптимізація мікробного процесу (включаючи генетичні методи), які окиснюють широкий спектр субстратів (повітроочисних).

Біотехнології охорони земель. Забрудненість ґрунтів неорганічними іонами і нестача корисних органічних, надлишок пестицидів та інших шкідливих мінеральних домішок призводять до зниження врожайності і якості сільськогосподарських культур, а також до ерозії та дефляції ґрунтів. При цьому традиційні добрива і методи внесення їх у ґрунти є витратними.

Разом з тим є безмежні відновлювані ресурси, які мають необхідні поживні елементи для сільськогосподарських культур і близькі, а іноді й перевершують за якістю органічні добрива (наприклад, осади стічних вод станцій аерації). Широкому застосуванню їх у сільському господарстві перешкоджає бактеріальна зараженість і вміст у них важких металів. Якщо першу перешкоду (технічно і організаційно) загалом усунуто, то друга потребує нових підходів, які б ґрунтувалися на біотехнологічних прийомах.

За кордоном проводиться велика робота із селекції та одержання методами генної інженерії мікроорганізмів, які здатні після внесення їх у ґрунт разом з осадом продукувати полімери, що переводять важкі метали в нерухомі форми і водночас здійснюють процес азотофіксації (засвоєння атмосферного азоту).

Уже не одне десятиріччя застосовується червоний каліфорнійський черв'як для вироблення біологічно цінного добрива (біогумусу) з клітиновмісних і широкого спектра органічних відходів, а також для поліпшення структури ґрунту, аерування.

Біотехнології очищення води. Біологічне очищення природної і стічної вод нині є достатньо вивченим і широко застосовуваним методом, значущість і роль якого з часом будуть тільки підвищуватись у зв'язку з вимогами екологічності й економічності сучасних видів виробництва у контексті «зеленої» економіки.

Однак такий метод у теперішньому застосуванні дає змогу руйнувати лише відносно прості органічні й амонійні сполуки, так звані «біологічно м'які». Неорганічно відновлювані сполуки (сульфіди, сульфіти, нітрити тощо), токсини, комплексні сполуки і складні органічні молекули, які тільки частково видаляються за такої технології.

Прикладом сучасних видів біотехнології, що забезпечують необхідну якість очищення води, можуть бути:

- селекція і конструювання штучних мікробних асоціацій;
- удосконалення мобілізаційних комплексів;
- ферментативний каталіз;
- фізико-хімічні впливи.

Більш ефективним і перспективним методом очищення води із заданими деструктивними якостями є генно-інженерний. Він полягає у використанні методів рекомбінантної ДНК — сполук визначених катаболічних послідовних специфічних генів, які відповідають за деструкцію будь-якої ланки молекули ксенобіотика, що забезпечує його стійкість. Уведення в гени швидкоростучих штамів дає змогу отримати ефектні культури, які після покладання в біореактори забезпечують ефективну детоксикацію води.

3.11. Автоматизовані інженерні системи екологічних спостережень

Почнемо з прикладу. У Нью-Йорку підприємства соціального харчування почали несанкціоновано скидати в каналізацію використану рослинну олію, що призвело до забруднення каналізації. Контрольні перевірки не допомогли. Оскільки міське господарство Нью-Йорка гранично комп'ютеризоване, то муніципальні ІТ-спеціалісти

застосували технологію «великих даних» до всього масиву комунальної інформації, починаючи з показань лічильників води і завершуючи пожежною безпекою та шкідливими викидами в атмосферу. З'ясувалося, що частина закладів харчування, які порівняно з іншими, рідко оплачували послуги вивезення рідинних відходів, були розташовані біля каналізаційних колодязів. Перевірка (контрольна) підтвердила майже стовідсоткову підозру щодо порушників екологічного законодавства. Тобто спрацювала міська інженерна автоматизована система комунальних спостережень [31].

Інший приклад інженерно-екологічного застосування технологій «великих даних» — це іспанське курортне місто Сантандер. У 2011 р. у рамках проекту Smart Santander установили 15 тисяч датчиків, облаштували трансляційну мережу і цифрову платформу. Датчики в автоматичному режимі повідомляли про забруднення повітря, інтенсивності руху, заповнення контейнерів для сміття тощо. Отриману інформацію мерія використовувала для заощадження електроенергії, покращення поведінки з відходами, запобігання забрудненню повітря. Сантандер визнано початком епохи «розумних» міст з автоматизованою системою спостережень [31].

Базовими компонентами створення автоматизованих інженерних систем спостережень і подальших якісних перетворень, на думку Клауса Шваба, є Big Data («великі дані»), IoT (інтернет-речей) та мережі 3G-, 4G-, 5G-мобільного зв'язку та інженерного обладнання з різними датчиками та підготовленими інженерами, програмістами, системними менеджерами з екологічною компетентністю. На початку 2000-х років створено операційні моделі та програми, які дозволяють аналізувати великі масиви даних, що надходять з різних джерел. Фахівці навчилися виявляти в цих оцифрованих блоках даних закономірності і робити на їх основі висновки та прогнози. Дійшла до цього рівня завдань і апаратна база у вигляді потужності комп'ютерів, ємності обладнання для збереження даних і швидкості їх передавання [31].

Інтернет-речі (IoT) визначаються як взаємодія між речами (продуктами, послугами, місцями тощо) та людиною, яка забезпечується взаємопов'язаними технологіями та різними платформами із застосуванням «розумних» датчиків у будинках, одягу, аксесуарах, транспорті, енергомережах, виробничих процесах які вибудовуються в численні різноманітні програмовані ланцюги блоків (блокчейни). Уже наводилися приклади інженерних систем екологічних спостережень за забрудненням міського повітря, коли датчики встановлювалися на ву-

личних стовпах освітлення, або датчики спостережень за контейнерами зі сміттям [31].

Створення і забезпечення інженерних систем комплексних спостережень, зокрема екологічних, на технологічних цифрових платформах з ланцюгами блоків датчиків (руху, температури, забруднення тощо) потребує створення спеціалізованих (комунальних, виробничих, транспортних, екологічних) систем цифрового менеджменту та цифрової інженерії зі спеціально підготовленими (перепідготовленими) спеціалістами інноваційно-системного менеджменту розподілу ресурсів та інженерами цифрового забезпечення з навичками вирішення складних проблем, створення контенту, оброблення даних.

Компетентність. Рекомендований перелік інноваційно-технологічних та інженерно-екологічних базових складових спеціалізованих компетенцій за напрямом «Інженерна екологія»

1. Розуміння інноваційної сутності інженерної екологізації як системної складової інноваційного процесу сталого розвитку.

2. Базові знання в галузі проектування інноваційних процесів; володіння методами інженерного проектування процесів (структурними, аналітичними, комп'ютерними тощо).

3. Здатність до генерації інноваційних ідей на основі міждисциплінарної інтеграції екологічних знань та інженерних навичок проектування процесів екологізації різних об'єктів: виробничих, інфраструктурних тощо.

4. Здатність застосовувати знання й уміння в галузі комп'ютерних технологій для вирішення завдань інженерної екологізації.

5. Готовність здійснювати пошук та втілювати інженерно-інноваційні рішення й адаптувати їх до умов конкретної проектної ситуації.

6. Базові знання глобальних принципів інженерної екологізації виробництва та вміння їх застосовувати в конкретних практичних ситуаціях.

7. Розуміння і знання інженерних основ «зеленої» економіки, «зелених» (екологізованих) моделей виробництва і споживання, уміння їх застосовувати у пошуку раціональних інженерно-екологічних рішень щодо вибору моделей екологізації.

8. Володіння методологією концептуального моделювання інженерної екологізації виробничих систем; уміння її застосовувати в інженерно-дослідницькій та інженерно-проектній діяльності.

9. Знання основ екологічної інженерії четвертої промислової революції; уміння виконувати пошук, систематизацію, системний аналіз та узагальнення технологічних ознак четвертої промислової революції.

10. Знання методологічних особливостей технологічного синергізму четвертої промислової революції; здатність їх застосувати у проектуванні та дослідженні процесів інженерної екологізації.

11. Здатність створювати інноваційні структури з поєднанням цифрових та традиційних виробничих, енергетичних та інших технологій різної складності з використанням найновіших технічних засобів інтернет-ресурсу.

12. Знання сутності та історії розвитку технологічних укладів у контексті сталого розвитку; здатність до визначення технологічних укладів сфери професійної діяльності та здійснення передбачуваності їх зміни із застосуванням різних експертних та аналітичних методів.

13. Здатність застосувати системно-синергетичний підхід до екологізації технологічного укладу сфери професійної діяльності.

14. Розуміння, сприйняття всеохопної парадигми нооперетворень у XXI ст.; здатність оцінювати власний інтелектуальний потенціал та інтегрований інтелектуальний потенціал середовища професійної діяльності.

15. Розуміння ЖЦП, проекту як базового технологічного ланцюга інноваційних блоків (блокчейнів), щодо екологічності яких треба проводити інженерні дослідження, зокрема комплексний технологічний екологічний аудит.

16. Знання міжнародних та національних стандартів ISO (ДСТУ ISO) щодо оцінювання екологічності ЖЦП; здатність їх застосовувати під час підготовки інженерно-технологічних рішень щодо екологізації ЖЦП.

17. Здатність оцінювати та розробляти варіанти інженерних рішень щодо застосування цифрових технологій у ЖЦП, проектів; оцифровувати інженерно-екологічні рішення.

18. Розуміння системної сутності екологічної модернізації ЖЦП як початкового етапу екологізації виробничих систем; знання складових системного спрацювання виробничої системи, зокрема екологічного спрацювання.

19. Здатність розробляти системно-інженерну модель екологічної модернізації виробничої системи з досягненням синергетичного ефекту: якість, безпека, екологічна досконалість, конкурентоспроможність.

20. Володіння методологією реінжинірингу бізнес-моделей як інструментарієм екологічної модернізації та підвищення еколого-економічної досконалість; здатність самостійно чи у складі проектної групи застосовувати реінжиніринг з використанням комп'ютерних технологій.

21. Здатність передбачати та ініціювати необхідність реінжинірингу бізнес-моделей в напрямі підвищення їх екологічної досконалість.

22. Здатність брати участь у маркетингових дослідженнях ринку екологічно чистих технологій, агрегатів, очисних споруд.

23. Здатність брати активну участь (дослідницьку, проектну) у розробленні великих галузевих програм екологічної модернізації комплексів: аерокосмічного, переробної промисловості тощо.

24. Знання організаційних особливостей формування кластерів як галузево-територіальних інноваційних структур, що ґрунтуються на цільовій інтеграції інноваційного підприємства, науки, освіти, органів влади з метою посилення конкурентоспроможності.

25. Здатність ініціювати та брати участь у підготовці інноваційних проектів щодо інженерного, наукового обґрунтування «зелених» кластерних структур повного життєвого циклу.

26. Глибоке розуміння поняття «розумне» виробництво, «розумні» будівлі, міста у контексті ноосферно-синергетичної парадигми сталого розвитку XXI ст.; технологічного синергізму нооперетворень з посиленням екологічної досконалість середовища життєдіяльності.

27. Знання технологічних систем екологічної інженерії сталого розвитку; здатність виконувати технологічний аналіз джерел забруднення в середовищі професійної діяльності.

28. Знання загальної класифікації забруднення навколишнього середовища внаслідок екологічної недосконалість моделей виробництва і споживання.

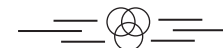
29. Здатність знаходити інноваційні інженерні рішення технологічних систем запобігання забрудненню та утворенню відходів з використанням технологічного аналізу повного ЖЦП, виробничої системи.

30. Здатність застосовувати знання й уміння в галузі цифрових технологій щодо автоматизації екологічного вдосконалення технологічних систем запобігання забрудненню.

31. Здатність застосовувати знання й уміння в галузі цифрових технологій щодо автоматизації та екологічного вдосконалення технологічних систем поводження з відходами.

32. Знання цифрових основ автоматизованих інженерних систем екологічних спостережень.

33. Базові уявлення про технологічні системи Big Data («великі дані»), IoT (інтернет-речей) та системи датчиків, які у синергетичній сукупності створюють синергетичний ефект «розумності» та екологічної досконалість будівель, інфраструктури, виробництва.



Розділ 4 ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТЕ ПІДПРИЄМСТВО ПОВНОГО ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЇ

4.1. Синергетична модель екологічно чистого підприємства

Результатом системної інженерної екологізації виробництва має стати екологічно чисте підприємство (ЕЧП) з високим рівнем конкурентоспроможності та стратегією передбачуваності системних перетворень (технологічних, організаційних, інноваційних тощо) із синергетичним ефектом сталості інноваційного розвитку та екологічної чистоти продукції.

Принципову структуру синергетичної моделі ЕЧП як саморегульованої цілісності системних складових, що поєднує інноваційну політику екологічно відповідальної діяльності підприємства, адекватну інтегрованій політиці ЄС щодо продукції (IPP) у контексті оновленої стратегії сталого розвитку ЄС та Міжнародної декларації ООН за чистим виробництвом, зображено на рис. 4.1.

До переходу українських підприємств на ЕЧВ як фундаментальну інноваційну основу «зеленої» економіки зобов'язує Угода про асоціацію між Україною та ЄС, «зелений», екологізований європейський ринок продукції та вимоги Закону України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» щодо «підготовки державних цільових програм з екологізації галузей національної економіки».

Базовими складовими синергетичної моделі ЕЧП є системний еколого-інноваційний менеджмент та екологічна інженерія виробництва, які формують інноваційну політику, стратегію ЕЧП.

4.2. Підготовчий етап формування інноваційної стратегії екологічно чистого підприємства

Підготовчий етап складається з проведення комплексного аудиту підприємства, під час якого виконується технологічний аналіз процесів продукційної системи (технологічний екоаудит).

Упровадження систематичного комплексного екологічного аудиту на підприємстві здатне значно підвищити еколого-економічну

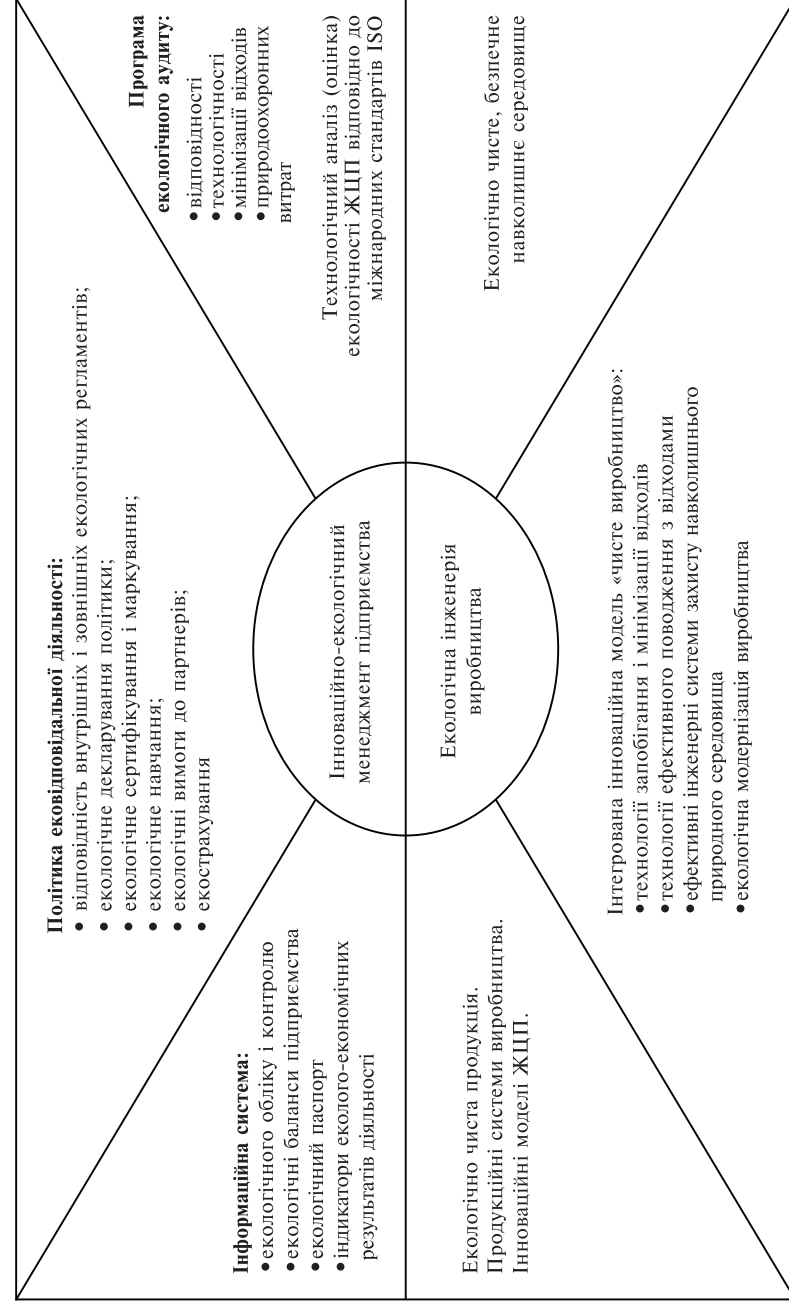


Рис. 4.1. Принципова синергетична модель ЕЧП із синергетичним ефектом сталого інноваційного розвитку

ефективність інженерно-технічної і виробничої діяльності, вивести підприємство на інноваційний рівень розвитку з високим рівнем конкурентоспроможності. Екологічний аудит на підприємстві — це комплексний процес дослідження всіх аспектів виробничої діяльності для визначення не тільки характеристик прямого і побічного впливів на стан навколишнього природного середовища (екологічні аспекти), але і для оптимізації використання природних ресурсів, зниження і упорядкування енергоспоживання, зменшення відходів (економічні аспекти), а також запобігання аварійним скидам, викидам і техногенним катастрофам (аспекти техногенної безпеки).

Комплексний екологічний аудит підприємства складається з таких видів аудиту: аудиту процесів (технологічний), аудиту мінімізації відходів, фінансового екологічного аудиту, аудиту на відповідність і аудиту місцевості (виробничої ділянки і прилеглої території) (рис. 4.2).

Головна мета технологічного аудиту (дослідження) полягає у виявленні всіх технологічних джерел утворення відходів і забруднення та оцінювання масштабів і рівнів їх впливу на навколишнє природне середовище, розробленні рекомендацій щодо запобігання забрудненню і мінімізації обсягів відходів, ранжуванні їх за пріоритетами.

Головна мета екоаудиту на відповідність полягає в оцінюванні відповідності всіх аспектів виробничої діяльності підприємства, його системи екологічного менеджменту, внутрішніх функціональних регламентів і стандартів вимогам національного екологічного законодавства і державним стандартам, міжнародним зобов'язанням, а також надання рекомендацій щодо запобігання виникненню екологічної відповідальності у разі виникнення невідповідностей (оцінювання ризиків відповідальності).

Фінансовий екологічний аудит підприємства здійснюється з метою вдосконалення системи екологічного обліку і звітності, підвищення еколого-економічної ефективності діяльності шляхом аудиту документів і розрахунків плати за використання природних ресурсів, забруднення навколишнього природного середовища, розміщення відходів, фінансової природоохоронної звітності.

Екологічний аудит місцевості підприємства проводиться з метою оцінювання стану санітарної зони, підприємства, внутрішніх виробничих і господарських каналізаційних мереж, санітарного стану промислової ділянки та стану безпеки виробничих ємкостей, складів, сховищ.

Результати комплексного виробничого екологічного аудиту використовуються під час розроблення інноваційної екологічної політики

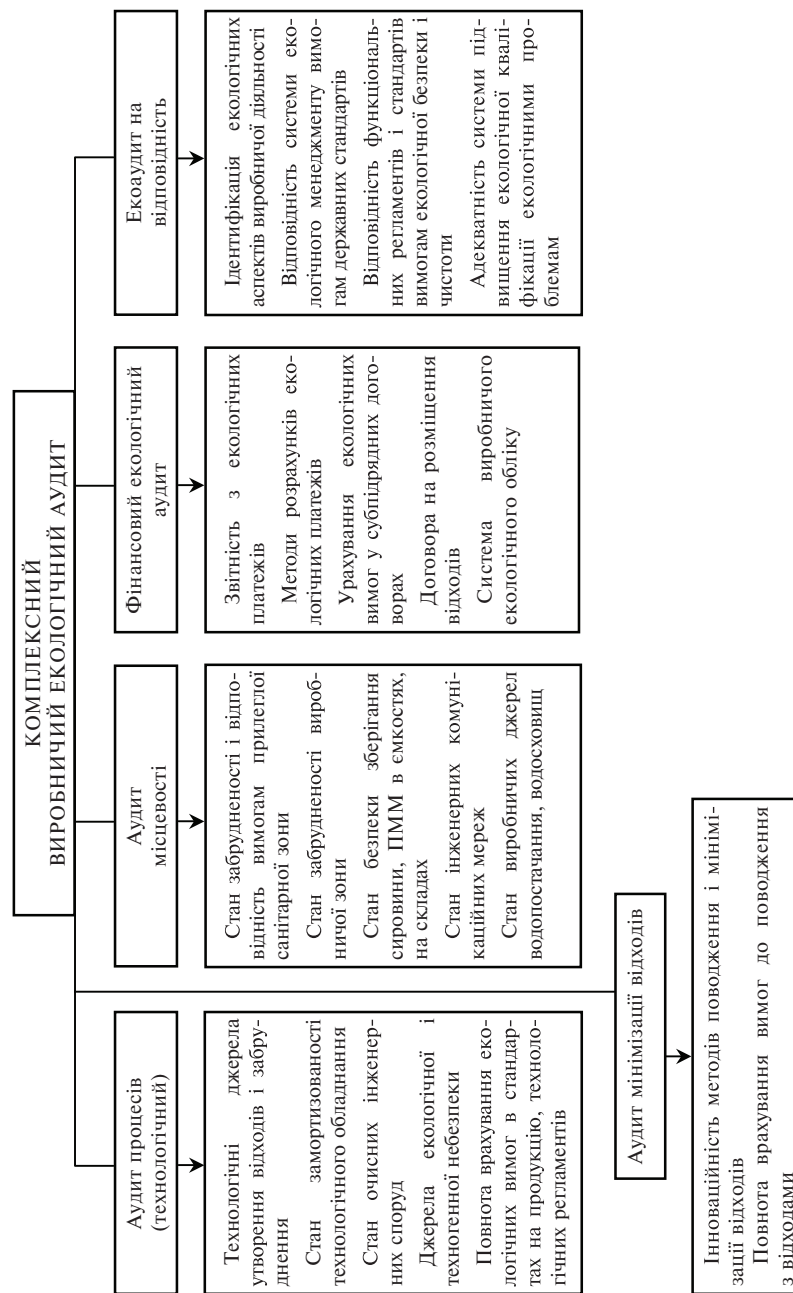


Рис. 4.2. Структура комплексного виробничого екологічного аудиту

підприємства, програми чистого виробництва, удосконалення системи внутрішніх інженерно-екологічних регламентів і стандартів, системи екологічного менеджменту підприємства і процесу поводження з відходами.

Екоаудит може бути проведений як у складі комплексу заходів щодо посилення конкурентоспроможності підприємства, так і самостійно. Проте в будь-якому випадку його висновки й рекомендації мають конфіденційний характер, що вже само по собі свідчить про захист інтересів товаровиробника.

Захист від самого себе або від усіх інших у ринковому середовищі означає, що керівник підприємства вичерпав власні можливості управлінської та інноваційної компетенції і, зрозумівши це, запросив незалежних екоаудиторів.

Можливості екоаудиту у виборі рекомендацій і заходів захисту інтересів товаровиробника у зовнішньому середовищі, особливо в ринкових умовах, набагато більші, ніж у керівника підприємства. Це пояснюється, по-перше, більшою поінформованістю спеціалізованих екоаудиторських фірм, а по-друге, наявністю у таких фірм відпрацьованих власних методологій або інструментів захисту інтересів товаровиробника, які є їх комерційною таємницею (управлінським ноу-хау).

Вигоди від екологічного аудиту. Не всі керівники підприємств розуміють вигоди від систематичного проведення екоаудиту. Це створює психологічні бар'єри на шляху запровадження екоаудиту. Для керівників підприємств здійснення або входження в систему екоменеджменту й екоаудиту, запровадження стандартів екоменеджменту та екоаудиту є вигідним вкладенням капіталу, оскільки це сприяє:

- зменшенню витрат на видалення відходів через зменшення обсягу їх утворення;
- зменшенню витрат на сировину та енергію більш ефективним її використанням;
- зменшенню витрат на виробництво завдяки використанню кращих технологій та підвищенню ефективності технологічного процесу;
- поліпшенню інформації, на якій ґрунтуються рішення про вибір технології, що дасть змогу вигідніше витратити гроші;
- зменшенню витрат на воду та енергію завдяки більш економному та раціональному їх використанню;
- підвищенню рівня культури виробництва, оскільки робітники краще працюють там, де відчувають відповідальність керівництва і турботу про благо людей та природи;
- розширенню ринків збуту товарів серед «екологічно свідомих» покупців;

— поліпшенню репутації підприємства, особливо коли воно має «зелену позначку».

Екологічний аудит здійснюється відповідно до Закону України «Про екологічний аудит» та стандарту ДСТУ ISO 19001:2003 [13]. Технологічний аналіз джерел утворення та відходів виробництва розглянемо на конкретному прикладі підприємства переробного виробництва (спиртового) [17].

Схему життєвого циклу основної і вторинної продукції (продукційну систему переробного виробництва) зображено на рис. 4.3, а технологічний аналіз продукційної системи — на рис. 4.4. Він демонструє можливість системно підійти до розроблення інженерно-технологічних заходів щодо розроблення стратегій, програм екологічної чистоти підприємства, створення інноваційної системи екологічного менеджменту підприємства.

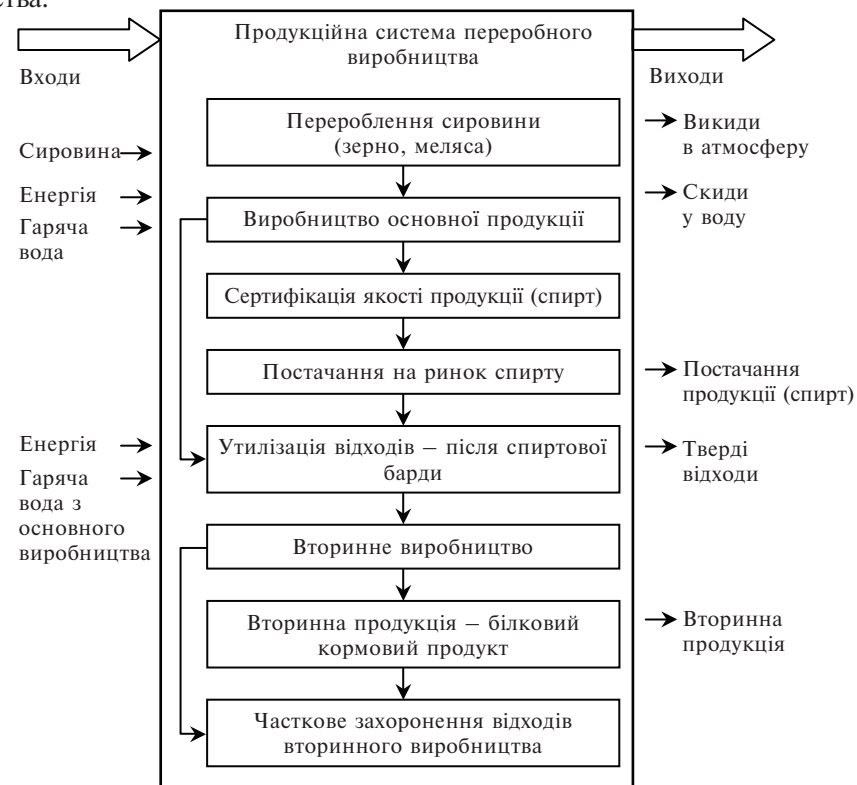


Рис. 4.3. Принципова схема основних технологічних процесів спиртового виробництва

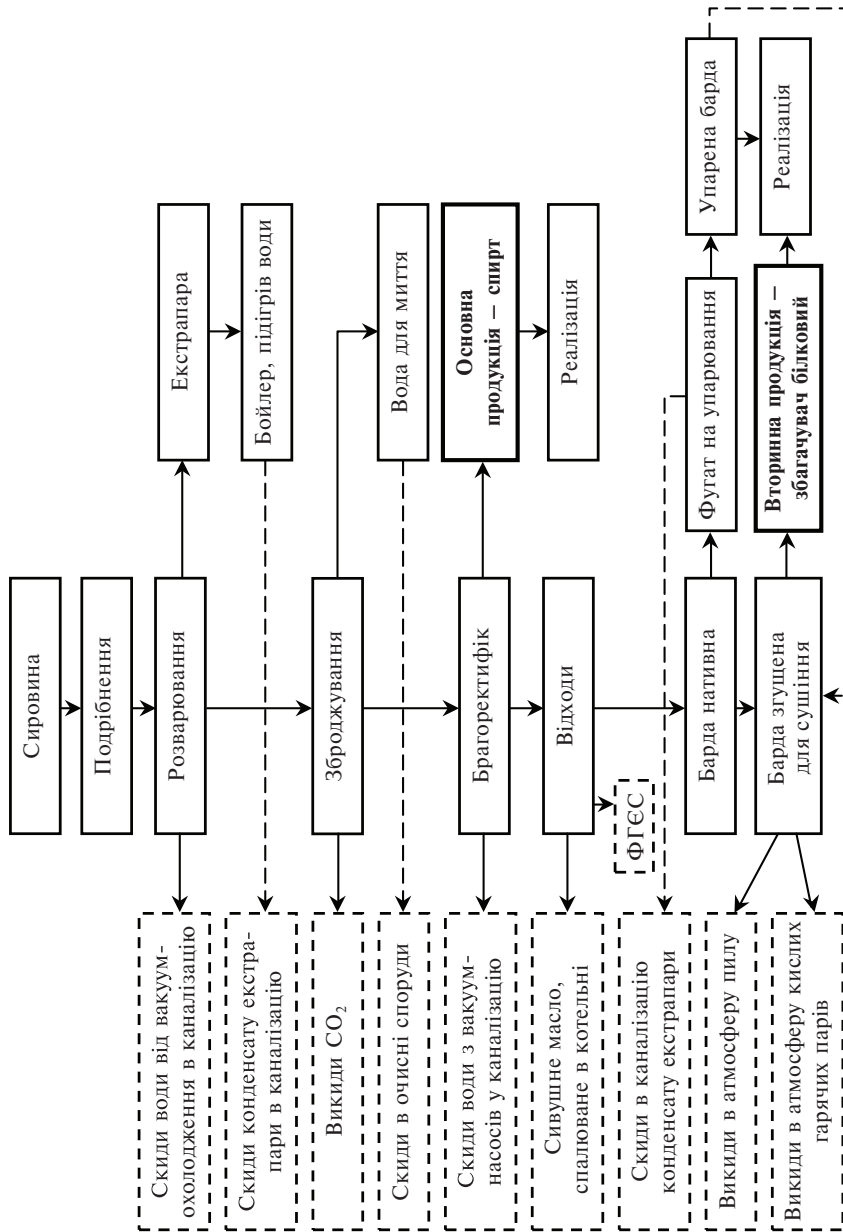


Рис. 4.4. Основні джерела забруднення технологічної схеми спиртавводу

Практичні рекомендації щодо створення інтегрованої системи екологічного менеджменту та екологічної інженерії на прикладі підприємств переробного виробництва

Інноваційну проектну пропозицію підготовлено на підставі рекомендацій комплексного екологічного аудиту та технологічного аналізу продукційної системи підприємства. Результати, які мають бути отримані у процесі виконання інноваційного проекту, дозволять створити на підприємстві ефективну систему екологічного менеджменту чистого переробного виробництва, яка відповідатиме вимогам державних стандартів серії ДСТУ ISO 14000 і Європейському регламенту з екологічного управління і аудиту 1836/93 та поширити її на галузевих переробних підприємствах.

Головна мета: створити системні умови щодо підвищення екологічної чистоти, еколого-економічної ефективності та конкурентоспроможності переробного виробництва шляхом створення інтегрованої системи екологічного менеджменту та екологічної інженерії чистого підприємства і впровадження інженерно-технологічних заходів на підставі рекомендацій комплексного екологічного аудиту та технологічного аналізу ЖЦП. Стандартний процес упровадження системи екологічного менеджменту підприємства (СЕМП) з доповненнями екологічної інженерії (інжинірингу) зображено на рис. 4.5.

Очікувані результати

Створення ефективної СЕМП дозволить підприємству отримати такі вигоди:

- підвищення конкурентоспроможності через надання споживачам гарантій щодо екологічної чистоти виробництва, продукції, які забезпечуються функціонуванням системи екологічного управління та інженерії відповідно до стандартів ISO 14000 та ДСТУ ISO 14000-97;
- підтримання надійних державних, корпоративних, громадських зв'язків, які забезпечуються відповідністю і узгодженістю екологічних політик держави, корпорації, громадськості та підприємства;
- задоволення критеріїв інвестора і розширення доступу до капіталів завдяки прозорості екологічних ризиків, екологічної чистоти виробництва, продукції;
- укладання страхових договорів на підставі розумної ціни, аргументованої висновками екологічного аудиту;
- покращення репутації, підвищення конкурентоспроможності продукції, послуг і розширення ринку збуту та споживання;

Етапи	Перший рік	Другий рік	Третій рік
Первинний огляд, аналіз (стартовий комплексний аудит)	Проведення стартового комплексу		
Екологічна політика	Розроблення екополітики		
	Цілі та завдання	Декларування екополітики	
Планування	План провадження екологічної політики	Внутрішні критерії ефективності функціонування	
Упровадження і функціонування	Розроблення функціональних регламентів і стандартів		Упровадження функціональних регламентів і стандартів
	Програма тренінгу (навчання)		
Перевірка і коригувальні дії		Програма внутрішнього аудиту	Проведення внутрішнього аудиту
Аналіз керівництва			Проведення системного аналізу керівництвом

Рис. 4.5. Стандартний процес упровадження СЕМП з інноваційними аспектами

- додержання сертифікаційних критеріїв постачальників;
- покращення контролю за витратами;
- сприяння екологічному оздоровленню прилеглої території;
- скорочення випадків, що призводять до виникнення відповідальності за екологічні інциденти;
- демонстрація розумної обережності;
- збереження та ефективного використання матеріалів і енергії, запобігання марнотратству;
- сприяння отриманню дозволів і повноважень.

У результаті вивчення досвіду підвищення екологічної чистоти підприємства, документації щодо його розвитку (програма сталого розвитку, ресурсо- та енергозбереження, маркетингова програма виходу продукції на нові ринки тощо) і на базі систематизації та класифікації за пріоритетами екологічних проблем, що виявлені на етапі по-

переднього екоаудиту і установлених значущих екологічних аспектів, розробляється **проект інноваційної екологічної політики** (політики екологічної чистоти) підприємства відповідно до ДСТУ ISO 14001-97 та європейських директив щодо запобігання забрудненню та утворенню відходів [28].

Проект інноваційної екологічної політики — це зведені системні зобов'язання підприємства щодо інноваційної моделі охорони і відтворення навколишнього середовища, забезпечення екологічної безпеки споживачів продукції і населення, для виконання яких екологічна політика передбачає:

- призначення підприємства, його екосоціальні цінності та інноваційна місія;
- ставлення керівника до охорони навколишнього середовища, ресурсозбереження та екологічної безпеки;
- загальні інноваційні та екологічні цілі підприємства;
- упровадження вимог зацікавлених сторін (наприклад, громадських місцевих) і встановлення з ними зв'язків;
- прихильність керівництва до принципів запобігання забрудненню природного середовища, сталого розвитку;
- мінімізація шкідливих екологічних впливів продукції, послуг і процесів виробництва (підвищення екологічної чистоти);
- інноваційна прихильність до постійних удосконалень;
- зобов'язання щодо додержання екологічних стандартів, законів, регламентів;
- зобов'язання щодо проведення екологічних аудитів і оцінювання ЖЦП;
- зобов'язання щодо оцінювання ефективності інженерно-екологічної діяльності;
- зобов'язання щодо взаємодії з місцевою і регіональною владою, урахування місцевих умов;
- зобов'язання щодо забезпечення безпечних для здоров'я робітників умов праці;
- зобов'язання щодо систематичного навчання персоналу і партнерів;
- програмні зобов'язання у галузі енергозбереження, утилізації відходів, землекористування, економії водних ресурсів тощо;
- заохочення сталого розвитку та участі у рішеннях, що стосуються охорони навколишнього середовища;
- підтримання високого рівня екологічної компетентності, свідомості персоналу,

— послаблення жорстких заходів екологічного та санітарно-епідеміологічного, громадського контролю, включаючи економію витрат на штрафні санкції.

На підставі наведених зобов'язань та вигод екологічної політики розробляються критерії еколого-економічної ефективності підприємства, які затверджуються керівництвом підприємства (радою директорів).

Відповідно до вимог законодавства, міжнародних стандартів, європейських регламентів підприємство має встановити і підтримувати ідентифікацію і визначення доступу до законодавчих та інших вимог, що стосуються екологічних аспектів його діяльності.

Під час створення системи екоменеджменту на підприємстві наведені вимоги мають бути реалізовані у **проектах регламентів підприємства, а саме: «Вимогах законодавчих та інших нормативних документів у галузі охорони навколишнього середовища»** та «функціональних регламентах екоменеджменту та екоінжинірингу» (екологічної інженерії). Їх структура визначається відповідно до чинного законодавства, національних стандартів та положень інноваційної екологічної політики.

Інноваційна екологічна політика чистого підприємства з пакетом внутрішніх регламентів пред'являється громадськості у вигляді екологічної декларації.

Екологічна декларація підприємства. Згідно з вимогами Європейського регламенту з екологічного управління й аудиту 1835/93 передбачається декларування (публічна друкована заява) підприємством своєї екологічної політики з урахуванням висновків екологічного аудиту.

Екологічна декларація має містити таку інформацію:

- про соціально-екологічну місію підприємства;
- опис діяльності (функціонування) підприємства;
- оцінку всіх важливих екологічних аспектів, що стосуються діяльності підприємства;
- підсумкові значення показників викидів у атмосферу, утворення відходів, витрат сировинних матеріалів, споживання енергії, води та інших екологічних аспектів;
- характеристики екологічної чистоти виробництва, продукції;
- подання екологічної політики, екологічних програм і СЕМП, що впроваджені на підприємстві;
- опис важливих змін, що сталися за час попереднього декларування.

Екологічна декларація підприємства публічно демонструє екологічну свідомість керівництва і персоналу, прихильність до гармонізації

своїх взаємин з місцевою громадою, державними контрольними органами, громадськими та неурядовими організаціями.

Екологічна декларація підприємства демонструє визнання керівництвом підприємства пріоритету загальних культурних цінностей і надбань цивілізації, свою прихильність щодо дотримання міжнародних і європейських стандартів якості життя.

Екологічна декларація відкриває для підприємства доступ на нові ринки збуту продукції, посилює його конкурентоспроможність.

4.3. Базові інноваційні стратегії сталого розвитку екологічно чистого підприємства¹

Стратегії ЕЧП ґрунтуються на принципах та базових стратегіях сталого розвитку бізнесу. До них можуть належати стратегії обмеженості, ресурсозбереження еко-інноваційності, стратегії переходу до чистого виробництва, каскадної циркулярності, кластерного кооперування і ряд інших².

Базисні стратегії, що впливають із принципів сталого розвитку:

- стратегія обмеженості — добровільне обмеження споживання невідновлювальних ресурсів і відповідна зміна сировинної парадигми на інтелектуальну та інноваційну (стратегія «зеленої» економіки);
- стратегія чистого виробництва, що забезпечує мінімізацію негативного впливу на навколишнє природне середовище окремого підприємства шляхом інноваційної зміни технології (чисте виробництво), номенклатури продукції, що випускається, застосовуваної сировини і т. ін.;
- стратегія екоінноваційності — істотне збільшення використання відновлювальних ресурсів і екоінноваційності всіх технологічних процесів;
- каскадна стратегія циркулярності — мінімізація відходів і скорочення навантаження на природу за допомогою формування між підприємствами своєрідних індустріальних постачальницьких ланцюгів, що реалізують кругообіг потоків сировини і відходів у відповідності з асимілювальним потенціалом екосистем;
- кластерна стратегія кооперування — спільне скорочення негативного впливу на стан територіального природного середовища галу-

¹ Бізек В. Політика та право ЄС з питань, що стосуються довкілля. — Київ : Проект ЄС, 2013.

² Лозо В. М. Правовые основы экологической стратегии Европейского Союза. — Х. : Право, 2008.

зевої групи підприємств, що кооперуються між собою щодо спільного вирішення екологічних проблем відповідно до принципу ЖЦП.

Концептуально їх поєднує європейська стратегія екоінновацій сталого розвитку. Саме інновації сталого розвитку (як і стратегії, що відповідають їм) створюють ефект, потенціал збудувального фактора для вирішення екологічних проблем.

Серед інноваційних стратегій сталого розвитку особливої уваги заслуговують кластерні моделі, що відповідають стратегіям циркулярності і кооперування. Вони дозволяють для вирішення екологічних проблем вийти за межі можливостей і ресурсів окремих підприємств, використовуючи переваги кооперації, включаючи регіональну і міжгалузеву. Стратегії циркулярності і кооперування орієнтовані на узгоджене і гнучке рішення екологічних проблем галузевою групою підприємств (ланцюг об'єднаних на регіональній основі) підприємств. Цим демонструється можливість розроблення і реалізації узгодженої екологічної стратегії для декількох відособлених економічно й організаційно компаній з формуванням на їх базі екологічно орієнтованої індустріальної кластерної мережі. Зрозуміло, що таким **інноваційним організаційним рішенням** повинні відповідати і **виробничо-технологічні інновації**.

Спосіб реалізації цих стратегій пов'язаний, у свою чергу, з орієнтацією виробничих стратегій підприємств на принципи:

— **ресурсозбереження** — значне скорочення споживання вхідних ресурсів на основі впровадження циркулярності у виробничих процесах;

— **енергозбереження** — скорочення енергоемності виробництва і продукції та застосування екологічно чистих видів енергетичних ресурсів і палива;

— **регіоналізації** — використання місцевих ресурсів, місцевих потенціалів регіонів, створення регіональних синергетичних систем виробництва, споживання й оброблення відходів, їх вторинного використання;

— **адаптації** — узгодження темпів економічного розвитку з темпами і ритмами еволюції екологічних систем;

— **обережності** — запобігання забрудненню природного середовища;

— **мінімізації відходів**.

Під час розроблення виробничої екологічної стратегії вихідною для встановлення її пріоритетів є спрямованість зусиль підприємства в чотирьох напрямках — продукт, виробництво, персонал і комунікація. У центрі виробничого аналізу скорочення навантаження на навколишнє

середовище через зменшення емісій шкідливих речовин, економії ресурсів тощо. Увага концентрується на зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище безпосередньо продукту протягом усього його життєвого циклу. Поводження і мотивація персоналу як носіїв інноваційно-екологічних дій є предметом стратегії комунікацій, за допомогою яких можливі встановлення зворотного зв'язку й організація конструктивних діалогів із проблем і дій у сфері навколишнього середовища як усередині підприємства, так і поза ним.

У зв'язку з питанням про комунікаційні стратегії як фахівці, так і консультанти провідних компаній особливо наголошують на значущості встановлення і підтримання конструктивного діалогу з провідними партнерами в ході стратегічного планування. Це і фінансові інститути (насамперед кредитують підприємство банки і страхові компанії), і органи влади й екологічного контролю. Широкі можливості в цьому сенсі, зокрема, надають добровільні угоди, що укладаються між підприємствами й органами екологічного контролю; це одна з характерних особливостей моделі екологічного керування підприємством XXI ст.

Екологічні стратегії також поділяють на *стратегії Pull і Push*. Екологічний Pull виникає унаслідок вимог, що підсилюються, з боку споживчого попиту і ринку (покупці, конкуренти, партнери). Екологічний Push ініціюється законодавством і вимогами інтерналізації екологічних витрат фірми, для чого необхідні екологічні і технічні інновації. Здатність фірми вчасно реєструвати й аналізувати впливи цих факторів у своїй екологічній стратегії визначає її середньо- і довгострокову конкурентоспроможність на ринку.

Сфера впливу екостратегії охоплює як підприємство в цілому, так і загальний ЖЦП. Тим самим екостратегії сприяють досягненню конкурентних переваг, необхідних для забезпечення довгострокового функціонування підприємства, за максимально можливого зменшення екологічних проблем протягом усього екологічного ЖЦП (тобто ЖЦП, оціненого з погляду охорони навколишнього середовища).

4.4. Системні вимоги до персоналу екологічно чистого підприємства

Вище керівництво відповідає за освоєння і сприяння реалізації екологічної політики персоналом підприємства. Саме керівництво забезпечує розподіл екологічної відповідальності, що створює умови для успішної екологізації виробництва і досягнення екологічної чистоти підприємства. Систематизовані вимоги до керівництва у контексті пе-

реходу до інноваційно-екологічної політики підприємства наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Систематизовані вимоги до керівництва

Характеристики майбутньої ситуації	Вимоги до керівництва	Вимоги до систем менеджменту
Стрімкий технологічний, екологічний та інноваційний розвиток, технологічний синергізм	Системне мислення, синергетичне бачення проблем, гнучкість, самонавчання, постійне оновлення компетентності співробітників, прийняття і стимулювання нових ідей	Інноваційність, простір для творчості й інновацій, підтримання і стимулювання комунікацій, застосування системно-синергетичних методів
Жорсткість конкурентної боротьби на екологічних ринках, зокрема систем менеджменту	Синергетичне бачення зміни бізнес-моделей, сприяння індивідуальним і груповим бізнес-ініціативам	Передбачуваність змін, сприяння інноваціям і кооперуванню, екологічній інженерії
Зростаюча невизначеність зовнішнього середовища, посилення екологічних вимог і зобов'язань в умовах зміни клімату	Знання усвідомлення глобальних, регіональних тенденцій, стратегій, екологічна відповідальність і свідомість «Мислити глобально, діяти локально»	Підвищення ролі інформаційно-цифрового, екологічного менеджменту в загальній системі управління, посилення довіри до стратегічного передбачення, мінімізація персонального адміністрування
Більш системні завдання з екологічними аспектами	Розуміння синергетичних зв'язків, застосування методології системно-екологічного менеджменту	Поширення кластерних моделей екологічного менеджменту з екологічною інженерією
Індивідуалізація	Партнерський стиль керівництва, володіння методами персонального менеджменту	Підвищення ролі персонального менеджменту; моделей досконалості поведінки
Зміна системи оцінок і відносин	Здатність своєчасно реагувати на зміну системності оцінок, відомостей	Удосконалення інформаційно-цифрової системи менеджменту
Нові потреби співробітників	Здатність сприймати нову етику і реалізувати моральні цінності, культурні потреби	Поширення культурного аудиту менеджменту для оцінювання змін у потребах

Завданнями керівництва підприємства є не лише екологічна мотивація персоналу підприємства, але і забезпечення аналогічних гарантій з боку підрядчиків, що працюють на місцях. Підрядчики повинні надавати докази знань і навичок, необхідних їм для виконання роботи з розумінням своєї екологічної відповідальності. Це має важливе значення для практичної реалізації концепції екологізації виробництва і формування технологічних ланцюгів екологічно чистих виробництв.

У системі персонального менеджменту, поряд з вищим керівництвом і найманими менеджерами підприємства, важливе місце займає лінійний інженерно-технічний персонал (майстри, начальники дільниць, керівники цехів і т. ін.). У їх компетенції безпосередня організація і контроль за ходом виробництва та експлуатація устаткування, рівень його екологічності й аварійності (безаварійності), мінімізація технологічного марнотратства і наслідків аварій, підвищення екологічної відповідальності технологічного персоналу, формування засад співпраці і зацікавленості у вирішенні екологічних проблем тощо. Досвід розвинених країн свідчить про зростання ролі інженерно-технічного персоналу у вирішенні екологічних проблем підприємств (екологічної інженерії).

Це особливо стосується підприємств, що реалізують інноваційні програми екологізації виробництва. Перетворення екологічних інновацій (екологічної модернізації, чистого виробництва, дематеріалізації, мінімізації відходів тощо) у реальну практику бізнесу потребує творчих і настільки ж «інноваційних» зусиль усього управлінського та лінійного персоналу.

Досвід екологізації виробництва в західних компаніях показує, що зусиль топ-менеджерів для реалізації екологічної політики недостатньо. Необхідна активна підтримка цих зусиль з боку інженерно-технічного персоналу.

У сучасних концепціях персонального менеджменту підкреслюється важливість ствердження «не ієрархічної», а гнучкої системи взаємин між управлінським персоналом і лінійними робітниками для заохочення і стимулювання їх інноваційного поведіння.

4.5. Інформаційна система екологічно чистого підприємства: екологічні баланси, екологічна паспортизація

Екологічна (природоохоронна) інформація на підприємствах містить: інформацію в галузі захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру; інформацію з питань екологічної і радіаційної безпеки на відповідній території; ін-

формацію про речовини, що використовуються як сировина і матеріали в технологічних процесах і які є небезпечними для навколишнього середовища; інформацію про споруди природоохоронного призначення, про використання природних ресурсів; інформацію про екологічні баланси і звітність; екологічну паспортизацію.

Інформація подається у загальному вигляді та кількісному вимірі як того вимагає чинне законодавство, стандарти, реєстри, довідки і т. ін.

Екологічне інформаційне забезпечення взагалі та інформаційна система екоменеджменту й екоаудиту зокрема — це збирання, систематизація, оброблення, аналіз, збереження і видача користувачу інформації про екологічний стан і природоохоронну діяльність.

Правове регулювання інформаційного забезпечення системи екоменеджменту та екоаудиту розглядається у трьох взаємопов'язаних та взаємозалежних напрямках:

- формування бази даних (інформаційних ресурсів);
- організація інформаційного забезпечення і видача інформації користувачам та власникам;
- регулювання доступу до інформаційних ресурсів і до результатів екологічного аудиту підприємств з урахуванням вимог конфіденційності та захисту відомостей, які містять державну, військову, службову, комерційну, податкову таємницю.

В інформаційній системі ЕЧП важливу роль відіграють екологічні баланси (екобаланси) поруч з екологічними паспортами.

Екологічні баланси — це екологічно орієнтований облік матеріальних і енергетичних потоків. Дані екобалансів застосовують у різних галузях (зокрема для порівняння різних видів пакувального матеріалу, у ході аналізу витрат-результатів інвестиційних проектів, для складання балансів токсичних матеріалів тощо). Можна визначити, що екобаланс є інструментом, за допомогою якого забезпечується по можливості повне порівняння екологічних наслідків продуктів, груп продуктів, систем, процесів чи способів поводження.

Екобаланси застосовують для фіксування і наступного оцінювання здійснюваних на підприємстві процесів трансформації енергії і матеріалів у продукційній системі та їх впливу на навколишнє природне середовище. У повному обсязі екологічні баланси складаються з таких трьох взаємопов'язаних системних блоків.

Баланс матеріалів і енергії (матеріальний баланс). За його допомогою обліковують і аналізують сукупні вхідні та вихідні потоки виробничої системи підприємства, дані якого, зокрема, використовують

для вибору критеріїв оцінювання екологічної чистоти продукційної системи, розроблення екологічної політики.

Баланс наслідків. На базі матеріального балансу фіксують і аналізують екологічні, економічні та соціальні впливи. Це, наприклад, вплив емісій газоподібних речовин на атмосферне повітря, воду, землю, флору, фауну прилеглих чи віддалених районів; вплив забору води на локальні і регіональні водні об'єкти (при цьому в окремих випадках поряд з первинними наслідками можуть також фіксуватися вторинні наслідки, чи навіть ланцюги наслідків).

Балансові оцінки результатів балансу наслідків. Вони підлягають балансовій оцінці з метою визначення галузей і пріоритетів еколого-економічної активності, що, у свою чергу, можна виконати за допомогою порівнянь плану-факту. (Якщо встановлені нормативні/планові показники, то необхідно враховувати граничнодопустимі величини, рівень розвитку науки і техніки і т. ін.).

Для того щоб дані балансів сприймалися як такі, що заслуговують довіри, вони мають відповідати таким вимогам, як прозорість процедури складання балансів, можливість відтворення процедури, обов'язковість процедурних правил; розкриття джерел даних.

До країн, де розроблена і застосовується цілісна досконала концепція балансів, належить, наприклад, Німеччина, досвід якої в цій царині заслуговує на увагу. Застосовувана у Німеччині система екобалансів складається з чотирьох локальних балансів: балансу «витрата — випуск», балансу процесів, продуктів і балансу місця розміщення виробництва (рис. 4.6). За допомогою цих локальних звітів охоплюються й оцінюються основні екологічні наслідки виробничої діяльності підприємства. Ці чотири локальні баланси доповнюють один одного і певною мірою перетинаються один з одним.

Баланс «витрата — випуск» (або баланс підприємства) є вихідним пунктом аналізу. Тут досліджуються, з одного боку, обсяги всіх матеріальних і енергетичних ресурсів (вхідні потоки), а з другого боку — випуск підприємства (вихідні потоки). Процеси, що відбуваються всередині виробничої системи підприємства, при цьому не враховуються. До вихідних потоків поряд з виробленою продукцією (послугами) належать різноманітні відходи (тверді, рідкі, газоподібні, включаючи викиди теплової енергії).

Основна ідея цього типу балансів полягає в тому, що всі матеріали й енергія, що надходять на підприємство, трансформуються в інші форми (наприклад, природні ресурси — у виробничі ресурси) і стан



Рис. 4.6. Структура екологічного балансу підприємства

(так, частина задіяного газу на блоковій теплоелектростанції перетворюється у викиди тепла). Побудова балансу вхідних і вихідних потоків характеризується тим, що ці потоки, виражені у фізичних одиницях, зіставляються один з одним. Матеріальні і енергетичні потоки фіксуються на різних рівнях, причому на більш високих рівнях ступінь деталізації зростає.

Оскільки під час формування балансу «витрата — випуск» підприємство розглядається як «чорна шухляда», а матеріальні й енергетичні трансформаційні процеси, що відбуваються на ньому, не беруться до уваги, то він має доповнюватися аналізом входу—виходу внутрішньовиробничих процесів (балансом процесів).

За допомогою балансів процесів виявляється внесок окремих процесів у сукупний вплив підприємства на навколишнє природне середовище. Процес виробництва будь-якого продукту чи напівфабрикату

має бути деталізований на операції, причому не допускається їх перетинання.

Після фіксування усіх входів і виходів простих процесів, розрахованих на певну масу продуктів, можуть бути підведені сумарні підсумки.

Інформація балансу продуктів послуговується для оцінювання виробленого продукту щодо його екологічної чистоти і екологічних впливів. Для такого оцінювання необхідний розгляд загального ЖЦП (продукційної системи), у межах якого здійснюється всебічний облік обороту енергії, матеріалів і відходів. Річ у тім, що не тільки в процесі виробництва, але й у ході використання, а також утилізації відпрацьованих продуктів створюється велике навантаження на навколишнє природне середовище. Це спонукає розширити розгляд за межі сфери безпосередньої виробничої діяльності. Для перевірки екологічної чистоти виробничої продукції з урахуванням усіх етапів її життєвого циклу використовується екологічний аналіз ЖЦП, який потребує модернізації всієї системи екологічного обліку підприємства (див. дод. 1).

Основою екологічного обліку підприємства є екологічний паспорт підприємства¹.

Екологічна паспортизація є інструментом екологічного обліку суб'єктивних характеристик різних об'єктів господарювання для підготовки управлінських рішень. Якщо облік природних ресурсів набув достатньо розвинутих форм у вигляді кадастрів природних ресурсів, то облік екологічних характеристик суб'єктів господарювання потребує адекватного інформаційного забезпечення для повноцінного врахування їх впливу на такі природні ресурси. Основою екологічного обліку суб'єктів господарювання став екологічний паспорт підприємства.

Необхідність застосування екологічних паспортів визначено в статті «Державний облік об'єктів, що шкідливо впливають на стан навколишнього природного середовища» Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища». Нині вважається, що екологічний паспорт є комплексним державним документом, який містить характеристики взаємовідносин будь-якого техногенного або природного об'єкта з навколишнім природним середовищем.

Екологічний паспорт промислового підприємства як нормативно-технічний документ був затверджений і вперше введений у дію в 1990 р. ГОСТ 17.0.0.04-90 «Экологический паспорт промышленных предпри-

¹ Екологічне управління: підручник / В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, Г. О. Білявський та ін. — К. : Либідь, 2004.

ятий». Цей стандарт розроблено для систематизації інформації, яка визначає вплив підприємства на навколишнє середовище, і контролю за дотриманням природоохоронних норм та правил у процесі господарської діяльності.

Екологічний паспорт призначений для відображення даних, що характеризують джерела шкідливого впливу підприємства на довкілля (джерела викидів, скидів, утворення відходів), розсіювання забруднювальних речовин у навколишнє середовище, рівень використовуваних на підприємстві технологій, можливостей скорочення цього шкідливого впливу тощо.

На відміну від різних форм екологічної звітності, які характеризують підприємство як джерело шкідливого впливу на довкілля, головною метою введення екологічного паспорта підприємства є створення інформаційної бази для екологізації його технологічних процесів і гармонізації його діяльності в системі «природа — суспільство». У цьому контексті розроблення й використання екологічного паспорта підприємства спрямовані на досягнення таких цілей:

— створення державної системи обліку та моніторингового контролю за станом суб'єктів господарювання;

— застосування в системі державного екологічного управління для всіх суб'єктів господарювання, незалежно від форм власності, єдиного інформаційного документа для відображення видів шкідливого впливу суб'єктів на природні ресурси та оцінювання їх комплексного впливу на довкілля; створення інформаційної бази для оцінювання ефективності використання підприємством сировинних, паливно-енергетичних, водних, земельних та інших ресурсів;

— створення інформаційної бази для оцінювання екологічності використовуваних на підприємстві технологій;

— забезпечення інформаційної основи для ліцензування природокористування;

— забезпечення інформаційної основи для впровадження економічних механізмів стимулювання діяльності підприємств у напрямі екологізації використовуваних технологій, економії природних ресурсів і енергозбереження.

Підґрунтям для розроблення екологічного паспорта є основні показники виробництва, проекти розрахунків норм ГДВ, ГДС, дозволи на природокористування, паспорти газо- й водоочисних споруд і установок з утилізації та використання відходів, форми державної і

статистичної звітності та інші нормативні й нормативно-технічні документи.

Структура екологічного паспорта підприємства складається з таких блоків:

1. Загальні дані про підприємство та його реквізити.

2. Коротка природно-кліматична характеристика району розташування підприємства:

— характеристика кліматичних умов;

— характеристика стану, у тому числі фонових концентрацій в атмосфері; характеристика джерел водозабору та приймачів стічних вод, фоновий хімічний склад вод водних об'єктів.

3. Короткий опис технології виробництва і дані про продукцію, балансова схема матеріальних потоків.

4. Відомості про використання земельних ресурсів.

5. Характеристика сировини, використовуваних матеріальних і енергетичних ресурсів.

6. Характеристика викидів в атмосферу.

7. Характеристика водоспоживання і водовідведення.

8. Характеристика відходів.

9. Дані про рекультивацію порушених земель.

10. Дані про транспорт підприємства.

11. Дані про еколого-економічну діяльність підприємства.

4.6. Екологічне підприємництво інженерно-інноваційного спрямування

Підписання Україною з ЄС угоди про асоціацію та зону вільної торгівлі зорієтували малий і середній бізнес на екологічне підприємництво «зеленої» економіки та альтернативної безвуглецевої енергетики, екологічно досконалі та чисті виробничі процеси, продукцію, товари, послуги¹.

За таких умов традиційне визначення екологічного підприємництва як «виду підприємницької діяльності, пов'язаної з випуском і реалізацією продукції екологічного призначення» слід вважати таким, що потребує актуалізації відповідно до світової, європейської, національної «зеленої» стратегії сталого розвитку інноваційного спрямування [9].

¹ Каліта П. Про стратегію розвитку МСП в Україні // Дзеркало тижня. — 2016. — № 47.

Сучасне екологічне підприємництво — це інноваційне підприємство, спрямоване на екологізацію малого і середнього бізнесу, створення екологічно чистих підприємств, технологій, продукції, зокрема і екологічного призначення, особливо в таких галузях виробництва оцінювання, як перероблення побутових і промислових відходів, мала енергетика, перероблення продукції сільського господарства тощо.

У контексті четвертої промислової революції екологічне підприємство являє собою найбільш ефективну бізнес-модель промислового синергізму (конвергенції) індустріальних, цифрових та біоекологічних технологій. «Малі та середні підприємства будуть мати перевагу швидкості й маневреності, необхідні для реалізації інновацій» (зокрема екоінновацій) [31].

Четверта промислова революція відкриває безмежні можливості для екологічного підприємства на цифровій платформі. Так, наприклад, технології блокчейн дозволяють створити міжгалузеву і навіть міжнародну базу інноваційних джерел матеріалів і реєстр даних вторинної сировини, сприяє встановленню зв'язків між підприємствами для формування спільних інноваційних структур з перероблення та використання відходів виробництва. За висновком Клауса Шваба, людство ніколи не зберігало енергію в обсягах, потрібних для підприємства¹. Для переходу на відтворювальну енергетику, що має властивість нестабільності, потребуються «тераватні ємності» (генерувальні). Одна з інновацій, що здатна скоротити витрати на збереження енергії, — проточні батареї, для виготовлення яких можуть бути використані 3D-технології [32].

Процеси 3D-друку або «адитивне (пошарове) виробництво» відомі вже більше як 25 років. На поточний час 3D-друк уже поширився на метал, кераміку, бетон, а також на нові високотехнологічні матеріали, такі, наприклад, як графен, екологічні біоматеріали як альтернативу пластику. Тенденції зростання 3D-технологій набуває «біфуркаційного» поширення в різних галузях виробництва, таких, наприклад, як інфраструктурна, аерокосмічна. Технологічний синергізм 3D-друку з іншими технологіями, зокрема екологічними очисними, поведження з відходами відкриває нові перспективи для екологічних інновацій та екологічного підприємництва. На думку авторів «Технології четвертої промислової революції», найбільш ваговою і актуальною є проблема цифрової ком-

¹ Технологии Четвертой промышленной революции : пер. с англ. / Клаус Шваб, Николас Дэвис. — М. : Эксмо, 2018.

петентності та інженерної міждисциплінарної освіти, зокрема інженерно-екологічної.

Товари екологічного призначення умовно поділяють на три функціональні групи¹:

— такі, що безпосередньо впливають на процеси екодеструктивних дій (очисні споруди, моніторингові системи);

— такі, що опосередковано впливають на процеси екодеструктивних дій (сприяють мінімізації ресурсоємності та енергоємності);

— товари заміщення екологічно несприятливого попиту (сприяють зменшенню попиту на екологічно неприйнятні товари) за рахунок збільшення попиту на екологічно досконаліші або менш ресурсоємні аналоги.

Екологічне підприємництво, що пов'язане як з виробництвом продукції екологічного призначення, так і з формуванням інноваційних моделей ЕЧП, буде мати інноваційну спрямованість на основі поширення цифрової платформи на всі групи товарів екологічного призначення.

Великий інтегрований (синергетичний) ефект малих інновацій розкрито в доповіді Римському клубу «Фактор чотири» [24]. Аналогічну національну доповідь доцільно зробити в Україні.

Є багато прикладів самоорганізації екологічних ініціатив малого і середнього бізнесу в Україні, але за відсутності національної інноваційної стратегії розвитку малого і середнього бізнесу, зокрема екологічного, екологічні ініціативи вітчизняних підприємців не отримують системної державної підтримки.

Корисно мати уявлення про застосування системного підходу до формування «великої» стратегії малих інноваційних ініціатив у ХХ ст. на прикладах, наведених в навчальному посібнику «Екологічне підприємництво» (В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, В. М. Навроцкий та ін.) з посиланням на доповідь Римському клубу «Фактор чотири» [53]. На світовому рівні перелік прикладів за окремими напрямками можливо і застарів у контексті четвертої промислової революції, але для України, що перебуває ще на рівні 3-го і 4-го технологічних укладів, такі приклади є повчальними щодо системної цілісності та актуальності.

Двадцять прикладів підвищення продуктивності (екологічності) використання матеріальних ресурсів: стратегії екологічного підприємництва. Поняття «продуктивність використання матеріальних ресурсів» увів

¹ Екологічна енциклопедія : У 3 т. / редколегія: А. В. Толстоухов (головний редактор) та ін. — К. : ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2007.

в обіг Фрідріх Шмідт-Блєєк, директор Відділення руху матеріалів та економічної перебудови Вуппертальського інституту. Він розробляв концепцію ресурсоемності послуги або ресурсних витрат на одиницю роботи — MIPS, (Material Inputs Per Service Unit), яка дає змогу оцінити кількість ресурсів, що їх слід перемістити для виконання будь-якої чітко визначеної роботи чи послуги [17].

Продуктивність використання ресурсів — це ширше поняття, ніж міцність і довговічність; вона пов'язана з ЖЦП «від колиски до цвинтаря» та його екологізацією.

Працівники Інституту довговічності виробів у Женеві розробили стратегії, спрямовані на оптимізацію ефективності використання ресурсів. Основу їх становить «економіка послуг», у якій враховано тільки послугу кінцевому споживачу. Для впровадження такої стратегії доцільно:

— здавати в оренду замість продажу, якщо виробник зацікавлений у довговічності;

— посилювати відповідальність за якість продукції, що спонукає виробника гарантувати низький рівень забруднення навколишнього середовища, відсутність труднощів у разі вторинного використання продукції або ліквідації її решток;

— вступати у спільне володіння або використання, наприклад автомобілів чи електроприладів;

— забезпечувати оновлення — збереження сталої основи виробу після використання; заміну тільки зношених деталей, оптимізацію конструкції виробу з погляду довговічності, оновлення і перероблення.

Тобто це комплексна багатоцільова стратегія у складі «малих» інновацій, а саме:

- 1) довговічні, але завжди модні офісні меблі;
- 2) гіперавтомобілі, але з погляду MIPS;
- 3) електронні довідники, каталоги;
- 4) сталь проти бетону;
- 5) підґрунтове крапельне зрошення;
- 6) повторне використання технічної води.
- 7) ефективність побутового споживання води із системою цифрового спостереження;
- 8) скорочення витрат води у бавовняному виробництві шляхом дослідження руху матеріалів;
- 9) зменшення ресурсопотоків у промисловості внаслідок екоаудиту;
- 10) холодильна камера — камера із системою підігрівання води;

- 11) ефект організаційних заходів;
- 12) повторне використання матеріалів знесених будівель;
- 13) багаторічні зернові культури і просапне землеробство;
- 14) біоінтенсивне мініземлеробство;
- 15) оренда хімікатів;
- 16) зменшення використання бетону без втрати міцності і сталості конструкцій стін;
- 17) матеріал «беланд»: перероблення пакувальної пластмаси;
- 18) повторне використання пляшок, склянок і великих посудин;
- 19) ефективна міцна дерев'яна конструкція;
- 20) деревина у спорудженні будівель.

Наведена структура «малих» інновацій «великої стратегії розвитку екологічного підприємництва» може бути взята за аналог для розроблення Національної стратегії сталого розвитку малого і середнього бізнесу еколого-інноваційного спрямування з такою (рекомендованою) структурою еколого-інженерного підприємництва:

— проектування «розумних» екологічно досконалих будівель, виробництв, екологічних інфраструктур, індустріальних парків;

— незалежна еколого-технічна експертиза, технічний аудит проєктів, інвестиційних програм;

— інноваційне «кліматичне» інженерне устаткування, обладнання: охолодження, кондиціювання, вентиляція;

— ефективні конструкції, адаптовані до змін клімату;

— повторне використання знесених будівель (будівельного «сміття»);

— зменшення ресурсопотоків у переробному виробництві;

— інженерія безвуглецевої енергетики;

— інженерія альтернативного палива, мастил;

— інженерія технологічного синергізму: екоінженерія, біоінженерія, гена інженерія, наноінженерія.

— цифрова інженерія: 3 (4) D-виробництво, технології; хмарні технології, технології екологічних спостережень на основі «великих даних» тощо.

— інженерія інтернету екологічно чистої продукції (речей);

— реінжиніринг індустріальних бізнес-моделей;

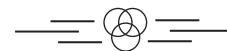
— реінжиніринг адаптації природних технологій в життєвому середовищі (моделі Гюнтера Паулі або «синьої» економіки);

— посилення екологічної інженерії в кластерних моделях виробництва;

— інженерія аерокосмічних досліджень змін клімату та антропогенного забруднення.

Компетентність. Рекомендований перелік підприємницьких складових спеціалізованих професійних компетенцій за напрямом «Інженерна екологія»

1. Розуміння концептуальних основ когерентності «зеленої» економіки, енергетики та екологічно чистого виробництва (ЕЧВ) та екологічно чистого підприємства (ЕЧП).
2. Знання системних складових синергетичної моделі ЕЧП; уміння їх застосовувати для формування синергетичної моделі ЕЧП як самоорганізаційного процесу взаємодії системних складових;
3. Здатність використовувати професійно профільовані інженерні знання технологічного проектування продукційних систем виробництва.
4. Володіння системною методологією комплексного виробничого аудиту; здатність застосовувати для здійснення технічної експертизи у складі екоаудиторської групи.
5. Здатність професійно виконувати технологічний аналіз продукційної системи підприємства з виявленням джерел утворення забруднень та відходів у технологічному ланцюгу ЖЦП.
6. Здатність формувати інженерно-технічні рішення щодо підвищення екологічної чистоти виробництва на основі технологічного аналізу ЖЦП.
7. Розуміння інноваційної ролі та функції екологічної інженерії в інтегрованій системі екологічного менеджменту чистого підприємства; їх реалізації під час формування інноваційної стратегії ЕЧП.
8. Знання системних основ технічної регламентації інтегрованого екологічного менеджменту ЕЧП як базової платформи стратегії інноваційного розвитку; здатність ураховувати вимоги міжнародних та національних стандартів.
9. Знання практичних дій та послідовності створення інтегрованої системи екологічного менеджменту в сукупності з екологічним інжинірингом; уміння застосовувати їх у професійній діяльності.
10. Знання базової структури інноваційних стратегій ЕЧП, таких як каскадна стратегія циркуляції та рекуперації, кластерна стратегія кооперування відповідно до принципу ЖЦП; стратегія екоективності та чистого виробництва; здатність виокремлювати та обґрунтовувати стратегічні еколого-інженерні рішення.
11. Здатність знаходити інноваційні рішення щодо ресурсозбереження, енергоефективності, адаптації та мінімізації відходів у виробничих процесах.
12. Знання вимог інноваційних стратегій екологічної чистоти підприємства до інженерно-технічного персоналу; здатність їх враховувати під час виконання виробничих функцій.
13. Професійні профільовані знання й уміння в галузі цифрових технологій ЕЧП і практичного використання комп'ютерних технологій.
14. Здатність володіти навичками роботи з програмним забезпеченням на рівні користувача, використовувати інформаційні технології для вирішення дослідницьких, експериментальних і практичних завдань у професійній інженерно-екологічній діяльності.
15. Базові знання про інформаційну систему ЕЧП, її структуру та особливості функціонування; уміння їх використовувати у практичній професійній діяльності.
16. Розуміння інформаційної ролі екологічних балансів у формуванні моделі ЕЧП; знання таких базових системних блоків, як баланс матеріальних та енергетичних потоків виробництва, баланс екологічних наслідків, баланс «витрата—випуск» або «вхід—вихід» продукційної системи; баланс екологічної чистоти і екологічних впливів продукції.
17. Здатність підвищувати на основі балансового аналізу рівень системної інженерно-екологічної досконалості виробництва.
18. Знання інформаційних та інженерних основ екологічної паспортизації підприємства: здатність використовувати їх в інженерних дослідженнях ЖЦП, проектуванні інноваційних процесів.
19. Знання підприємницьких (бізнесових) основ екологічної досконалості та чистоти виробничих процесів малих і середніх підприємств; здатність їх використовувати у веденні інженерного та інноваційного бізнесу.
20. Знання про цифрову платформу екологічного підприємництва у контексті четвертої промислової революції; здатність їх використовувати на практиці розроблення і реалізації інноваційних підприємницьких проектів.



Розділ 5 АЕРОКОСМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

5.1. Інноваційні орієнтири розвитку аерокосмічних технологій у контексті Паризької кліматичної угоди

Глобальним завданням світової наукової та інженерної спільноти вважаються космічні дослідження антропогенного забруднення планетарної атмосфери та тенденцій глобальних і регіональних кліматичних змін; космічний моніторинг стану енергетичних, водних, лісових, аграрних ресурсів [51].

Після прийняття Паризької угоди щодо змін клімату (2015 рік) та розгортання європейськими країнами Глобальної системи моніторингу в інтересах збереження довкілля і забезпечення безпеки (COPERNICUS) аерокосмічні технології вийшли на новий етап глобального інноваційного розвитку. У Паризькій кліматичній угоді окреслено такі стратегічні завдання [7]:

— формування, поглиблення наукових знань щодо змін клімату, зокрема космічні дослідження, систематичні супутникові спостереження кліматичної системи та системи раннього попередження, щоб створити аерокосмічну інформаційну (цифрову) платформу для кліматичних послуг і підтримати процес прийняття запобіжних рішень;

— нарощення масштабів інформаційних ресурсів щодо досягнення синергізму між діями з адаптації та діями щодо запобігання змін клімату;

— сторони (угоди) повинні здійснювати дії щодо охорони і підвищення якості поглиначів та накопичувачів парникових газів, зокрема лісів;

— здійснення спостережень (космічних, супутників) за процесами деградації лісів та знеліснення територій, підвищення ефективності збереження лісів та збільшення накопичення вуглецю в лісах (аналогічних космічних спостережень потребує стан водних ресурсів);

— технологічні дослідження, розробки, пов'язані зі змінами клімату (зокрема технології поляриметричних вимірювань, які, за учас-

ті українських учених, стали точним та інформативним інструментом дистанційного зондування аерозолів [51];

— розвиток і постійне вдосконалення адаптаційних механізмів, підвищення ефективності та довгостроковості дій щодо адаптації до змін клімату (зокрема шляхом створення інноваційних кластерів електромагнітних малих супутників);

— зміцнення інноваційного потенціалу шляхом розробки і реалізації спільних міжнародних космічних освітніх програм конкретних проектів.

Кожне з перелічених завдань має стати глобальним інноваційним проектом екологічної інженерії, або геоінженерії.

Клаус Шваб у книзі «Технології четвертої промислової революції» розглядає поняття «кліматична геоінженерія» у подвійному протилежному розумінні: як глобальна екодеструктивна інженерна діяльність людини, що поглиблює кліматичні проблеми, і як така інженерна діяльність, що протидіє змінам клімату [32]. У такому позитивному контексті автори підручника пропонують замість поняття «кліматична геоінженерія» застосовувати поняття «кліматична екоінженерія», що сприяє протидії змінам клімату та адаптації до змін, як це показано на рис. 5.1.

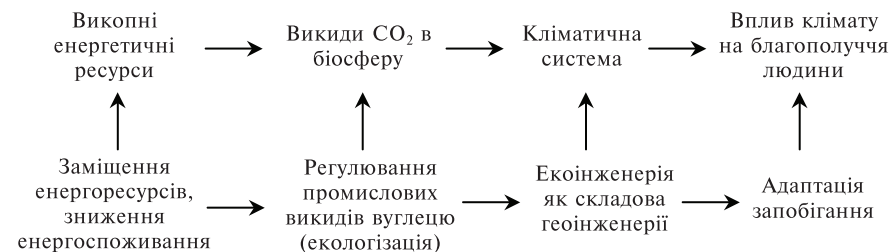


Рис. 5.1. Екоінженерія як пряме позитивне втручання в кліматичну систему (за аналогією моделі Клауса Шваба щодо втручання до кліматичної системи геоінженерії [32])

Кліматична система охоплює безліч факторів формування і зміни клімату, а також кліматичної інженерії — механізми спостереження за змінами, зокрема космічний моніторинг.

Кліматичну геоінженерію і екоінженерію умовно можна виокремити як системну інженерію локального запобігання змінам клімату та адаптації до змін та як системну інженерію глобального впливу на кліматичну систему. Локальна, або мікрорівнева, екоінженерія — це ін-

женерні та інженерно-економічні механізми екологізації виробництва, галузей життєдіяльності суспільства; екологічна чистота підприємств, інфраструктур; інженерні системи природовідтворення (лісових, водних екосистем), інженерія екологічної інфраструктури міст тощо. Глобальна, або макрорівнева, геоінженерія, за визначенням Клауса Шваба з посиланням на відомих науковців у галузі кліматичної геоінженерії, — це глобальна геоінженерія енергетичного балансу, передачі енергії, регулювання планетарної ентропії тощо [32]. Потенціал глобальної кліматичної геоінженерії досі мало досліджений. У 2017 р. Гарвардський університет розпочав найбільшу та всеохоплюючу програму досліджень у галузі кліматичної геоінженерії вартістю 20 млн дол. США. Проте є всесвітньо узгоджений потенціал Паризької кліматичної угоди, реалізовувати який слід із застосуванням механізмів кліматичної екоінженерії, зокрема з використанням аерокосмічних технологій.

5.2. Аерокосмічні дослідження антропогенного забруднення навколишнього середовища

Використання системи дистанційних аерокосмічних досліджень дає змогу виявити вплив забруднень на навколишнє середовище, сторонні речовини в атмосфері, водному середовищі, на суші; ідентифікувати специфічні забрудники та класифікувати їх; спостерігати за вирівнюванням концентрацій забруднень через певні інтервали часу; контролювати джерела, рух забруднень; оцінювати якісний стан довкілля, його чутливість до факторів негативного впливу та отримувати інформацію для моделювання стану довкілля; вивчати стан природних ресурсів (водних, рослинних, ґрунтових тощо); визначати тенденції впливу змін клімату засобами спостереження за станом льодовиків, структури і напрямків морських течій, спустелюванням суші тощо; виявляти та прогнозувати зміни в регіональній мережі міських зон. Такий неповний перелік екологічних напрямів використання дистанційних спостережень і досліджень наведено в підручнику «Методологія та організація наукових досліджень (в екології)» [30].

Дистанційні дослідження ґрунтуються на вибіркового поглинанні та відбиванні радіації природними середовищами і біологічними об'єктами в інфрачервоному, видимому та ультрафіолетовому діапазонах спектра сонячного випромінювання або штучних джерел оптичного та радіодіапазонів. Прилади для досліджень конструктивно об'єднують у лазерні та радарні сканувальні інженерні системи, які встановлюють на літальних апаратах та супутниках.

Аерокосмічні дослідження забруднення атмосферного середовища. Предметами досліджень забруднення атмосфери є концентрація та перенесення газоподібних речовин, димового та пилового забруднення.

Найбільш перспективними методами дослідження далекого перенесення газоподібних забруднень є активний адсорбційний метод із розміщенням на літаку лазерного приладу випромінювання і оптичного гетеродина, який затримує відбите земною поверхнею лазерне випромінювання. На підставі вимірювань виготовляють мапи горизонтального розподілу забруднень і висотні профілі компонент.

Димове та пилове забруднення атмосфери досліджують за допомогою космічних знімків, які надають можливість визначити масштаби пилових бурь, задимлення; встановити склад пилу, шляхи його переміщення.

Аерокосмічні дослідження водного середовища. Предметом дослідження водного середовища є забруднення водних басейнів полютантами, що ґрунтуються на виявленні фітопланктону; нафтові забруднення вод морів, океанів із використанням аерокосмічних зйомок за допомогою багатоканальних сканувальних пристроїв. Радіолокаційні методи дають змогу картографувати площі нафтового забруднення, а також визначати тип нафти.

Аерокосмічні дослідження забруднення земної поверхні. Предметом дослідження є радіаційне забруднення, промислове забруднення (нафтопереробне, металургійне тощо), забруднення хімічне, зміни хімічних властивостей середовища, екосистеми під впливом антропогенної діяльності: важкі метали, солі, нафтопродукти, сполуки сірки тощо, що містяться у відходах, стічних водах, а також пестицидах.

Радіаційні забруднення земної поверхні моніторять за допомогою авіації¹. На спеціально обладнаних літаках (гелікоптерах) встановлюють гамма-радіометри або гамма-спектрометри, які здатні вловлювати гамма-проміння і визначати рівень забруднення. Існує також система космічного гамма-зондування території за допомогою штучних супутників Землі.

Різноманітні форми впливу людини на природні ландшафти добре видно на аерознімках. За допомогою матеріалів, отриманих лазерними сканувальними системами, встановленими на літальних апаратах, можна визначити антропогенний та кліматичний вплив на стан лісів, водно-болотних угідь; виміряти осередки поширення фітопатогенних факторів [30].

¹ Екологічна енциклопедія : У 3 т. / редколегія: А. В. Толстоухов (головний редактор) та ін. — К. : ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2007.

5.3. Космічні технології екологічної інженерії четвертої промислової революції

У фундаментальній монографії Клауса Шваба та Ніколаса Девіса «Технології четвертої промислової революції» розглянуто такі екологічні напрями застосування у сучасному і майбутньому часовому вимірі космічних технологій [32]:

- екологічно чисті синергетичні технології з використанням космічних ресурсів;
- космічні транспортні засоби з використанням нового покоління екологічно чистих двигунів для низької навколоземної орбіти, що не потребують спеціальних космодромів;
- космічні технології моделювання змін клімату (кліматична геоінженерія);
- екологічні інновації, одержані за допомогою міжнародних космічних станцій.

Глобальна аерокосмічна індустрія набула високих темпів інноваційного розвитку, зокрема кліматичного та екологічного спрямування. Космічна мережа супутників дає змогу оптимізувати регіональний енергорозподіл (електромережі), вести кліматичний моніторинг земного та навколоземного середовища, екологічно раціонально здійснювати менеджмент природних ресурсів, попереджати та досліджувати природні катастрофи. Супутні технології космічної індустрії започаткували розвиток багатогалузевої промисловості, зокрема виробництво мікрочипів і розробку програмного забезпечення. Промислова інфраструктура, що дала світу смартфони, ноутбуки та інше устаткування апаратної інженерії, дає змогу розробляти нове покоління більш інтелектуальних, швидких і дешевих супутників і компонентів космічних ракет. Видобування води в надрах астероїдів і цінних мінеральних ресурсів уже розглядається як можливе геоінженерне завдання [32].

Потенціал кліматичної геоінженерії вже давно є предметом глобальних науково-інженерних досліджень. Останнім часом пропонуються різні інноваційні методики щодо зниження температури в планетарному масштабі. Йдеться передусім про інноваційні космічні технології вилучення з атмосфери діоксиду вуглецю — основного чинника змін клімату, і технології керування сонячною радіацією засобами відбивання частини сонячного випромінювання з подальшим поверненням його в космос, що має привести до тимчасового обмеження зростання температури. На рис. 5.2 систематизовано наявні методологічні підходи до антропогенної зміни клімату та кліматичної геоінженерії,

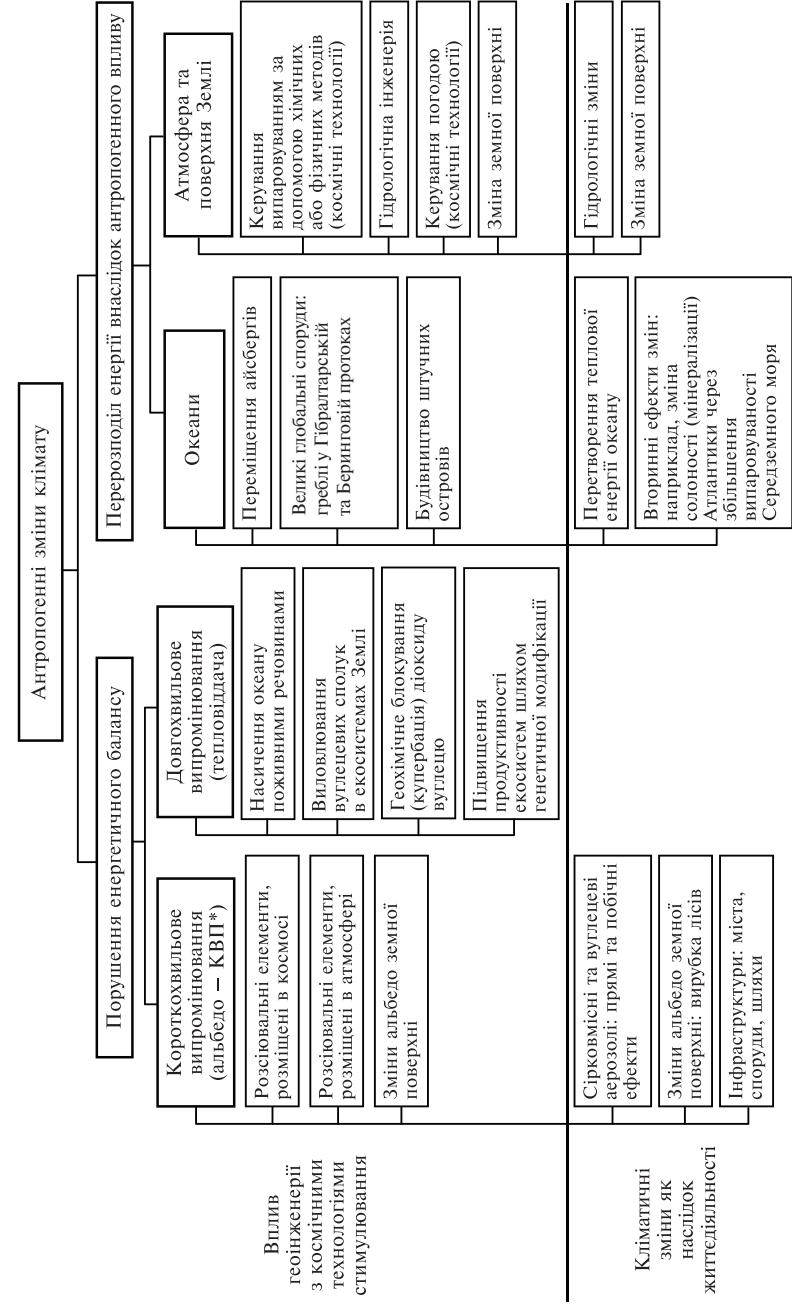


Рис. 5.2. Системно-синергетичні підходи до кліматичної геоінженерії (стратегічне бачення за Клаусом Швабом та Ніколасом Девісом)

наведені в книзі Клауса Шваба та Ніколаса Девіса «Технології четвертої промислової революції». Як зауважували автори, термінологія теоретичної кліматичної геоінженерії (як і методологія) залишаються на сьогодні дискусійними, а сфера впливу технологій геоінженерії — мало дослідженою [32].

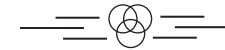
На дослідження потенціалу кліматичної геоінженерії Конгрес США погодився виділити значні кошти, зокрема майже 20 млн дол. США на дослідження технологічних (космічних) можливостей охолодження атмосфери при вулканічних виверженнях.

У глобальному вимірі інноваційні дослідження потенціалів кліматичної геоінженерії, як і екоінженерії, мають фундаментальну всесвітньо узгоджену довгострокову політичну платформу у вигляді Паризької кліматичної угоди на період до 2050 р. (див. підрозд. 5.1). Так, всесвітня кліматична платформа визначає нові наукові та освітні напрями формування фахівців інноваційної формації, компетентності у сфері екологічної інженерії сталого інноваційного розвитку галузей економіки, зокрема високотехнологічної аерокосмічної.

Компетентність. Рекомендований перелік спеціалізованих (аерокосмічних) складових професійних компетенцій за напрямом «Інженерна екологія»

1. Розуміння інженерно-екологічних проблем аерокосмічної індустрії у контексті Паризької кліматичної угоди на період до 2050 р.; здатність їх ідентифікувати в конкретній сфері професійної інженерії.
2. Знання інноваційних орієнтирів розвитку аерокосмічних технологій у контексті Паризької кліматичної угоди на період до 2050 р., оновлених цілей сталого розвитку на період до 2030 р.; інноваційних тенденцій Четвертої промислової революції та інноваційних принципів Угоди про асоціацію між Україною та ЄС.
3. Здатність побудувати особисту перспективну модель професійної компетентності з інтеграцією наукових знань, умінь (компетенцій) щодо аерокосмічних технологій екологічного спрямування.
4. Уміння проводити системний аналіз екологічних аспектів аерокосмічних технологій, їх екологічного впливу на стан довкілля.
5. Знання сучасних тенденцій взаємовпливу аерокосмічних технологій та інноваційних моделей четвертої промислової революції з екологічними ефектами.
6. Знання методів аерокосмічних досліджень антропогенного забруднення довкілля; здатність планувати їх застосування у практичній діяльності.

7. Знання особливостей дистанційного супутникового зондування земної поверхні; її картографування.
8. Знання методів та технологічного обладнання аерокосмічного дослідження водного середовища.
9. Знання особливостей методів та технологічного обладнання аерокосмічного моніторингу; фізичних основ функціонування технологічного обладнання в процесах аерокосмічного дослідження екологічного стану території.
10. Здатність користуватися космічними та аерознімками під час готування технічної та проектної документації щодо розвитку інфраструктур, зокрема авіатранспортних.



Розділ 6
РЕГУЛЯТИВНІ ЗАСАДИ
ІНЖЕНЕРНО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

6.1. Система інженерно-екологічного забезпечення функціонування та регламентації моделей виробництва і споживання

Системно-синергетичне уявлення щодо інженерно-екологічного забезпечення функціонування виробничих (господарських, інфраструктурних) систем наведено на рис. 2.15. Це практично система інженерно-екологічного гарантування безпечного функціонування виробничих та інших систем у НПС, яка ґрунтується на регламентуючих міжнародних, національних, галузевих екологічних механізмах: політичних, законодавчих, нормативно-правових, технічних регламентах та екологічних стандартах, базова структура яких показана на рис. 6.1.

Інженерно-екологічна діяльність здійснюється в межах екологічного права і стандартів. Ефективність екологічного законодавства та відповідної нормативної бази забезпечується його відповідністю екосистемним законам взаємодії суспільства і природи, виробничих і екологічних систем. Гармонізація «людських» і «природних» законів життєдіяльності є однією з пріоритетних умов досягнення екологічно збалансованого сталого розвитку. Це означає, що такі екосистемні поняття, як сталість і рівновага екосистем, їхня господарська ємність, збалансованість природних і виробничих потенціалів, біотичний механізм регулювання НПС, екологічно безпечні технології, продукція, екологічні податки тощо, мають набути свого законодавчого й нормативно-правового визначення в системі національного екологічного законодавства, національної політики сталого розвитку. Програма дій ООН на XXI ст. визначає одним із пріоритетних завдань законодавче визначення чинника сталості в національній політиці, розроблення ефективних методологічних і нормативно-правових норм і забезпечення ролі екосистем, НПС як джерела природного капіталу й водночас отримувача побічних деструктивних продуктів виробництва і споживання (відходів). Тобто йдеться про формування і регламентацію збалансованості моделей виробництва і споживання [4, 5].

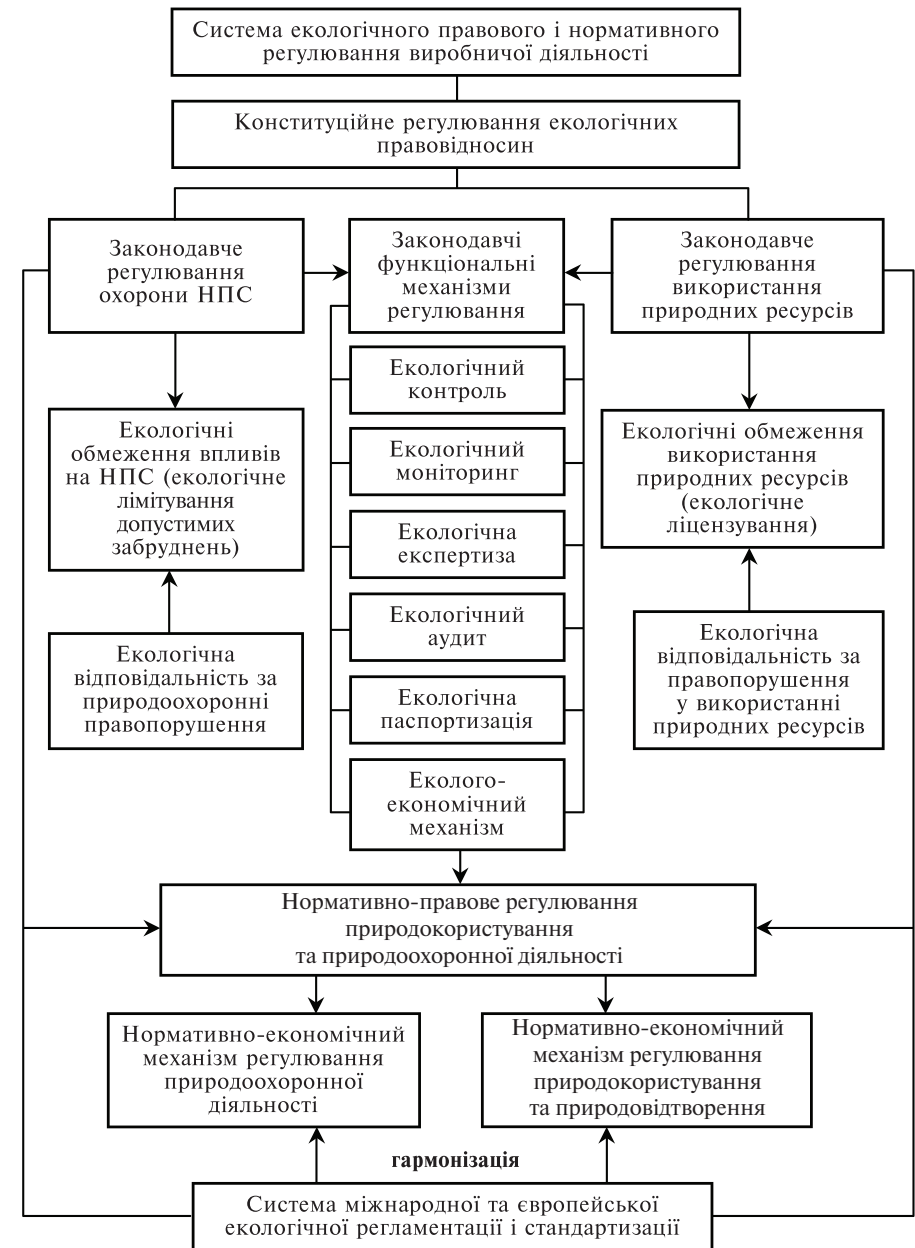


Рис. 6.1. Базова структура системи екологічного регулювання виробництва

У практичній політиці екологічно збалансованого розвитку ставиться завдання системного ресурсного обмеження економічного зростання на всіх рівнях суспільного виробництва і споживання (рис. 6.2) [17, 25].



Рис. 6.2. Природоресурсні обмеження суспільного виробництва

Чинне екологічне законодавство в Україні та відповідна нормативно-правова база спрямовані передусім на охорону НПС, раціональне природокористування та гарантування екологічної безпеки. Природовідтворення як національна політика має слабку нормативно-правову базу з нерозвиненим екологічним управлінням та інженерно-екологічною діяльністю, а також невідповідністю принципам екологічно

збалансованого розвитку суспільства. Вітчизняне екологічне законодавство вважається не гармонізованим з європейським екологічним законодавством щодо природовідтворення [21].

Система законодавчого й нормативно-правового забезпечення (регулятивна система) інженерно-екологічної діяльності в Україні ще потребує розвитку в напрямі природовідтворення, а не лише природокористування, збалансованої взаємодії виробничих і екологічних систем у межах їх господарської ємності. Усе це має привести до відтворення (де це можливо) синергетичних механізмів біотичного регулювання виробничої діяльності й обмеження антропогенного впливу.

Екологічне законодавство закріплює екологічні права та обов'язки громадян, екологічні інтереси суспільства, держави та юридичних осіб, механізми їх реалізації і захисту, регулює відносини в галузі використання, відтворення й охорони земельних, водних, лісових та інших природних ресурсів, визначає режими територій і об'єктів особливої охорони та забезпечує вимоги екологічної безпеки в Україні.

Сучасний стан соціально-економічного розвитку в країні характеризується екологічною розбалансованістю на місцевому, регіональному й національному рівнях [1]. Тому, законодавчий механізм має бути спрямований на запобігання екологічним ризикам. Законодавчо-правовий механізм виробничої діяльності ґрунтується на функціональних механізмах регулювання природоохоронної та природокористувальної діяльності (рис. 6.3).

Подальше вдосконалення, гармонізація з європейськими механізмами екологічного регулювання потребує посилення функціональних механізмів природовідтворення (ландшафто-, ґрунто-, лісовідтворення, екологічне оздоровлення водних об'єктів) із застосуванням інженерних систем спостереження, проектування та екологічного інжинірингу.

6.2. Екологічні обмеження інженерно-проектної діяльності

Здійснюючи проектно-виробничу діяльність, слід зважати на два найбільш суттєві екологічні обмеження:

— обмеження можливостей екосистем, НПС приймати і поглинати, асимілювати різні відходи і забруднення шкідливими для екосистем продуктами виробничої діяльності і господарювання;

— необоротний характер виснаження невідтворюваних природних ресурсів.

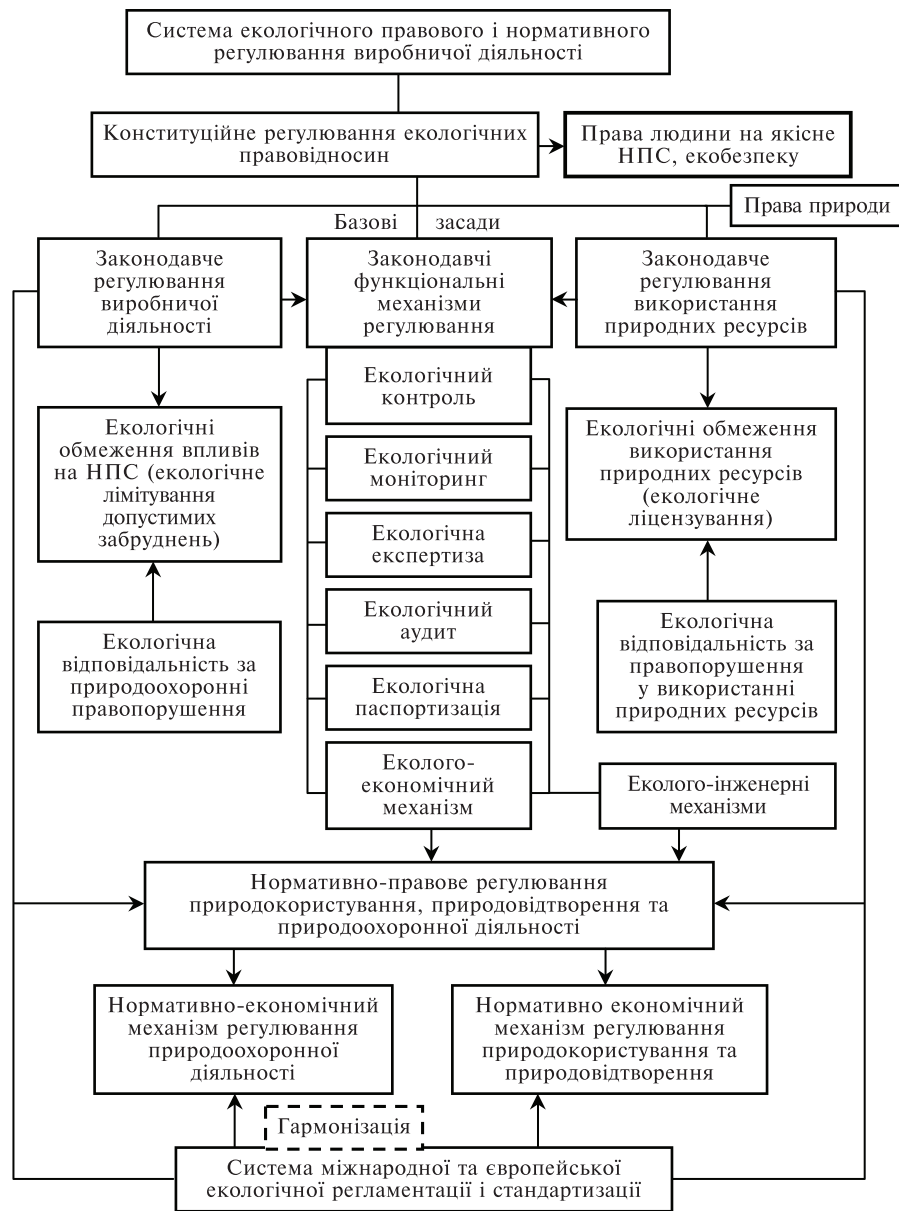


Рис. 6.3. Базова структура системи екологічного регулювання виробничої діяльності

Із першим обмеженням пов'язане екологічне нормування. Розроблення і застосування екологічного нормування забезпечує екологічну безпеку природним екосистемам, здоров'ю людини.

Із другим обмеженням пов'язане лімітування та ліцензування природокористування, екологічне лімітування і ліцензування. Існують також ринкові механізми обмеження впливу виробничої діяльності на стан екосистем. Це передусім екологічне оподаткування, страхування. Проте в умовах загострення як глобальної, так і регіональної кризи найбільш ефективними механізмами залишаються державні системи екологічного нормування й екологічного ліцензування.

Уся система екологічного нормування і лімітування пов'язана з установленням граничнодопустимих концентрацій (ГДК) шкідливих агентів виробничої системи. Граничнодопустима концентрація — це та найбільша концентрація речовини в середовищі і джерелах задоволення біологічних потреб (вода, повітря, ґрунт, продукти харчування), яка за більш-менш довготривалої дії на організм не впливає на здоров'я людини і не викликає віддалених ефектів, не впливає на потомство тощо. Це найпоширеніше санітарно-гігієнічне визначення ГДК. На сьогодні встановлені ГДК для кількох тисяч індивідуальних речовин у різних середовищах і для різних реципієнтів [18].

На основі величин ГДК за допомогою спеціальних програм визначають значення граничнодопустимих емісій — граничнодопустимі викиди в атмосферу і граничнодопустимі скиди у водні об'єкти різних речовин, що викидають чи скидають різні джерела (підприємства) на території екосистеми. При цьому враховують технологічні характеристики джерела виробничої системи й умови поширення емісій. Граничнодопустимі викиди і граничнодопустимі скиди у водні об'єкти уже безпосередньо регламентують інтенсивність і якість технологічних процесів виробничої системи, які є джерелами забруднення, і набувають властивостей екологічних норм обмеження виробничої діяльності. Понаднормативні емісії призводять до економічних і адміністративних санкцій.

Часто технічно спрацьовані підприємства чи виробничі системи, що не можуть додержуватися встановлених норм ГДВ чи ГДС. Адміністративні й економічні санкції у цьому разі неефективні, оскільки великі штрафи або закриття виробництва призводять до соціальних конфліктів або економічної кризи.

У такому разі застосовують негативну практику тимчасового узгодження викидів і скидів на рівні фактичних емісій, що суперечить екологічному законодавству і призводить до погіршення екологічної си-

туації. Якщо до цього ще додати методологічну недосконалість екологічного нормування на основі ГДК, то можна зробити висновки щодо неадекватності чинної системи екологічного нормування сучасному стану екологічних загроз для суспільства [17, 18]. В європейському еколого-правовому середовищі практика тимчасових узгоджень недопустима, а це сприяє запобіжним діям з екологічної модернізації, підтримки характеристик екологічної чистоти виробництва.

Концентрації шкідливих речовин в екосистемах за аналогією з ГДК можна назвати екологічно допустимими концентраціями шкідливих речовин у НПС, які надходять від різних антропогенних джерел і не порушують біотичного механізму саморегуляції екосистем.

На основі ЕДК можна розраховувати екологічно допустимі навантаження (ЕДН), які не перевищують господарської ємності екосистем. Екологічно допустимі навантаження — це та міра, яка дозволить забезпечити баланс взаємодії екологічних і виробничих систем, екологічних і соціально-економічних інтересів суспільства. Існують підходи і методологія розробки ЕДК і оцінки ємності екосистем на основі використання показника, що інтегрально відображає стан екосистеми (наприклад, водної) на надорганізмовому рівні. Інтегральний критерій пропонується розробляти на основі використання фундаментальних характеристик будь-яких екосистем: співвідношення швидкостей автотрофних і гетеротрофних процесів, тобто продукції екосистеми і деструкції органічних речовин. Співвідношення швидкостей продукційно-деструктивних процесів відображає стан біотичною балансу в екосистемах і біосфері й може слугувати інтегральним функціональним показником екологічного стану будь-яких екосистем [38].

Інтегровані показники екологічних обмежень використовують при оцінюванні впливу інженерно-проектних рішень на НПС. Вони є екологічними критеріями вибору альтернативних інженерних рішень.

Оцінювання впливу на навколишнє середовище (ОВНС) спрямоване на виявлення і прогнозування очікуваного впливу на навколишнє середовище, здоров'я та добробут людей господарської та іншої діяльності. Методологію цього оцінювання використовують майже в усіх розвинених країнах. У червні 1988 р. було введено в дію Директиву ЄС № 337/85 «Оцінка впливу деяких державних і приватних проектів господарської діяльності на навколишнє середовище».

Відповідно до неї, для країн-членів ЄС обов'язковим є проведення ОВНС до видачі дозволу на здійснення всіх великих проектів, що можуть негативно впливати на НПС.

Розвитку, становленню і законодавчому оформленню ОВНС в Україні сприяло прийняття законів «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про екологічну експертизу» та Державних будівельних норм України ДБН А.2.2-1-95 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будівель і споруд».

Офіційне нормативне тлумачення терміна «ОВНС» наведено в Державних будівельних нормах України: визначення масштабів і рівнів впливів проектованої діяльності на навколишнє середовище, заходів із запобігання або зменшення цих впливів, прийнятності проектних рішень з екологічного погляду. Поняття «навколишнє середовище» визначається тут як сукупність природних, техногенних і соціальних умов існування суспільства. Це підкреслює комплексність процедури і висновків ОВНС та її орієнтацію на синергетичну систему «суспільство-природа» відповідно до принципів сталого розвитку.

Метою ОВНС є запобігання погіршенню стану природних ресурсів, екосистем та здоров'я населення при реалізації проектів виробничих господарських об'єктів. У цьому контексті ОВНС можна також розуміти як певний вид оцінювання екологічних ризиків на передпроектній і проектній стадії. Законом України «Про екологічну експертизу» передбачено обов'язкову наявність у складі документації на об'єкт комплексного еколого-економічного оцінювання впливу запланованої чи здійснюваної діяльності на стан НПС, використання і відтворення природних ресурсів, оформленої у вигляді окремого тому (книги, розділу) документації і окремої Заяви про екологічні наслідки діяльності.

Склад, зміст і порядок розроблення розділу ОВНС у складі проектної документації на спорудження, розширення, реконструкцію та технічне переоснащення об'єктів народно-господарського призначення в Україні регламентовано Державними будівельними нормами України.

На ОВНС покладається завдання порівняльного аналізу альтернативних варіантів, які мають територіальні, технологічні, методичні та інші аспекти (місце спорудження об'єкта, види і параметри обладнання, технологічні процеси, відходи та інше), а також визначення екологічного ризику від прийняття відповідних інженерних рішень. Кінцевою метою ОВНС є вибір і обґрунтування найкращої альтернативи інженерно-проектних рішень з екологічного погляду. З урахуванням останнього ОВНС слід здійснювати відповідно до алгоритму, наведеного на рис. 6.4.

Оцінювання впливу на навколишнє середовище — це інженерно-дослідницька система прийняття рішень щодо екологічної безпеки

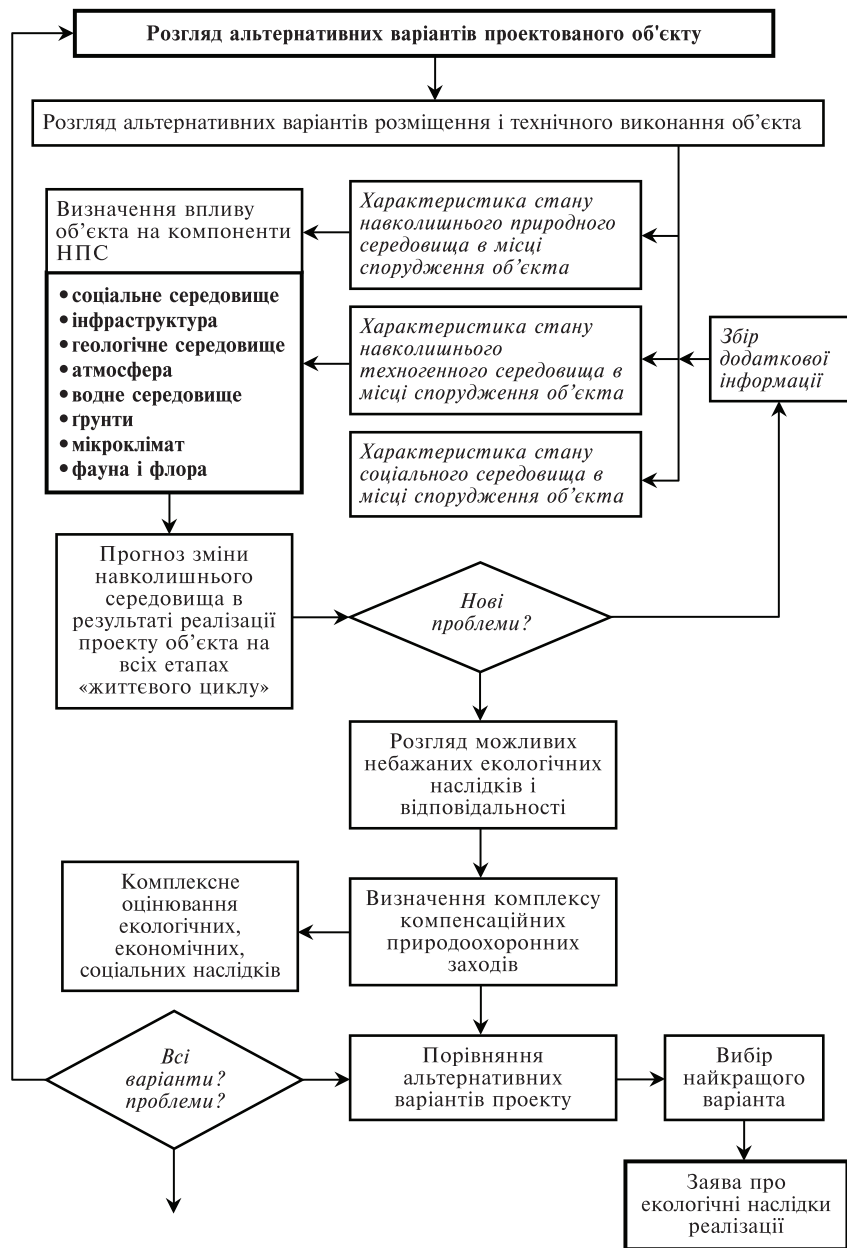


Рис. 6.4. Алгоритм проведення ОВНС об'єкта на проєктній стадії

проєктованого об'єкта. Вона не є відокремленим видом діяльності, а розглядається як складова процедура з обґрунтування і комплексного оцінювання наслідків запланованої діяльності проєктованого об'єкта.

У ході проведення ОВНС використовують здебільшого нормативний підхід, згідно з яким проєктовану діяльність оцінюють, порівнюючи параметри навколишнього середовища з нормованими показниками. Методологія ОВНС розглядається ще і як спосіб виявлення зворотного зв'язку у взаємодії навколишнього середовища зі створюваним об'єктом.

6.3. Екологічні обмеження в стандартах на продукцію

Практично будь-яка продукція впливає на НПС під час її виробництва, постачання, використання чи утилізації. Такий вплив може змінюватися в діапазоні від малого, яке можна не враховувати, до значного, від короткочасного до тривалого. Вплив може позначатися в масштабах від глобального, регіонального до локального. У стандартах на продукцію важливо врахувати можливості таких впливів на НПС (рис. 6.5).

Проте методологія оцінювання екологічних аспектів життєвого циклу і надійного оцінювання складових може виявитися корисною для розробників стандартів на продукцію.

Визначення аспектів впливу продукції на НПС — складний процес. Спроба оцінити повний екологічний ефект впливу продукції на навколишнє середовище може змусити провести аналіз сукупності всіх стадій життєвого циклу продукції (дод. 1).

Попри складність такої процедури, всі фактори впливу продукції на навколишнє середовище мають розглядатися під час розроблення стандартів на продукцію. Вимоги, що передбачаються в стандартах на продукцію, повинні відображати визнану стратегію дій з охорони НПС, включаючи запобігання забрудненню, раціональному використанню ресурсів, обсяги потенційно можливого споживання.

Фактори впливу продукції на НПС мають бути збалансовані з іншими факторами, включаючи призначення продукції, технічні характеристики, безпеку, охорону здоров'я, ринкові можливості збуту і показники якості та чистоти продукції.

Обов'язково має бути передбачено перегляд стандартів задля їх вдосконалення, адаптації до змін клімату за допомогою нових знань.

Розробляючи стандарти на продукцію, важливо визначити, як продукція на різних стадіях її життєвого циклу може впливати на НПС.

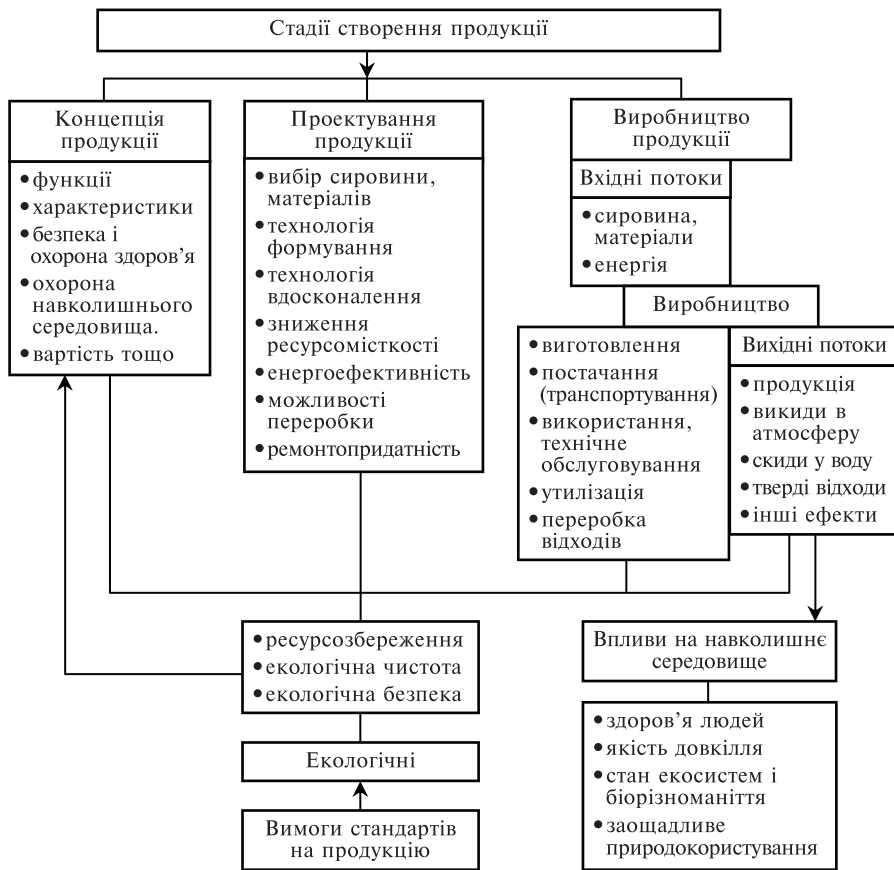


Рис. 6.5. Стандарти на продукцію з екологічними вимогами

Спеціальні вимоги в стандартах на продукцію визначають ті екологічні аспекти, що безпосередньо пов'язані з продукцією, яка є об'єктом стандартизації:

- витрати матеріалів і енергії, що враховуються разом із витратами на їх видобуток чи підготовку, проміжні виробничі процеси;
- тип і кількість відходів, що утворюються на всіх стадіях життєвого циклу;
- вхідні і вихідні потоки матеріалів і енергії, пов'язаних із транспортуванням, розподілом і використанням;
- варіанти компенсації витрат енергії, повторного використання бракованої продукції чи простоти демонтажу, відновлення і ремонту;

— варіанти утилізації продукції та пов'язаних із нею відходів.

Ефекти впливу продукції на НПС значною мірою визначаються вхідними і вихідними потоками, що існують на всіх стадіях життєвого циклу продукції, а також змінами витрат використовуваних матеріалів і енергії.

Вхідні матеріальні потоки, пов'язані з видобуванням сировини, виробництвом, транспортуванням, використанням, технічним обслуговуванням, повторним використанням продукції, можуть суттєво впливати на середовище. До таких негативних ефектів можна віднести прискорене виснаження відновлюваних і невідновлюваних ресурсів, погіршення використання землі, вплив небезпечних матеріалів на навколишнє середовище і здоров'я людини, викиди в повітря, скиди у водні об'єкти.

Вхідні потоки енергії існують у більшості стадій життєвого циклу продукції. Джерелами енергії можуть бути об'єкти паливного виробництва, АЕС, гідроелектростанції, геотермальні теплові джерела тощо. Кожне джерело енергії має власну сукупність впливів на НПС.

Вихідні потоки, крім власне продукції, поділяють на такі категорії: викиди в повітря, скиди у водні об'єкти, тверді відходи та ін.

6.4. Система європейської екологічної регламентації

У 2013 р. і було виконано Проект ЄС для України «Політика та право ЄС з питань, що стосуються довкілля» (European Union Policy and Legislation on Environmental Matters) з орієнтацією на екологічні положення Угоди про Асоціацію між Україною та ЄС [19]. У посібнику наведено загальну структуру управління у галузі охорони НПС на рівні ЄС із переліком базових інструментів різного ієрархічного та функціонального рівня: інституційного, ринкового, інформаційного тощо (табл. 6.1). Як бачимо, європейська інженерно-екологічна діяльність має здійснюватися в межах політичних, нормативно-правових регламентів, директив — загальноєвропейських та секторальних.

Таблиця 6.1

Загальна структура європейської системи екологічного управління з функціональними інструментами сприяння сталому розвитку

Політичний рівень	Інтеграційна політика, стратегія сталого розвитку ЄС
Міжнародний рівень	
Законодавчий рівень	Право ЄС (регламенти, директиви, рішення)
	Багатосторонні і двосторонні конвенції, угоди, протоколи

Закінчення табл. 6.1

Політичний рівень	Інтеграційна політика, стратегія сталого розвитку ЄС
Інструментальний рівень	EJONET (Європейська мережа інформації та спостереження за якістю НПС)
	Схема торгівлі викидами ЄС
	Фонди ЄС
	EMAS (Екологічний менеджмент та аудит, екомаркування ЄС)
Інституційний рівень	Європейська комісія
	Європейське агентство охорони навколишнього середовища.
Секторальний (галузевий) рівень	Інтегрована політика щодо продукції (ІРР)
	Еко АР (План дій з екоінновацій)
	Екомаркування
	Спільні секторальні політики (енергетична, транспортна, сільськогосподарська, хімічна (REACH) тощо
Національний рівень (держави-члени ЄС)	
Політичний рівень	Національні екологічні політики, стратегії, програми, проекти
Законодавчий рівень	Національні правові акти (директиви та національні положення). Документи впровадження, керівні принципи, методології
Інституційний рівень	Компетентні органи (міністерства, місцеві органи влади)
	Допоміжні установи (інспекції, агентства, інститути)
Галузевий (секторальний) рівень	Інтеграція національної екологічної політики в галузі сталого розвитку
	Інтегрована політика щодо продукції (ІРР)
	Міжнародні зобов'язання з питань клімату та адаптації до змін клімату
Інструментальний рівень	Адміністративно-контролюючі інструменти: вимоги, заборони, стандарти, граничні значення, дозволи, ліцензії, погодження
	Економічні та ринкові інструменти: наука, освіта, підприємництво, дослідження
	Інформаційні інструменти: моніторинг, оцінка, звітність, підвищення обізнаності громадськості
	Фінансові інструменти: пільги, субсидії, гранти
	Технологічні інструменти: трансфер ЕЧТ
	Інструменти оцінювання: ОВНС — оцінювання впливу на НПС; СЕО — стратегічне екологічне оцінювання; ОЖЦП — оцінювання життєвого циклу продукції; ОЕХ — оцінювання екологічних характеристик
	Інструменти участі: участь громадськості, зацікавлених сторін (бізнес-спільнота, неурядові організації)
	Добровільні інструменти: ISO 14000, EMAS, добровільні угоди, екомаркування, кодекси поведінки
	Інструменти стимулювання: екологічні податки, екологічні закупівлі
Функціональний рівень (реалізація)	Дозволи
	Правозастосування: інспекція, санкції, корегувальні заходи

Розглянемо окремі приклади європейських регламентів, що поширюються на інженерно-екологічну діяльність.

Інтегрована політика щодо продукції (ІРР). Має на меті поширення екологічно безпечних технологій на всі етапи життєвого циклу продукції (екологізація продукційних систем виробництва).

План дій з екоінновацій (ЕкоАР). Представлений Європейською Комісією в 2011 році як розвиток «Плану дій щодо розвитку технологій захисту довкілля (ЕТАР)», прийнятого у 2004 р. задля сприяння поширенню в Європі еко-інновацій. Завдяки ЕТАР сформувалася ринкова (підприємницька) екологічна галузь виробництва Європи. Цей спектр має річний обсяг у розмірі 227 млрд євро або майже 2,2 % від валового внутрішнього продукту ЄС, випереджаючи європейську аерокосмічну або фармацевтичну промисловість, та забезпечує робочі місця для 3,4 млн осіб. Найбільшого поширення екоінновації набули в сільсько-му виробництві, водному господарстві та харчовій промисловості.

Директива 2011/92/ЄС Європейського парламенту і Ради від 2011 р. про оцінку впливу окремих державних і приватних проектів на навколишнє середовище (ОВНС).

Ця Директива застосовується до оцінювання екологічних наслідків державних і приватних проектів, які ймовірно матимуть значний вплив на НПС, й охоплює такі питання:

- фактори, що підлягають оцінюванню (людей, екосистеми, матеріальні об'єкти, водні об'єкти, повітря, клімат тощо);
- проекти, що мають бути обов'язково оцінені;
- проекти, для яких слід визначити обов'язковість оцінювання;
- інформація про проект, яку замовник має надати компетентному органу (опис проекту, опис заходів для попередження, зменшення і, якщо можливо, усунення значних негативних наслідків, огляд основних альтернатив тощо);
- правила доступності інформації для громадськості;
- правила участі громадськості (консультації);
- правила надання або відмови у наданні дозволу.

Європейський регламент EMAS — система екологічного менеджменту і аудиту

У США, Японії, так само як і в ЄС, останнім часом дедалі більше простежується істотна залежність конкурентоспроможності компаній від їхньої екологічної політики.

Систему екоменеджменту й екоаудиту (EMAS) можна розглядати як приклад регулювання стану довкілля, коли відповідальність і

партнерство відіграють однакову роль в охороні довкілля як ринковий механізм екоменеджменту і екоаудиту, а не як інструмент адміністративно-командної системи. Ця система спрямована на добровільне й гнучке прискорення процесу поліпшення екологічних характеристик діяльності підприємств і, отже, узгодження діяльності підприємства з екологічними вимогами.

У Постанові Ради ССН 1836/93 (Європейський регламент з екологічного управління і аудиту) зазначено, що цілі та принципи екологічної політики в СС полягають, зокрема, в запобіганні забрудненню, зменшенні та максимальній ліквідації його, особливо в джерелах утворення, на основі принципу «винуватець забруднення платить», у забезпеченні ефективного управління ресурсами та у використанні чистої або чистішої технології, що сприяє самовідтворювальному розвитку суспільства. Із цього випливає відповідальність корпорацій, підприємств за розроблення та впровадження екологічної політики, цілей і програм, а також ефективних систем екоменеджменту з тим, щоб не лише дотримуватися вимог природоохоронного законодавства, а й обґрунтовано безперервно поліпшувати екологічні характеристики діяльності підприємства. Це, своєю чергою, вимагає розуміння працівниками корпоративних підприємств доцільності такої політики й підготовки їх до розроблення і впровадження таких систем.

Системи екоменеджменту мають охоплювати процедури екологічного аудитування для того, щоб допомогти керівникам підприємства кваліфіковано й об'єктивно оцінити ступінь дотримання чинного законодавства завдяки використанню системи екоменеджменту й ефективність цієї системи у провадженні екологічної політики підприємствами.

Оскільки інформування про екологічні аспекти діяльності є важливим елементом ефективного екоменеджменту і відповідає зростаючому інтересу населення до них, треба заохочувати компанії до підготовки та поширення періодичних екологічних заяв про фактичну екологічну ситуацію на їхніх промислових ділянках і про їхню екологічну політику, програми, цілі та системи екоменеджменту.

Зрозуміло, що об'єктивність висвітлення діяльності корпорації та довіра до неї зростатимуть тоді, коли її екологічна політика, програми, системи екоменеджменту та процедури екоаудиту перевіряються для підтвердження їх відповідності європейським вимогам, а екологічні заяви підтверджують акредитовані екологічні аудиторі (верифайери).

Розглянемо основні положення Регламенту (з врахуванням політики еко-інвестицій).

1. *Принципи екологічної політики інноваційного спрямування:*

— заохочення відповідальності за стан навколишнього середовища виробничого персоналу на всіх рівнях (те саме стосується всіх категорій і груп населення);

— оцінювання впливу на навколишнє середовище всіх видів діяльності, продукції і процесів (оцінювання життєвого циклу продукції їх інноваційності);

— оцінювання і моніторинг впливу на навколишнє середовище поточної діяльності, насамперед такої, що суттєво впливає на довкілля;

— проведення потрібних вимірювань щодо досконалості впровадження дій, спрямованих на запобігання процесу забруднення, зниження рівня забрудненості, зменшення кількості відходів і, де це можливо, спрямованих на припинення забруднення. Вимірювання мають урахувати прагнення до більшої екологічної чистоти технологій, їх інноваційності;

— проведення вимірювань, потрібних для запобігання аварійним викидам, марнотратству енергоресурсів;

— розроблення і застосування процедур моніторингу для перевірки відповідності діяльності підприємства проголошеній екологічній політиці;

— розроблення і реалізація процедур і відповідних дій у випадках, коли підприємство виявляє невідповідність його діяльності екологічній політиці, її меті, завданням;

— інноваційна кооперація з іншими компаніями, громадськими організаціями під час розроблення і реалізації процедур щодо компенсації шкідливих впливів аварійних викидів і скидів;

— роз'яснення громадянам змісту вимог екологічної політики підприємства, екологічних аспектів його діяльності;

— надання відповідних порад споживачам щодо екологічних аспектів використання й утилізації продукції;

— орієнтація на те, що сторонні контрагенти, які діють у межах однієї території, не заважатимуть втіленню в життя вимог і норм екологічної політики, підприємства застосовуватимуть аналогічні екологічні регламенти і стандарти.

2. *Обов'язкові складові екологічної політики, екологічних програм та екологічного аудиту екологічної інженерії:*

— оцінювання, контроль і зниження впливу на НПС діяльності компаній у різних секторах ринку;

— оцінювання стану інноваційності екополітики;

— управління витратами і збереженням ресурсів, раціональний вибір і оптимізація транспортування з елементами інноваційного менеджменту;

— управління витратами енергії, вибір джерел енергозабезпечення, енергозбереження;

— прагнення зменшити потік утворення відходів, налагодити їх переробку і повторне використання на життєвому циклі продукції;

— оцінювання, контроль і зниження рівня шуму;

— вибір нових виробничих процесів і екологічна модернізація наявних задля підвищення рівня екологічної чистоти;

— інноваційне планування нової продукції з урахуванням екологічності всіх стадій її життєвого циклу;

— урахування характеристик екологічності і практичної екологічної діяльності підрядників, субпідрядників і постачальників;

— запобігання й обмеження екологічних аварій;

— ліквідація наслідків екологічних аварій;

— забезпечення поінформованості персоналу з питань екологічної культури, екологічних аспектів діяльності, продукції, послуг;

— використання зовнішньої інформації з екологічних проблем.

Регламент вимагає визначення на всіх рівнях управління екологічних цілей і де це практично можливо — кількісної оцінки їх відповідності вимогам безперервного поліпшення характеристик екологічності в певних часових інтервалах.

3. Попередні дослідження та визначення цілей.

Екологічні програми і системи екологічного управління мають охоплювати всі види діяльності. Варто передбачати відповідальність за досягнення цілей з кожної функції управління, вказувати засоби, за допомогою яких можна досягти поставленої мети.

Регламент передбачає наявність інноваційних програм щодо проєктів нової або модифікованої продукції. Щодо послуг або процесів у таких програмах мають визначатися:

— еколого-інноваційній цілі;

— засоби досягнення цілей із застосуванням цифрових технологій;

— процедури для ділових контактів, що пов'язані зі зміною і модифікацією реалізації інноваційних проєктів;

— використання, за потреби, нормувальних механізмів, засобів активізації їхньої дієвості та оцінювання відповідності в конкретних ситуаціях.

Регламент вимагає також:

— розроблення механізму оцінювання екологічності, перегляду політики, цілей і програм для конкретного об'єкта;

— визначення і документування екологічної відповідальності, повноважень і взаємодії основного управлінського персоналу;

— визначення екологічності відповідальності й повноважень робітників, причетних до створення, впровадження, забезпечення функціонування системи екологічного управління;

— досягнення впевненості в тому, що персонал розуміє важливість вимог щодо системи екологічного управління та екологічної інженерії, оцінює екологічні аспекти своєї діяльності, розуміє свою роль і відповідальність і знає послідовність дій у разі порушення нормальної роботи;

— визначення потреб у навчанні, оновленні або поглибленні компетенцій та реалізації процесу оновлення професійних знань, компетенцій, навчання;

— розроблення і підтримання процедур одержання, документування і передавання інформації шляхом реалізації відповідних комунікацій (внутрішніх і зовнішніх) для заінтересованих сторін, що стосуються екологічних аспектів;

— дослідження, зокрема інженерні, екологічних ефектів і створення реєстру найбільш важливих із них;

— розроблення інформаційно-функціональних процедур щодо планування і контролю діяльності, а також процесів, що впливають або можуть впливати на навколишнє середовище;

— розроблення екологізованих робочих інструкцій, які визначають діяльність персоналу та інших осіб, котрі працюють на цілі компанії;

— розроблення екологічних вимог до процедур, виконуваних підрядниками, постачальниками, з урахуванням бажаної відповідності вимогам екологічної політики;

— забезпечення цифрового моніторингу і контролю відповідних екологічних характеристик процесів, пов'язаних із впливом на навколишнє середовище (викиди, скиди, відходи);

— забезпечення цифрового моніторингу всіх видів діяльності з реєстрацією і підтриманням у працездатному стані записів про досягнуті результати;

— виявлення і коригування невідповідностей екологічної політики цілям і стандартам;

— застосування контролю до свідчень про те, що запобіжні заходи ефективні, а зміни даних, що реєструються, свідчать про ефект коригувальних дій;

— розроблення електронної документації, що розкриває зміст політики, цілі і програми, вказує на основну роль і відповідальність персоналу, а також на взаємодію елементів системи екологічного управління;

— ведення електронних записів (протоколів) для демонстрації відповідності системи екологічного управління вимогам, що висуваються до неї, протоколювання змін у запланованих цілях екологічної політики;

— створення, впровадження і налагодження систематичної ревізії програм екологічного аудиту.

4. Електронна реєстрація екологічних ефектів:

— викиди і скиди в атмосферу, воду і ґрунт (контрольовані і неконтрольовані);

— перелік твердих та інших відходів, зокрема небезпечних;

— використання землі, споживання води, палива й енергії або інших природних ресурсів;

— вплив джерел шуму, пилу, вібрації, зміни, візуального вигляду об'єкта;

— специфічні впливи окремих дій на навколишнє середовище і екосистеми, виключаючи ефекти, що виникають унаслідок нормальних умов функціонування; відхилень від звичних умов функціонування; інцидентів, аварій, інших потенційно небезпечних ситуацій; результатів минулої, поточної й майбутньої діяльності.

5. Проведення екологічного аудиту.

Регламент вимагає організації і проведення систематичного аналізу екологічного управління за допомогою періодичного екоаудиту, який з'ясує:

— чи функціонує система екологічного управління відповідно до екологічної програми і наскільки ефективно її впровадження;

— наскільки ефективно система екологічного управління реалізує екологічну політику.

Аудит проводять на конкретних об'єктах. Аудити можуть проводити власні (корпоративні) аудитори або зовнішні, котрі працюють за запрошеннями компанії. Аудит здійснюють за обов'язковими складовими екологічної політики, відображеними в програмах системи екологічного управління.

На підставі висновків і рекомендацій екоаудиту вище керівництво корегує цілі, орієнтуючись на безперервне поліпшення характеристик екологічності.

6. Екологічна декларація.

Компанія (корпорація), керуючись даними проведеного екоаудиту, має підготувати екологічну декларацію (*environmental statement*). Ця декларація має форму екологічної заяви, підготовленої компанією, у якій наводять характеристики екологічності об'єкта, його діяльності, що потім засвідчує спеціальна перевірка. Екологічну декларацію доводять до відома громадськості.

7. Верифікація і підтвердження.

Компанія зобов'язана проводити обстеження своєї системи екологічного управління за допомогою зовнішнього акредитованого аудитора, який перевіряє:

— чи розроблено екологічну політику і наскільки вона відповідає вимогам Регламенту;

— чи створено систему екологічного управління, як вона функціонує і чи відповідає вимогам Регламенту;

— наскільки екологічний аудит і екологічні аналізи відповідають вимогам Регламенту;

— наскільки адекватно декларація відображує всі важливі екологічні аспекти.

Якщо всі відповіді на ці питання будуть позитивними, то декларація вважається підтвердженою.

8. Органи сертифікації систем екоуправління.

Сертифікація чинних систем екологічного управління — це засіб засвідчення того, що сертифікована система відповідає стандартним вимогам. На підтвердження цього видають сертифікат на систему екологічного управління.

У сертифікаті зазначають:

— найменування й адресу підприємства;

— галузь поширення, посилання на ISO 14001 (ДСТУ), ISO 19011 (ДСТУ), інші нормативні документи, відповідно до яких сертифіковано систему екологічного управління; види здійснюваних технологічних процесів; вимоги стандартів, якщо такі є, до продукції, а також інших нормативних документів, згідно з якими здійснюються технологічні процеси; дату видачі і термін дії сертифіката.

6.5. Регламентація екологічної відповідальності

Екологічну відповідальність із правопорушення в галузі природокористування, охорони НПС, екологічної безпеки регламентує Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», інші закони України, міжнародні зобов'язання.

Порушення законодавства України про охорону НПС тягне та собою встановлену цим законом та іншими законодавчими актами України дисциплінарну, адміністративну, цивільну і кримінальну відповідальність.

Відповідальність за порушення законодавства про охорону НПС несуть особи, винні:

- а) у порушенні прав громадян на екологічно безпечне НПС;
- б) у порушенні норм екологічної безпеки;
- в) у порушенні вимог законодавства України при проведенні екологічної експертизи, в тому числі надання свідомо неправдивого експертного висновку;
- г) у невиконанні вимог державної екологічної експертизи;
- д) у фінансуванні, будівництві і впровадженні у виробництво нових технологій і устаткування без позитивного висновку державної екологічної експертизи;
- е) у порушенні екологічних вимог при проектуванні, розміщенні, будівництві, реконструкції, введенні в дію, експлуатації та ліквідації підприємств, споруд, пересувних засобів та інших об'єктів;
- ж) у допущенні наднормативних, аварійних і залпових викидів і скидів забруднювальних речовин та інших шкідливих впливів на навколишнє природне середовище;
- з) у перевищенні лімітів та порушенні інших вимог використання природних ресурсів;
- и) у самовільному використанні природних ресурсів;
- і) у порушенні строків внесення платежів за використання природних ресурсів та забруднення НПС;
- ї) у невжитті заходів щодо попередження та ліквідації екологічних наслідків аварій та іншого шкідливого впливу на НПС;
- к) у невиконанні розпоряджень органів, які здійснюють державний контроль у галузі охорони НПС та вчинення опору їх представникам;
- л) у порушенні природоохоронних вимог при зберіганні, транспортуванні, використанні, знешкодженні та захороненні хімічних засобів захисту рослин, мінеральних добрив, токсичних та радіоактивних речовин, виробничих, побутових та інших видів відходів;
- м) у невиконанні вимог охорони територій та об'єктів природно-заповідного фонду та інших територій, що підлягають особливій охороні, видів тварин і рослин, занесених до Червоної книги України;
- н) у відмові від надання своєчасної, повної та достовірної інформації про стан НПС, а також про джерела забруднення, у приховуванні

або фальсифікації відомостей про екологічний стан чи захворюваність населення;

о) у приниженні честі й гідності працівників, які здійснюють контроль у галузі охорони НПС, посяганні на їх життя і здоров'я.

Законодавством України може бути встановлено відповідальність і за інші порушення законодавства про охорону НПС.

Підприємства, установи, організації та громадяни зобов'язані відшкодовувати шкоду, заподіяну ними внаслідок порушення законодавства про охорону НПС, в порядку та розмірах, установлених законодавством України.

Класифікацію видів екологічних правопорушень залежно від характеру і ступеня екологічної небезпеки, об'єкта, предмета посягання та інших ознак наведено на рис. 6.6.

Компетентність. Рекомендований перелік правових складових спеціалізованих професійних компетенцій за напрямом «Інженерна екологія»:

1. Знання основ національного та європейського екологічного законодавства щодо охорони природи та природокористування.
2. Розуміння цілісності європейських та національних правових і регулятивних засад інженерно-екологічної діяльності у контексті Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, а також чинного національного законодавства.
3. Системне уявлення щодо цілісності технічної та екологічної регламентації інженерно-екологічного забезпечення функціонування виробництва.
4. Розуміння та здатність концептуального представлення системи інженерно-екологічного гарантування безпечного функціонування технічних систем (антропогенних) у НПС.
5. Знання системи екологічних обмежень суспільного виробництва, здатність побудови аналогових моделей екологічних обмежень конкретної інженерно-технічної діяльності.
6. Розуміння синергетичних взаємозв'язків між проектною інженерною та екологічною діяльністю щодо збереження НПС та природного потенціалу життєдіяльності; здатність оцінити соціальні екологічні наслідки інженерно-проектної діяльності.
7. Знання системи нормування екологічних обмежень інженерно-проектної діяльності; розуміння інженерної сутності ГДК шкідливих агентів антропогенних систем (чистота технологічних процесів).

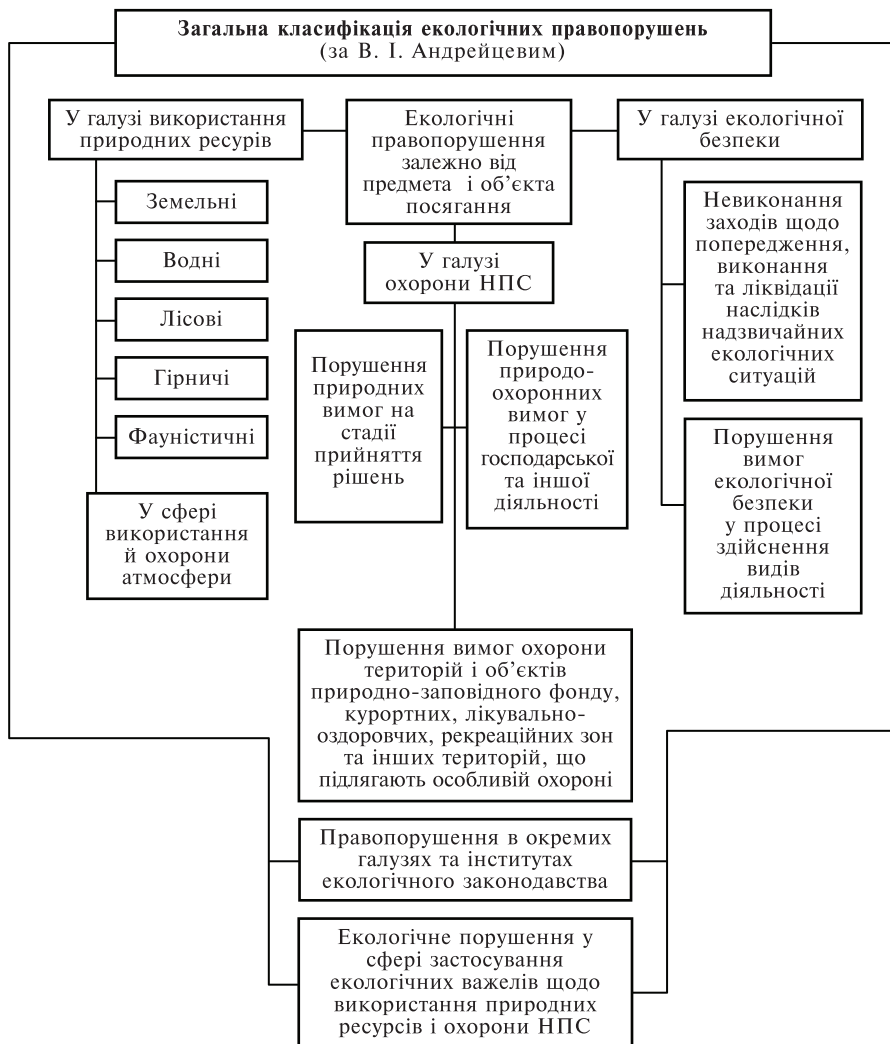
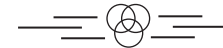


Рис. 6.6. Загальна класифікація видів екологічних правопорушень

11. Здатність оцінювати вплив інженерно-проектних рішень на НПС.
12. Знання екологічних обмежень у стандартах на продукцію; здатність їх застосовувати при розробці технічних регламентів.
13. Загальні знання європейської екологічної регламентації інженерно-технічної діяльності, знання інженерних аспектів екологічної декларації.
14. Знання національної екологічної регламентації професійної інженерно-технічної діяльності; здатність здійснювати адекватно професійну діяльність.
15. Знання та здатність додержуватися норм екологічної відповідальності в професійній діяльності.



8. Знання методології оцінювання впливу інженерного проектування на навколишнє середовище.
9. Знання нормативної бази ОВНС; здатність втілювати нормативні положення в професійній діяльності.
10. Знання алгоритму проведення ОВНС, здатність його використовувати на проектній стадії професійної діяльності.

Розділ 7

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ІНЖЕНЕРНО-ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ПРИНЦИПАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

7.1. Поняттєві основи компетентного підходу в контексті принципів сприяння сталому розвитку суспільства

Державна політика у вищій школі має ґрунтуватися, згідно із Законом України «Про вищу освіту», на принципах «сприяння сталому розвитку суспільства шляхом підготовки конкурентоспроможного людського капіталу та створення умов для освіти протягом життя» [2]. Цей ключовий принцип має реалізовуватися через сучасну, європейську міждисциплінарну методологію компетентного підходу, як це визначено в Законі України «Про вищу освіту», «сукупності компетентностей», якості освіти як «рівень здобутих компетентностей», результатів навчання як «сукупність компетентностей, набутих особою у процесі навчання» [2]. Перелік компетентностей випускника має визначатися в освітніх програмах відповідно до вимог стандарту вищої школи. Отже, для кожного засобу вищої освіти (ЗВО) має бути розроблена своя методологія компетентного підходу на принципах сприяння сталому розвитку.

Така методологія має бути міждисциплінарною або синергетичною і спрямованою на формування фахівців інноваційної формації.

Згідно із Законом України «Про вищу освіту», компетентність — це динамічна комбінація знань, умінь і практичних навичок, способів мислення, професійних, світоглядних і громадських якостей, морально-етичних цінностей, яка визначає здатність особи успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність і є результатом навчання на певному рівні вищої освіти [2].

Поняттєві основи компетентного підходу у вищій освіті складаються також із понять «компетенції», «ключові компетенції», «професійні компетенції», «інтегрована» або «комплексна компетентність», «рівні компетентності/компетенцій», «моделі компетентності» тощо.

Згідно з методичними рекомендаціями МОН України з розроблення складових галузевих стандартів вищої освіти (компетентнісний підхід), компетенція — це предметна галузь, що «включає знання й ро-

зуміння (теоретичні знання академічної області, здатність знати й розуміти), знання, як діяти (практичне й оперативне застосування знань до конкретних ситуацій), знання, як бути (цінності як невід'ємна частина способу сприйняття й життя з іншими в соціальному контексті; предметна область, у якій індивід добре обізнаний і в якій він проявляє готовність до виконання діяльності» [36].

Компетентність у методичних рекомендаціях МОН України розглядається як інтегрована характеристика (стосовно компетенції) якостей особистості, результат підготовки випускника ЗВО для виконання діяльності в певних професійних та соціально-особистих галузях, який визначається необхідним обсягом і рівнем знань та досвіду у певному виді діяльності.

Нова парадигма дуальної (синергетичної) вищої освіти потребує оновлення, розвитку методології компетентного підходу на принципах освіти для сталого розвитку [10].

Ключовим є принцип синергізму (спільної дії, взаємодії) процесів базового університетського навчання та сумісного навчання і виробничої професійної діяльності, результатом якого (синергізму) має стати інтегрована базова компетентність особи за обраним фахом як динамічна цілісність «знанневих» та професійно-діяльнісних, а також ключових адаптаційних компетенцій (рис. 7.1).

Професійні компетенції (загально-професійні) та спеціалізовано-професійні, згідно з методичними рекомендаціями МОН України, визначаються вимогами галузевих професійних стандартів з певної професії в разі її відсутності експертним шляхом роботодавцями, відповідальними за розроблення професійних стандартів.

Ключові компетенції підтримуються певними, зокрема адаптованими до соціального, професійного середовищ, здібностями системного мислення, синергетичного бачення проблеми, критичного мислення, креативностями, грамотності, європейського виміру, активної життєвої позиції. Так, Єврокомісія визначає вісім загальних ключових компетенцій: компетенції в галузях рідної та іноземної мов, культурна компетенція; міжособистісна, міжкультурна та соціальна компетенція; компетенції математична, фундаментальна природничо-наукова та технічна; комп'ютерна компетенція; компетенція самонавчання. Ці компетенції сприяють розвитку особистого інтелектуального потенціалу, здатності адекватно та грамотно адаптуватися до змін в середовищі. Узагальнювальний порівняльний аналіз поняттєвих основ компетентності наведено в табл. 7.1.

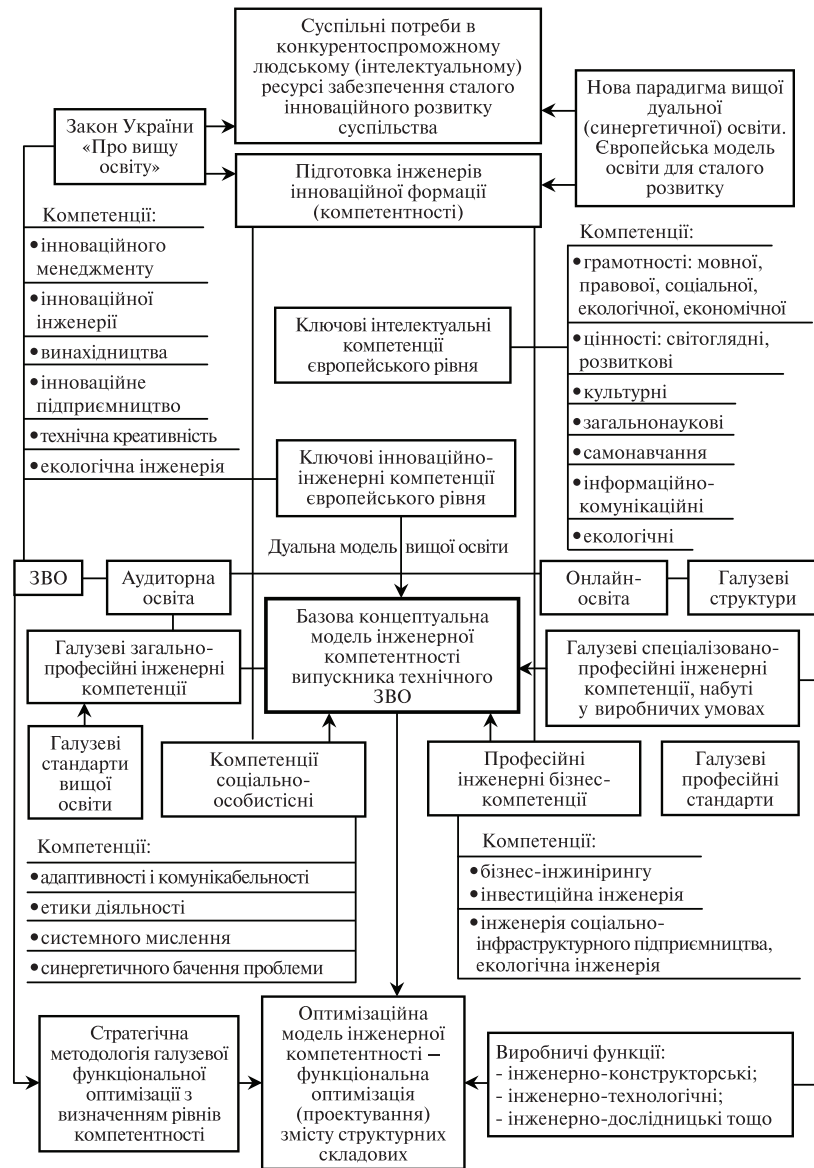


Рис. 7.1. Загальна концептуально-оптимізаційна модель інженерної компетентності випускника технічного ЗВО бакалаврського рівня вищої дуальної освіти як системно-синергетична вихідна умова проектування цільової моделі інженерної компетентності

Таблиця 7.1
Порівняльний аналіз поняттєвих основ компетентності як складної багатоаспектної синергетичної характеристики освіченості, всебічної грамотності, професіоналізму особи фахівця

Офіційні джерела	Офіційна термінологія, визначення, поняття	Авторські коментарі, тлумачення
Закон України «Про вищу освіту» №1556-VII, м. Київ, 2014 р.	Компетентність — динамічна комбінація знань, вмінь і практичних навичок; способів мислення; професійних, світоглядних і громадських якостей; морально-етичних цінностей, яка визначає здатність особи успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність і є результатом навчання на певному рівні вищої освіти	Компетентність — це не просто динамічна комбінація визначених компонентів, складових компетентцій. Це їх синергетична взаємодія, спеціальна дія, взаємозв'язок та взаємодоповнення. Тобто «синергетична цілісність системи знань, умінь і практичних навичок... що знаходиться у стані динамічної урівноваженості та самопідтримуваного розвитку та яка визначає... Компетентність — це інтегральна характеристика освіченості, грамотності, професійної зрілості особистості на певному етапі її освітньої та професійної діяльності
Міжнародний стандарт ISO 19011:2002, IDT Національний стандарт України ДСТУ ISO 19011:2003 «Настанови щодо здійснення аудиту систем управління якістю і (або) екологічного управління»	Стандартна модель професійної компетентності (на прикладі аудиторів систем управління якістю та екологічного управління, див. нижче)наведену структурну стандартну модель):	Це концептуальна модель інтегрованої (синергетичної) професійної компетентності аудитора як системне явлення, розуміння, синергетичної складності інтегрованої компетентності; як початковий етап її формування

Дивись рисунок на наступному рядку



<p>Офіційні джерела Міжнародний стандарт ISO 19011:2002, IDT Національний стандарт України ДСТУ ISO 19011:2003 «Настанови щодо здійснення аудитів систем управління якістю і (або) екологічного управління»</p>	<p>Офіційна термінологія, визначення, поняття</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Професійна компетентність</p> <p>Стандартні вимоги</p> <table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr> <td>Освіта</td> <td>Досвід роботи</td> <td>Аудиторська підготовленість</td> <td>Досвід проведення аудитів</td> </tr> </table> <p>Стандартні вимоги до особистих якостей</p> </div> <p>Компетентність аудитора базується на доведенні особистих якостей та здатності застосовувати знання та вміння (загальні й специфічні), отримані завдяки освіті, досвіду роботи, аудиторської спеціальної підготовленості і досвіду проведення аудитів. Аудитор набуває, підтримує, підтверджує і поліпшує свою компетентність постійним підвищенням кваліфікації і регулярною участю в аудитах Методологічною основою аудиторської діяльності є методологія системного та процесного підходів за наявності розвинутого особистого системного мислення, розуміння конкретних ситуацій</p>	Освіта	Досвід роботи	Аудиторська підготовленість	Досвід проведення аудитів	<p>Авторські коментарі, тлумачення Це концептуальна модель інтегрованої (синергетичної) професійної компетентності аудитора як системне уявлення, розуміння, синергетичної складності інтегрованої компетентності; як початковий етап її формування</p>
Освіта	Досвід роботи	Аудиторська підготовленість	Досвід проведення аудитів			

<p>Офіційні джерела Міжнародна комісія Ради Європи з освіти XXI століття</p>	<p>Офіційна термінологія, визначення, поняття</p> <p>Розглядає поняття компетентності як загальні або ключові базові вміння, фундаментальні шляхи навчання, ключові кваліфікації, уявлення, опори або опорні знання, навчальні вміння або навички» Компетентності, на думку експертів Ради Європи, передбачають: — спроможність особистості сприймати та відповідати індивідуальним та соціальним потребам; — комплекс ставлень, цінностей, знань і навичок</p>	<p>Авторські коментарі, тлумачення Визначено «чотири стовпи», на яких ґрунтується освіта: «навчитися пізнавати, навчитися працювати, навчитися жити разом, навчитися жити». Визначено основні глобальні компетентності, одна з яких спонукає навчитися працювати задля того, щоб набути не тільки професійну кваліфікацію, але й компетентність у більш широкому сенсі, що дає можливість упорядкувати різноманітність ситуацій</p>
	<p>Компетентність визначається як спроможність кваліфіковано здійснювати діяльність, виконувати завдання або роботу; набір знань, навичок та відношень, що дають змогу особистості ефективно здійснювати діяльність або виконувати певні функції, що підлягають досягненню певних стандартів у галузі професії або виду діяльності</p>	
	<p>Компетентний (від лат. competens /competentis) — відповідний, здатний: — який має достатні знання в якій-небудь галузі; з чимось добре обізнаний, тямущий, який ґрунтується на знанні; кваліфікований; — який має певні повноваження; повноважений, повновладний</p>	
	<p>Синергізм компетентнісного підходу — спільна дія, взаємодія, взаємодоповнення на принципах механізмів самоорганізації, самовдосконалення та саморозвитку системних складових, профільних компетенцій інтегрованої компетентності фахівця. Парадигма самоорганізації, саморегулювання ґрунтується на сучасній синергетичній методології кооперування спільної дії, взаємодії складноорганізованих систем</p>	<p>Ознаки синергізму компетентнісного підходу містяться у наведених понятійних варіантах: інтегрована характеристика динамічна комбінація, сукупність якостей, комплекс знань, навичок, спільна дія здатностей</p>

<p>Офіційні джерела</p> <p>Методичні рекомендації з розроблення складових галузевих стандартів вищої освіти (компетентнісний підхід) МОНУ. Інститут інноваційних технологій і змісту освіти. Київ, 2013</p>	<p>Офіційна термінологія, визначення, поняття</p> <p>Компетентність – інтегрована характеристика якостей особистості; результат підготовки випускника вузу для виконання діяльності в певних професійних та соціально-особистісних предметних областях (компетенціях), який визначається необхідним обсягом і рівнем знань та досвіду у певному виді діяльності.</p> <p>Для цілей Національної рамки кваліфікації термін «Кваліфікація» вживається у такому значенні: компетентність/компетентності — здатність особи до виконання певного виду діяльності, що виражається через знання, розуміння, уміння, цінності, інші особисті якості.</p> <p>Компетенція — включає знання й розуміння (теоретичні знання академічної області, здатність знати й розуміти), знання як діяти (практичне й оперативне застосування знань до конкретних ситуацій), знання як бути (цінності як невід’ємна частина способу сприйняття й життя з іншими в соціальному контексті). Предметна область у якій індивід добре обізнаний і в якій він проявляє готовність до виконання діяльності.</p> <p>У контексті якості вищої освіти — сукупність якостей особи з вищою освітою, що відображає її професійну компетентність, ціннісну орієнтацію, соціальну спрямованість і обумовлює здатність задовольняти як особисті духовні і матеріальні потреби, так і потреби суспільства.</p> <p>Професійні компетенції — загальнопрофесійні (КЗП) та спеціалізовано-професійні (КСП) можуть мати загальний характер, призначений професіоналу, фахівцю або певному класу (підкласу, групі) професій, а також визначаються вимогами конкретних професійних стандартів з певної професії або (в разі їх відсутності) експертним шляхом роботодавцями, відповідальними за розроблення зазначених професійних стандартів</p>	<p>Авторські коментарі, тлумачення</p> <p>Компетентнісний підхід повинен мати свої галузеві методології застосування для розроблення галузевих стандартів вищої освіти. Методологічну основу компетентнісного підходу мають складати методи концептуального моделювання або системного представлення цільової структури компетентності, функціональних-структурного моделювання процесів, рівнів формування компетентності, функціонально-змістовних блоків професійних компетентцій.</p> <p>Таке визначення міститься в європейському проєкті TUNING</p>
---	---	---

<p>Офіційні джерела</p> <p>Єврокомісія : Рекомендація Болонської групи щодо застосування компетентнісного підходу до розробки стандартів освіти</p>	<p>Офіційна термінологія, визначення, поняття</p> <p>У формуванні компетентній вирішальну роль відіграє не тільки зміст освіти, але також і освітнє середовище , організація освітнього процесу, освітні технології, самоосвіта.</p> <p>Виділяється вісім ключових компетентій як складових інтегральної: компетенція в галузі рідної мови, компетенція в галузі іноземних мов, математична та фундаментальна, природничо-наукова та технічна компетенції, комп’ютерна компетенція, навчальна компетенція; міжособистісна, міжкультурна та соціальна компетенції, а також громадянська компетенція; підприємницька компетенція; культурна компетенція.</p> <p>Ці компетенції підтримуються певними здатностями, такими як критичне мислення, креативність, «європейський вимір» і активна життєва позиція. Спільно (синергетично) ці здатності сприяють розвитку особистості</p>	<p>Авторські коментарі, тлумачення</p> <p>Наведений склад ключових компетентцій (вісім) міститься в Методичних рекомендаціях з розроблення складових галузевих стандартів вищої освіти із застосуванням компетентнісного підходу (МОН України).</p> <p>У систематизованому поданні ключові компетентності «європейської людини» виглядають наступним чином:</p> <ul style="list-style-type: none"> — фундаментальні базові компетентності: мовні, математичні, науково-природничі, комп’ютерні компетентції; — функціонально-діяльнісні: підприємницькі, професійні, технічні; — розвиткові: навчальна, культурна, етична компетенція; — адаптивні: соціальна, екологічна, міжособистісна, міжкультурна, громадянська компетентції
<p>Компетенція та науково-методичні рекомендації з формування професійно-практичної компетентності фахівців з управління підприємств з використанням агроферми. Угоджено Департаментом вищої освіти МОН, 2004 р.</p>	<p>Офіційна термінологія, визначення, поняття</p> <p>В 2011 році прийнято Закон України «Про державну службу», яким введено поняття «рівень, профіль професійної компетентності у сфері державного управління». Це потребує розробки відповідної методології, професійного компетентнісного підходу, зокрема для виконання державних екологічних функцій: базових, професійних, галузевих.</p> <p>Розроблено у схематичному представленні структурну модель формування професійно-практичної компетентності майбутніх екологів та фахівців з управління природокористуванням. Структурна модель включає цільовий (мету і завдання); змістовий (зміст, принципи і функції професійної підготовки); методичний (методи, засоби і форми навчання); оцінний (критерії оцінювання); мотиваційний, когнитивний, особистісно-діяльнісний, та рівні сформованості професійної компетентності: високий, середній, достатній; результативний блок</p>	

Сучасне професійне, соціальне та ринкове середовище висуває особливі вимоги до формування особливостей професійних якостей, здібностей у складі інтегрованої компетентності фахівця з вигодою освіти, а саме:

- синергетичне бачення проблем;
- системне мислення та аналітичні здібності;
- креативність, інноваційність професіоналізму;
- здатність до самовдосконалення інтелекту;
- здатність до саморозвитку екологічної свідомості, культури;
- здатність до неперервного становлення знань, компетенцій;
- стратегічне бачення наслідків професійної діяльності.

Вища освіта на те вона й вища, щоб формувати вищі якості, компетентності випускника ЗВО, зокрема технічного, основи яких мають закладатися на рівні середньої освіти.

7.2. Методологічний підхід до формування моделей синергетичної інженерно-екологічної компетентності

За аналогову модель методологічного підходу може бути прийнята стандартизована синергетична модель екологічного аудитора, наведена в національному стандарті України «Настанови щодо здійснення аудитів систем управління якістю і (або) екологічного управління» [13]. Він відповідає (практично переклад з англійської мови) міжнародному стандарту ISO 19011:2002, IDT. Синергізм такої моделі полягає у міждисциплінарному поєднанні системи знань та вмінь, компетенцій щодо екологічного управління та управління якістю та визначення загальних, інтегрованих для синергетичної компетентності систем знань і вмінь (компетенцій), а також специфічних або спеціалізованих компетенцій для аудиторів конкретної спеціалізації (табл. 7.1). Наприклад, спільний (загальний) методологічний підхід — це системний підхід для аудиторів конкретної спеціалізації, який реалізується у загальному алгоритмі здійснення аудитів: системна послідовність, функціональна ідентичність, здійснення планування і організація аудиторського процесу на спільних управлінських функціональних принципах тощо.

На рис. 7.2 зображено аналогову модель інженерно-екологічної компетентності випускника технічного ЗВО, синергізм якої визначається спільнодією принципів сталого розвитку як для технічної сфери діяльності, так і екологічної; спільним поширенням методологій системного та синергетичного підходів (як в інженерній, так і в екологічній діяльності); синергетичним взаємозв'язком інженерних (технічних) та

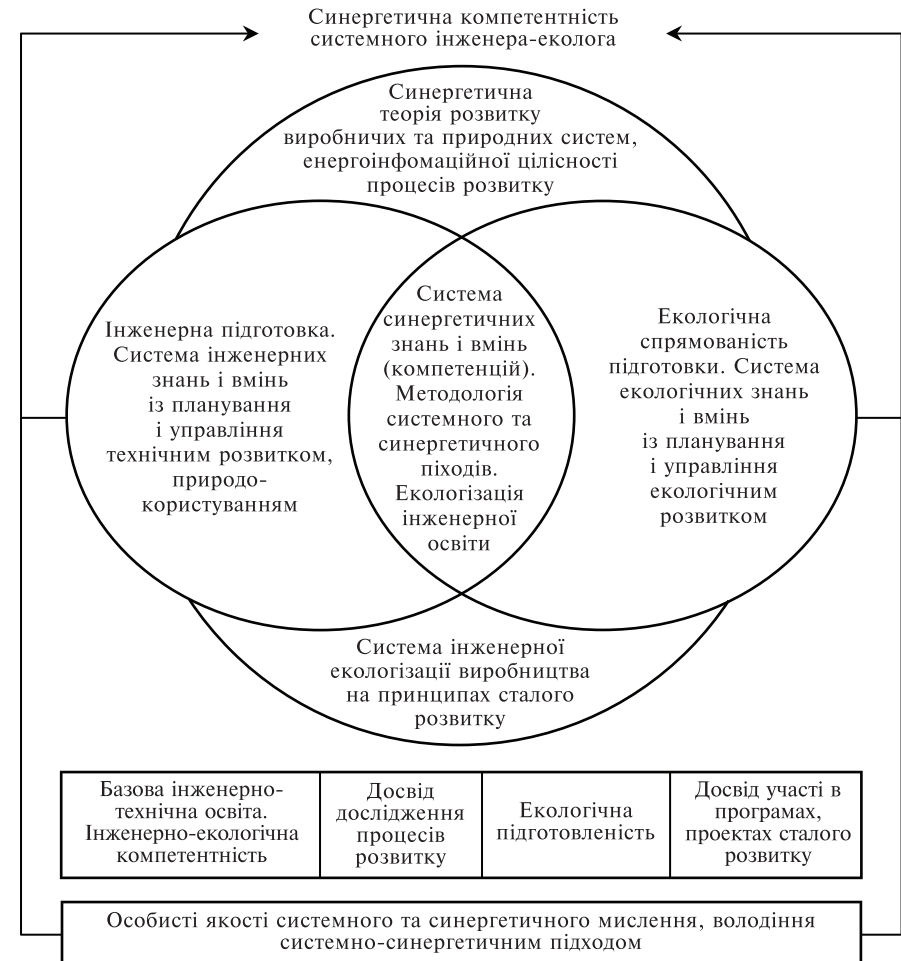


Рис. 7.2. Концептуальна модель компетентності системного інженера-еколога, що відповідає міжнародному (національному) стандарту ISO 19011:2002, IDT (ДСТУ ISO)

екологічних систем, який ґрунтується на загальних синергетичних законах гомеостазу (стійкої динамічної рівноваги), метаболізму (речовинно-інформаційного обміну систем із зовнішнім середовищем) та ентропії (розсіювання енергії) та дисипацією енергії (витрат енергії).

Явище колективної взаємодії окремих підсистем з утворенням нового синергетичного системного цілого є основою процесів самоорганізації як природних, так і виробничих систем. Загальні синергетичні

закони самоорганізації розвитку систем розкрито в «Фундаментальних основах розвитку» Л. Г. Мельника [38]. Він стверджує, що креативність або інноваційність є рушієм трансформації, розвитку як антропогенних, так і природних систем, теоретичною синергетичною основою яких стала нелінійна термодинаміка, що вивчає процеси, які відбуваються в нелінійних нерівноважних системах під впливом флуктуацій.

Концептуальна синергетична модель системного інженера-еколога, який отримав базову профільну інженерно-технічну освіту та набув спеціалізовані інженерно-екологічні компетенції у процесі навчання (самонавчання, друга освіта), є методологічною основою для формування та оптимізації професійної інженерної компетентності у сфері сприяння сталому розвитку інженерної діяльності конкретної галузевої сфери. На рис. 7.3 наведено загальну модель базових систем знань для проектування синергетичної моделі інженерно-екологічної компетентності, орієнтованих на сприяння сталому розвитку галузей економіки (законодавча вимога).

Синергетична методологія сталого розвитку поширюється і на освіту, орієнтовану на сталий інноваційний розвиток, яка має такі ознаки синергізму:

— синергізм процесів навчання і розвитку: згідно стратегії ЄЕК ООН з освіти для сталого розвитку, розвиток слід розуміти як неперервний процес навчання, а навчання — як розвиток інтелекту, формування життєвих позицій і цінностей, неперервне оновлення, поглиблення компетентностей (професійних, соціальних, інформаційних тощо);

— синергізм, взаємодоповнення систем формальної та неформальної освіти, самоосвіти [10];

— синергізм інтегрованого (комплексного) компетентнісного підходу як міждисциплінарної або багатодисциплінарної цілісності базових та профільних компетенцій, їх інтегральний характер стосовно понять «знання», «уміння», «навички» [46].

Синергізму сталого розвитку як збалансованої інтеграції його економічних, технологічних, соціальних, екологічних, культурних потенціалів із досягненням синергетичного ефекту сталості «розумного» економічного зростання, соціального добробуту та екологічної стійкості, якості природного середовища для сучасних і прийдешніх поколінь, має відповідати синергетична модель інноваційної інженерно-екологічної компетентності сучасного фахівця інноваційної формації [46].

Проектування синергетичної моделі галузевої інноваційної компетентності потребує проведення складних міждисциплінарних до-



Рис. 7.3. Концептуальна модель базових систем знань для проектування синергетичної моделі інженерно-екологічної компетентності

сліджень структури, змісту моделей компетентності за участю роботодавців. У навчальному посібнику «Синергетична педагогіка» (автори В. М. Ісаєнко та інші) розглядаються синергетичні основи компетентнісного підходу та наводиться система базових синергетичних знань у сфері сталого розвитку [29]. У додатку 7 цього підручника наведено приклад проектування інтегрованої компетентності дизайнера.

Із позицій освітньо-компетентнісного підходу, компетентність — це інтегрована характеристика результату підготовки випускника ЗВО для здійснення діяльності в певних професійних та соціально-особистісних предметних областях (компетенціях), який визначається потрібним обсягом і рівнем знань та досвіду у певному виді діяльності [2]. Компетенції — структурні складові синергетичної моделі компетентності, які характеризують знання і розуміння (теоретичні знання академічної області, здатність знати, навчатися, розуміти), знання, як діяти (практичне застосування знань до конкретних ситуацій), знання, як бути (цінності як невід’ємна частина способу сприйняття й життя з іншими в соціоприродному контексті); предметна область, у якій особистість добре обізнана і в якій вона проявляє готовність до діяльності. Орієнтація компетенцій на сприяння сталому розвитку суспільства висуває спеціальні вимоги до фундаментальної частини змісту навчання — системи знань щодо об’єктивних законів гармонійного, сталого розвитку людства й природи, методології спільної діяльності (синергетичної), засобів та стратегій досягнення синергізму неперервного навчання і розвитку, особистих та суспільних інтересів тощо. Такі синергетичні компетенції у межах світоглядного, культурного та екологічного імперативів із пріоритетом принципів сталого розвитку суспільства повинні забезпечувати спроможність особи розуміти і сприяти досягненню цілей сталого розвитку як галузі своєї життєдіяльності (економічної, технологічної, інфраструктурної, корпоративної тощо), так і суспільства в цілому; визначати, узгоджувати технологію формування індивідуальної діяльності та забезпечувати її безпечність та ефективність у взаємозв’язку з суміжними галузями діяльності [6].

7.3. Проектування моделі синергетичної інженерно-екологічної компетентності випускника технічного ЗВО

У статті С. Чирчика «Оптимізаційна модель «Інтеграл компетентності дизайнера» розглядаються фрагменти процесу формування та моделювання інтегрованої компетентності майбутніх дизайнерів із посиланням на методичні рекомендації МОН України з

розроблення складових галузевих стандартів вищої освіти (компетентнісний підхід)¹ (див. дод. 7). Слід зауважити, що як стаття, так і методичні рекомендації не мають методологічної спрямованості на принципи, моделі сталого розвитку.

Методологічні рекомендації МОН складаються з трьох загальних базових блоків: загально-наукового, інструментально-наукового, соціально-особистого. Для приведення у відповідність із принципами Європейської стратегії з освіти для сталого розвитку, тобто синергетичної цілісності процесів навчання і розвитку, має бути додано до трьох блоків четвертий — розвитковий (сталого розвитку). Слід також актуалізувати всі базові блоки ключових компетенцій на засадах оновленої парадигми сталого розвитку XXI ст. з орієнтацією на інтелектуальну та інноваційну спрямованість.

Нові глобальні інноваційні імперативи, зокрема четвертої промислової революції, суттєво змінять суспільний попит у рамках кожної галузі на фахівців з вищою освітою. На думку Клауса Шваба, зростатиме попит на когнітивні (синергетичні), системні здібності, здібності до вирішення складних проблем; створення концепту передбачення; управління ресурсами, зокрема інформаційними та цифровими [31].

Згідно методичних рекомендацій МОН України², загальна структура компетентності випускника ЗВО має складатися із блоків компетенцій загальнонаукових, соціально-особистісних та інструментальних. Із урахуванням законодавчих вимог щодо орієнтації на сприяння сталому розвитку суспільства слід додати ще розвиткові компетенції. Окремо формуються блоки професійних компетенцій відповідно до професійної діяльності та освітньо-професійного рівня — це загальнопрофесійні компетенції та спеціалізовано-професійні компетенції (КСП), які визначаються вимогами галузевих професійних стандартів та передбачуваним суспільним попитом або (в разі їх відсутності) експертним шляхом за пропозиціями відповідних комплексних груп на основі європейських аналогів та кваліфікаційною характеристикою професій працівника [36].

Європейська комісія виокремлює вісім ключових компетенцій, якими повинен володіти кожний європеєць:

- компетенція в галузі рідної мови;
- компетенція в галузі іноземної мови;

¹ Чирчик С. Оптимізаційна модель «Інтеграл компетентності дизайнера». Вища шк. — 2014. — 2 (116). — С. 59–95.

² Методичні рекомендації з розроблення складових галузевих стандартів вищої освіти (компетентнісний підхід). URL : <http://iitzo.gov.ua>.

- математична та фундаментальна природничо-наукова та технічна компетенції;
- комп'ютерна компетенція;
- навчальна компетенція (здатність навчитися протягом життя);
- компетенція підприємництва (інноваційного);
- громадянська, міжособистісна, міжкультурна та соціальна компетенції;
- культурна компетенція.

Ці компетенції підтримуються певними здібностями та здатностями, які формуються під час набуття певної освіти та базових компетентностей. Це такі особистісні характеристики, як критичне та системне мислення, креативність (інноваційність), європейський вимір, адекватна життєва позиція. Спільно ці здатності складають розвиткову компетенцію з додаванням володіння синергетичним уявленням про спільносвіт (соціоприродне суспільство) та сталий розвиток. Загальну блочну структуру проектування базової синергетичної моделі інженерно-екологічної компетентності випускника технічного ЗВО наведено на рис. 7.4.

Процес міждисциплінарного проектування дуже складний, потребує попередніх міждисциплінарних досліджень структури та змісту блоків складових базових та професійних компетенцій із дотриманням умов мінімальної кількості компонентів, але разом з тим модель має реалізувати перспективні задані функціональні напрями, зокрема щодо сприяння інноваційному сталому розвитку засобами вищої інженерної освіти, а саме:

- синергізм професійних знань та практичних навичок, умінь;
- інноваційний синергізм дослідницьких та підприємницьких навичок;
- здатність самостійно приймати компетентні та відповідальні рішення;
- сформованість системного та синергетичного підходів до проблем, завдань, які потрібно вирішити;
- сформованість нестандартного мислення (творчо-інноваційний компонент);
- готовність сприяти сталому розвитку галузевої сфери діяльності, що ґрунтується на розвиненості особистісного інтелектуального та креативного потенціалів;
- інтегрованість підготовки, орієнтована на гнучку адаптацію до змін у змісті професійної діяльності;

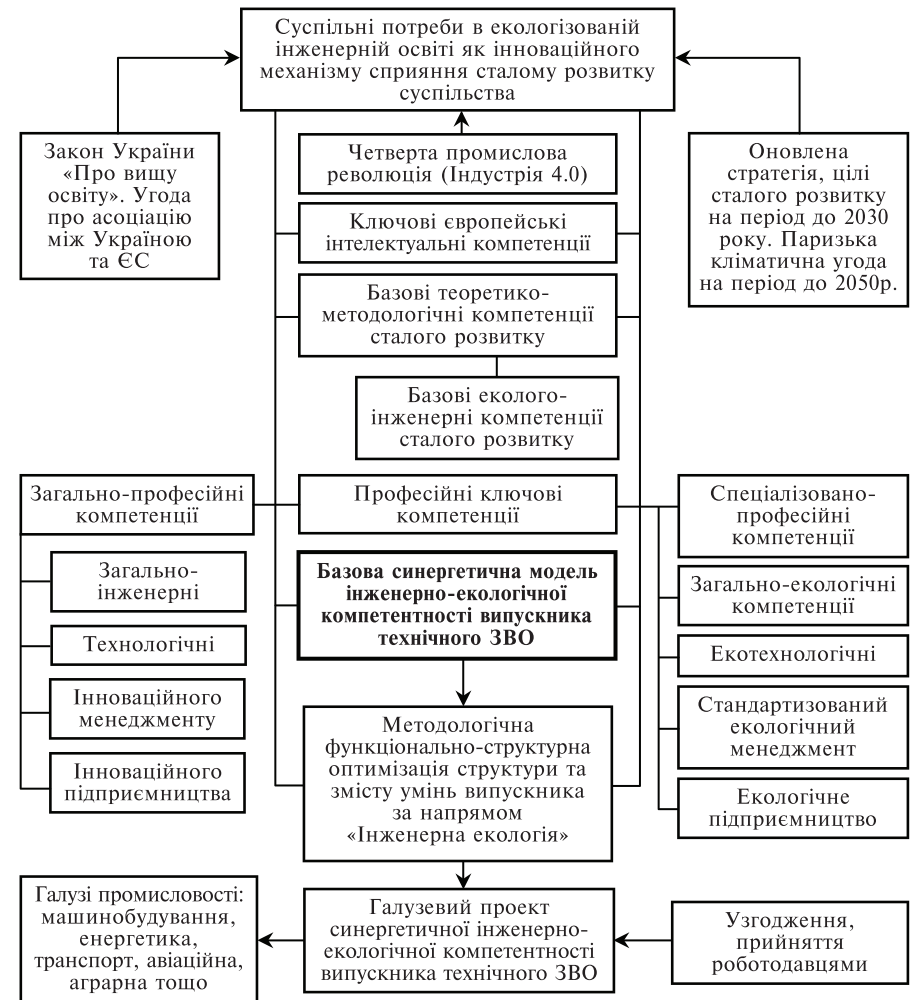


Рис. 7.4. Процес міждисциплінарного проектування галузевої моделі синергетичної інженерно-екологічної компетентності випускника технічного ЗВО

- володіння основами науково-технічного пошуку і методами наукових та інженерних досліджень (інженерне, системне, математичне моделювання; експериментальні методи);
- спрямованість на досягнення результату;
- володіння методами системного та процесного аналізу;

- досконале володіння сучасними інформаційними технологіями;
- усвідомленість того, що потрібно самовдосконалюватися, безперервно оновлювати знання, компетенції;
- усвідомлення особистої, соціальної та екологічної (соціопрородної) ролі і відповідальності за прийняття рішення.

Таким чином, галузевий проект синергетичної інженерно-екологічної компетентності випускника технічного ЗВО має складатися з таких (за Болонським модульним процесом) загальнопрофесійних блоків компетенцій та функціонально-структурних блоків:

1. Загальні компетенції:

- соціально-особистісні європейського виміру;
- розвитково-особистісні у вимірі парадигми сталого розвитку;
- загальнонауково-методологічні у вимірі синергетичної теорії та методології сталого розвитку;
- інструментально-цифрові.

2. Професійні за магістерським напрямом «Екологічна інженерія сталого розвитку»:

2.1. Загальнопрофесійні компетенції, загальноінженерні, технологічні, інноваційного менеджменту, інноваційного підприємництва.

2.2. Спеціалізовано-професійні компетенції — загальноекологічні, екотехнологічні, стандартизованого екологічного менеджменту, екологічного підприємництва.

3. Функціонально-структурні компетенції, згруповані із загальнопрофесійних та спеціалізовано-професійних:

- сприяння сталому розвитку галузі професійної діяльності;
- дослідницька (інженерне моделювання, концептуальне моделювання, експериментальні дослідження тощо);
- аналітична (системний аналіз умов, проблем тощо);
- експертна (технічна експертиза у складі екоаудиту тощо);
- проектна (інженерне проектування об'єктів екоінфраструктури, екологічних систем, обладнання тощо);
- прогностична (передбачення технологічних змін);
- інноваційна (генерування та реалізація ідей, інноваційне проектування);
- технологічна (проектування та організація технологічних процесів);
- екологічна (оцінка екологічності, процеси екологізації);
- організаційна (організація виконання проектів, забезпечення якості, виконання послідовності та графіків тощо);

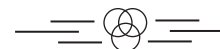
— навчальна (організація та проведення екотехнічного навчання персоналу);

- економічна (економіка «витрат-втрат» процесів);
- самоосвіта (професійне самовдосконалення).

Функціональні складові змісту професійних умінь професійних компетенцій випускника технічного ЗВО за напрямом «Екологічна інженерія сталого розвитку» (див. у дод. 7).

Рівень сформованості професійної компетентності пропонують оцінювати із застосуванням математичної моделі¹. Сутність такого моделювання полягає в отождненні компетентності із площею «сегментованого кола», а рівень сформованості кожної з компетенцій — із площею сектора. Алгоритм аналітичної математичної моделі викладено в статті С. Чирчика.

Для формування структури складових блоків КПС в підручнику наведено їх рекомендований тематичний перелік після завершення кожного розділу (теми інтегрованої програми курсу). Це рекомендований авторський перелік, який може слугувати об'єктом експертної оцінки міжкафедральної (міждисциплінарної) експертної групи і може бути доповнений чи скоригований за результатами експертизи.



¹ Чирчик С. Оптимізаційна модель «Інтеграл компетентності дизайнера». Вища шк. — 2014. — 2 (116). — С. 59–95.

Розділ 8 ЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

8.1. Екологічна парадигма інженерно-технічної діяльності

Гармонійне співіснування природи й понадміру технічно озброєного суспільства стає можливим лише за умови науково обґрунтованого компромісу між законами розвитку природи і законами розвитку людства з його арсеналом наукових та інженерно-технічних досягнень.

Є два основні підходи до розуміння взаємин Людини і Природи.

Представники *антропоцентричного*, або *технологічного* підходу категорично стверджують, що взаємовідносини Людини і Природи формуються за правилами, що їх встановлює сама Людина, яка, мовляв, є центром і метою Всесвіту. Вони переконані, що всі проблеми навколишнього середовища виникають унаслідок неправильного господарювання. Їх можна розв'язувати за допомогою реструктуризації виробництва, технологічного оновлення. Вважається, що закони Природи не можуть і не повинні заважати науково-технічному й соціальному прогресу людства. Така позиція характерна для багатьох політиків, економістів, господарників, виробників.

Представники *біоцентричного*, або *екоцентричного* підходу вважають, що Людина як біологічний вид значною мірою залишається під контролем головних екологічних законів й у своїй взаємодії з Природою мусить і повинна приймати її умови. Вони віддають перевагу екологічним пріоритетам в історичному поступі людства. Розвиток суспільства розглядається як частина еволюції природи, космосу, де діють об'єднані закони екологічних обмежень, незворотності і відбору. Виникнення екологічних проблем зумовлене здебільшого антропогенним впливом самої Людини на регулятивні функції біосфери, які не можуть бути відтворені або технологічно змінені. Прогрес людства обмежений екологічними імперативами — вимогами підпорядкованості законам Природи.

Такий підхід притаманний професійним екологам і певному колу аналітиків, які системно уявляють глобальні проблеми з екологічними наслідками. Характерний він і для багатьох людей зі стихійним еко-

центризмом, екологічною свідомістю та здоровим поглядом на процес виживання.

Правильний вибір між цими двома підходами або, можливо, до кінця виважений компроміс між ними багато в чому визначить стратегію виживання і подальшого розвитку людства. На жаль, більшість людей (особливо в країнах колишнього СРСР) поки що дотримуються антропоцентричного погляду. Проте нині вже існують дуже вагомні аргументи на користь екоцентризму. Найзначнішим із них можна вважати Всесвітню програму дій на ХХІ століття з проблем навколишнього середовища і розвитку. Її підписали представники понад 170 країн світу на Міжнародному форумі у Ріо-де-Жанейро (1992). Програму дій ООН підтвердили й учасники Всесвітнього саміту в Йоганнесбурзі (2002).

Світова спільнота вже сформувала систему поглядів, цінностей, підходів, тобто парадигму свого збалансованого розвитку, яка має стати філософією будь-якої людської діяльності, у тому числі й інженерно-технічної. Така філософія інженерно-технічної діяльності має ґрунтуватися на знаннях функціональних властивостей складних екологічних систем.

По суті, йдеться про властивості великої екологічної системи, які впливають із функціональних законів системи «людина—природа» і, зокрема, з правил визначальної міри перетворення екологічних систем.

Наведемо стислий перелік специфічних властивостей системи «природа—суспільство», без урахування яких неможливо здійснювати сучасну інженерно-технічну та виробничу діяльність.

1. Господарський вплив поширюється не лише на природний об'єкт (систему), а й на підсистеми, що його оточують, та надсистеми, до яких він входить і які «прагнуть» знівелювати впливові зміни. У зв'язку з цим витрати на перетворення природи ніколи не обмежуються лише витратами на безпосередньо заплановані впливи.

2. Природні ланцюгові реакції зазвичай виходять за межі зміни речовин і енергії та впливають на динамічні якості екологічних систем.

3. Вторинна екологічна рівновага, що склалася поступово, як правило, більш стала, ніж первинна, але потенційний «запас перетворення» (тобто майбутніх можливостей) при цьому скорочується.

4. Невідповідність «цілей» еколого-системної регуляції і «цілей» господарювання може призвести до деструкції природного утворення. А це означає, що сили природи й сили господарських перетворень за більшої значущості останніх у процесі протиборства спочатку «гасять» одна одну, а потім природна складова системи починає руйнуватися.

Еволюція історичних вимог в інтегральному аспекті

Епоха	Екологічні обмеження	Соціальна характеристика	Історична домінанта
1	Технології з економічними та частковими екологічними обмеженнями	Охорона природи й життєвого середовища декларується, але здійснюється частково. Максимальне демографічне зростання підтримується соціально-економічними механізмами і медициною. Територіальний експансіонізм	Домінанта економіки
2	Технологія з економічними і зростаючими екологічними обмеженнями	Охорона природи і життєвого середовища з технологічними й економічними обмеженнями. Стимулювання демографічного зростання декларується, але не здійснюється (у розвинутих країнах здійснюється автоматично). Ресурсний експансіонізм	Домінанта економіки з екологічними обмеженнями
3	Технології з абсолютними екологічними обмеженнями	Пріоритет охорони природи і життєвого середовища. Демографічні процеси підпорядковані цілям підвищення якості життя людини (зменшення рівня захворюваності, подовження тривалості життя на фоні підвищення освіченості й забезпеченості). Поступова депопуляція. Постконфронтаційна епоха загальної безпеки й недоцільності війни та соціальної напруги	Домінанта виживання. Домінанта екологічних законів життєдіяльності

Усі попередні революції — сільськогосподарська, промислова, науково-технічна, енергетична — призводили до поглиблення глобальної екологічної кризи.

Можна сказати, що на сучасному етапі інженерна екологія має відігравати роль стимулювального механізму «екологічної революції».

8.2. Екологічна відповідальність і бізнес-етика

Формування різного рівня й масштабу систем екологічного менеджменту з його екологічно відповідальною політикою чистого виробництва вже є зобов'язаннями управлінського та інженерно-технічного персоналу щодо НПС. У функціональних межах екологічного менеджменту підприємства відбувається зміна світогляду, а відтак і поведінки персоналу щодо екологічної відповідальності. При цьому екологічна відповідальність інженерної діяльності не перебуває в суперечності з одержанням підприємством економічних вигадів від

5. Технічні системи впливу (техногенного впливу) за тривалого часу завжди зрештою менш економічно ефективні, ніж природні та природно спрямовані (принцип природності).

6. Раціональне господарювання можливе лише в певних екологічних межах оптимальних розмірів, більший чи менший вихід за ці межі знижує господарську ефективність.

7. Неможливо, як правило, переступити через фазу послідовного розвитку екологічної системи.

8. Одиницю відтворювального ресурсу можна отримати лише за певний інтервалу часу, який визначається швидкістю функціонування системи та її ієрархією. Упродовж певного часового інтервалу не можна виходити за рамки обмежень, які визначаються екологічними законами і принципами.

9. Перетворювальна діяльність не повинна виводити екологічні системи зі стану рівноваги, особливо коли йдеться про надмірне зменшення якогось із надто важливих системоутворювальних компонентів. Якщо обставини змушують піти на відверто ризикований крок, потрібна достатня компенсація у вигляді заміни, поповнення втраченої системою (наприклад, збалансоване вирубування й водночас дбайливе насадження лісів).

10. Навіть так зване перетворення природи нерідко дає локальний ефект, а іноді й регіональний внаслідок погіршення якихось суттєвих показників у суміжних сферах і сусідніх місцевостях.

Кожна з епох у суспільному розвитку людства мала свою історичну технологічну доміанту й характеризувалася різними співвідношеннями економічних та екологічних спрямувань.

Розглянемо загальну динаміку інтегральних характеристик різних історичних епох (табл. 8.1).

Людство нині перебуває на межі першої і другої епох, дедалі більше втягуючись у складні проблеми третьої. Проте при цьому ще дуже мало робиться для зменшення тиску на природу, тобто для власної саморегуляції системи «природа—суспільство». Тому сьогодні величезного значення набуває система екологічного управління як система протидії суспільства, людства в цілому самознищенню, прискореному переходу до третьої історичної епохи.

По суті, вже нині людство має налаштовуватися на «екологічну революцію», яка і є засобом запобігання самознищенню й відновлення рівноваги екологічних систем.

прибутку. Навпаки, на практиці має бути ситуація подвійного виграшу, коли підприємства одночасно заробляють і економічні, і екологічні дивіденди завдяки прийняттю збалансованих інженерних рішень. Реальна еколого-економічна ефективність підприємницької діяльності формується під впливом екологічних імперативів етики бізнесу й нової корпоративної культури.

Проблема формування нової етики бізнесу стала інтенсивно досліджуватися лише в 90-ті роки ХХ ст. Позначився вплив прийнятих на II Всесвітній конференції в Ріо-де-Жанейро (1992) документів, включаючи Концепцію сталого розвитку, а також подальше ускладнення екологічної ситуації, що викликало нові підходи до її вирішення. Відіграло роль і освоєння підприємствами в цей період стандартизованих систем екоменеджменту й аудиту (ISO 14000, ЕМА5 тощо), в основу яких покладено певні етичні норми й уявлення.

Розкрити суть нової екологічної етики бізнесу і значення етичних норм у системах корпоративно-екологічного менеджменту потрібно в контексті суті етичних норм і критеріїв.

Етика є інструментом розробки життєвих принципів, здатних привести людей до коректної моральної поведінки і відобразити моральні системи, розроблені ними. Практичний бік етики полягає в тому, що вона скеровується бажанням об'єднати дії і знання без заподіяння будь-якої шкоди. Як практична філософія, етика слугує реалізації знання про способи здійснення того, що потрібно зробити, та ілюструє діалектичну взаємодію між свідомістю і зовнішньою дією. Змістовно визначається ціннісними уявленнями (про добро і зло, шкідливе і корисне, справедливе і несправедливе тощо) і зобов'язаннями, що визначають суть моральної поведінки людей у суспільстві.

Уявлення про мораль формуються під впливом традицій і культури протягом століть, що визначає їхню значну стійкість. Разом з тим етика (а зрештою — і моральні стандарти, що нею диктуються), будучи залежною від історико-культурних аспектів, притаманних суспільству, не може не відображати динаміку зовнішнього для людини середовища. Цей динамізм особливо підсилюється в переломні епохи, свідками й учасниками яких є нинішні покоління людей. Виявами цього динамізму виступають не лише глобалізація та інформатизація, але і трансформаційні реформи, здійснювані в постсоціалістичних країнах. Усе це потребує певної зміни етичних настанов, приведення їх у відповідність до сучасних умов існування цивілізації та загальнолюдських цінностей.

Інформаційні системи, зрозуміло, є найсильнішим інструментом впливу на суспільство. Однак поки ці системи цілком підкоряються інститутам ринкової економіки і принципам споживання, навряд чи можна сподіватися на істотні зміни людської свідомості. Теоретично інформаційні системи мають відображати прийняті в суспільстві системи цінностей, однак на ці цінності також впливає інформація. Історія, культура, надії, як і екологічні загрози, — усе це виражається за допомогою інформаційних систем. Те саме стосується ідеології споживання, що стає особливо небезпечною, коли за допомогою реклами інформаційні системи нав'язують речову ідеологію, замінюючи потребу бути потребою мати. За допомогою реклами людина стає запрограмованою на споживання продукції, відбувається своєрідна інверсія — не товар виробляється для людини, а людина стає додатком машини з виробництва товарів і послуг. Сучасна система реклами й маркетингу за всього її позитивного значення має такі негативні характеристики: експлуатує слабкість «жертви», створює ненаситний голод і призводить до надмірного споживання. У термінах біології такі системи, нагадаємо, називають паразитичними.

Етика не є чимось відстороненим від людини. Етичні норми встановлюють люди, і необхідність їх зміни зумовлює потребу в особистостях, котрі свідомі стосовно себе та інших, адекватно оцінюють і реагують на навколишні умови. При цьому свідомі особистості також неоднорідні. Серед них можна виокремити як групу людей пасивних, яких ведуть обставини й імпульсивні бажання, так і активних особистостей, котрі усвідомлюють свої можливості й відповідають за свої дії, здатних утілити свої наміри в життя й ініціювати зміни.

Екологічна бізнес-етика, також являючи собою нормативне знання про дії людей, установлює обов'язкові з моральних позицій норми, що стосуються ставлення підприємців до НПС, а отже, і до самого життя, причому не лише нинішніх, але й майбутніх поколінь людей. Екологічна бізнес-етика формує простір соціальної відповідальності бізнесу — відповідальності за стан екосистем, біоти — й ощадливе, без марнотратства, природокористування, за екологічну безпеку, чистоту процесів виробництва і споживання. Тож вона доповнює систему формально-правових норм і вимог, зафіксованих в офіційно ухвалених екологічних законах, стандартах, регламентах, моральними нормами і принципами, що їх іноді називають моральними законами.

Уявлення про екологічну етику бізнесу та його соціальну відповідальність, що нині формуються, не є однорідними. Можна виок-

ремити такі основні підходи: неокласичний; інтегрований економіко-етичний і радикально екологічний. Розглянемо їх докладніше.

Етичною основою неокласичного підходу є утилітаризм, що має на увазі оцінку дій у світлі їхнього впливу на економічну ефективність і суспільний добробут. Поняття «хорошої» дії в неокласичній економіці замінено поняттям дії, що приводить до максимізації суспільної вигоди (без урахування екологічних наслідків, тобто без екологічної відповідальності).

Відповідно до логіки неокласичної економіки, власник компанії прийме рішення щодо «озеленення» бізнесу лише тоді, коли воно приведе до максимізації прибутку компанії з урахуванням включення до її витрат негативних екстерналій.

Критичний аналіз цієї теоретичної конструкції можна доповнити з позиції обліку етичних уявлень у такий спосіб. Оскільки в неокласичній моделі як найважливіший критерій оцінювання розглядається лише критерій ефективності, то не існує причин для виведення природоохоронних питань за межі звичайного аналізу ефективності. У межах такого підходу не можна забезпечити задовільного вирішення зокрема питань, пов'язаних із соціально справедливим розподілом природних ресурсів і задоволенням екологічних потреб. Природа, її ресурси, інші форми життя в цьому разі оцінюються з позиції антропоцентризму, без урахування того, що всі живі істоти мають певні права. Крім цього, потрібно враховувати, що в переважній більшості сучасних компаній існує відмінність між власниками й менеджерами. Тому в рамках функціонального утилітаризму неокласичної теорії індивідуальна етика керівництва компанії практично ігнорується, а його менеджерські зусилля, власне кажучи, зводяться до забезпечення максимальної прибутковості для власників, що відповідає побажанням акціонерів, заінтересованих в одержанні високих доходів на акції.

Крайню форму свого виразу цей підхід одержав у концепції монетаризму Мілтона Фрідмана, яка стверджує, що «соціальна відповідальність бізнесу полягає в тому і тільки в тому, щоб використовувати ресурси і реалізовувати діяльність, що слугує збільшенню прибутку доти, доки зберігаються правила ринкової гри, а саме вільна конкуренція без обману, неправди і шахрайства». Інакше кажучи, тут узагалі не проводиться розбіжностей між тим, що етично, і тим, що приносить комерційний успіх. Як кредо бізнесу розглядають «вироблення» грошей. Це небезпечна й егоїстична для суспільства бізнесова мораль, яка вже призвела до виснаження природного капіталу.

Активна критика притаманного неокласичній теорії утилітаризму привела до вироблення так званого інтегрованого економіко-етичного підходу. Відповідно до поглядів його прихильників, моделі прийняття управлінських рішень, що ігнорують етичні чинники, є помилковими. І причиною цього є такі обставини:

по-перше, якщо ми знаємо, що зміни впливають на розглянуті проблеми, ми повинні включити ці зміни в модель. Індивідуальна етична аргументація менеджерів, безперечно, впливає на прийняті рішення. Тому менеджерам, що вирішують долю дорученої їм компанії, не слід запліщувати очі на власні етичні й моральні принципи;

по-друге, ресурси, якими володіє компанія, залежать від постачальників, у їхніх руках є певний вплив на компанію. Управління ресурсами відображає принципи соціальної економіки, що, своєю чергою, виходить з того, що економіка є залежною від суспільства, політики, культури. Індивідуальний вибір залежить не тільки і не стільки від точного обчислення найкращого варіанта, як від емоцій, особистих переваг, суспільних зв'язків і суджень. Ресурсний менеджмент передбачає, що ресурси, якими користується компанія, як і прийняття рішень, варто вибрати з урахуванням обмежень, що накладаються на компанію її діловим оточенням. Крім цього, управлінські рішення, певно, справляють і зворотний вплив на групи постачальників, і ці рішення мають етичне забарвлення поза залежністю від усвідомлення цього факту;

по-третє, у соціально відповідальних компаніях, що керуються високими етичними принципами, існують такі можливості поліпшити свої конкурентні позиції у співпраці і довірі до постачальників:

— кооперація з посередниками і переймання їхніми проблемами збільшує підтримку компаній з боку постачальників, результатом чого є вироблення в посередників довіри до компаній, а отже, і її підтримка;

— етична поведінка компанії створює передумови для скорочення управлінського апарату і відповідних витрат.

У результаті рішення, які ґрунтуються на етичних мотивах і не обмежуються принципом розумного егоїзму, виявляються ефективнішими, ніж інші. Дослідження японських і американських виробників автомобілів і постачальників комплектуювальних до них показало, що японські фірми, які установили тривалі відносини з постачальниками, що ґрунтувалися на довірі, мали нижчі витрати і досягали більшої економічної віддачі від співпраці, ніж американські фірми. Вкладення в соціальну сферу як ще одна форма етичної поведінки також впливають на конкурентоспроможність організації.

Представники *радикальних екологічних підходів* насамперед керуються тим, що розвиток і потреби людської особистості насправді не обмежуються лише «ціною, яку люди готові заплатити» за те, щоб одержати певну кількість матеріальних благ. Далеко не останню роль у людському суспільстві відіграють відносини, що спираються на взаємну довіру, альтруїзм, турботу про ближніх. Вони звертають увагу на те, що існують абсолютні межі економічної експансії, продовження незбалансованого шляху розвитку в економічній, соціо-культурній і екологічній сферах. Як правило, прихильники цих поглядів підтримують ідеї сталого розвитку, але часто без обліку реально існуючих можливостей реалізації цих ідей у короткостроковій перспективі і тих проміжних етапів, що їх має послідовно пройти людство, досягаючи цих шляхетних ідеалів.

8.3. Корпоративна екологічна етика і культура

Корпоративна (організаційна, фірмова) культура — це системна сукупність міжособистісних цінностей, норм і стилів поведінки, спілкування, взаємозумовлених загальними корпоративними цілями і спрямованими на посилення та мобілізацію потенціалу їх реалізації, підтримку здорового конкурентного середовища, соціально-психологічного клімату в колективі та індивідуальної й колективної відповідальності за зобов'язання перед суспільством, власниками, партнерами.

Загальна роль і значення корпоративної культури полягає у формуванні й підтримці демократичного здорового, доброзичливого, творчого внутрішнього середовища міжособистісних взаємин, морального клімату під впливом історичного досвіду, національних і місцевих традицій, ментальності людей, їхніх духовних цінностей.

На рис. 8.1 наведено загальну структуру системних складових корпоративної культури. Варто зупинитися на двох принципових формальних інструментах формування і підтримки корпоративної культури: це кодекс корпоративної поведінки і етичний кодекс.

Відомо, що кодекси корпоративної поведінки з'явилися на початку 1990-х років у Англії, США і Канаді, а потім і в інших країнах, у тому числі країнах із перехідною економікою. Кодекс корпоративної поведінки не дублює і не підмінює законодавчі й нормативні акти про акціонерні товариства. Він регулює ті питання, які не можуть бути врегульовані законодавчими актами: закони і правила моралі, норми поведінки і взаємодії, а також інші питання налагодження здорових взаємин між учасниками господарської діяльності. Кодекс корпоративної поведінки ґрунтується на таких принципах:

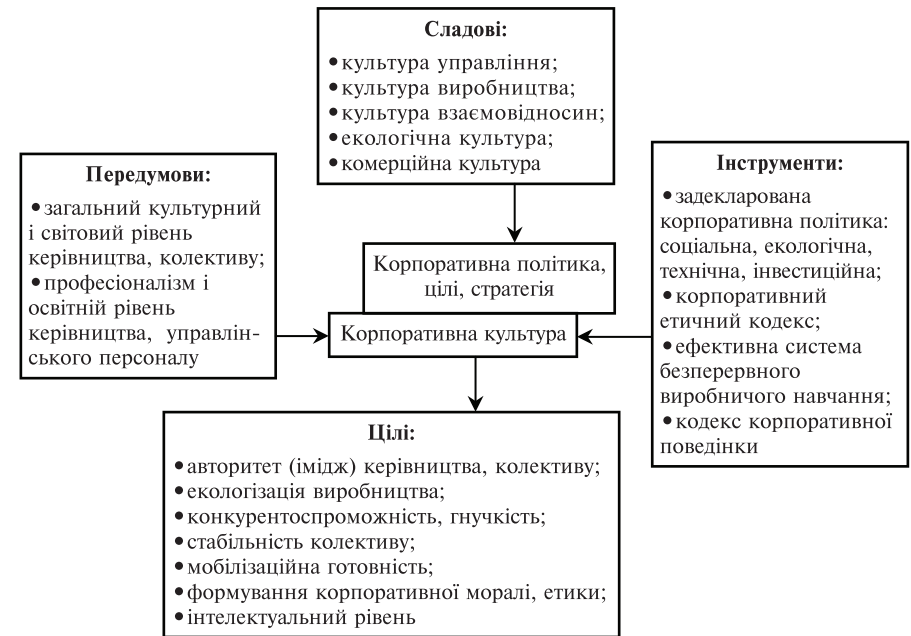


Рис. 8.1. Системні складові корпоративної культури

— забезпечення взаємної довіри між учасниками корпоративних відносин;

— додержання етичних норм (кодексу) здійснення підприємницької діяльності;

— забезпечення гармонізації складових корпоративної культури: соціальної, екологічної, виробничої;

— додержання зобов'язань керівників і управлінського персоналу корпорації щодо добросовісного виконання своєї роботи, функціональних обов'язків, з піклуванням і бажанням запобігти конфліктам;

— рівне, неупереджене ставлення як до внутрішніх, так і до зовнішніх партнерів, акціонерів;

— забезпечення рівних прав усіх учасників корпоративної діяльності.

Виходячи з того, що корпоративна культура суттєво впливає на економічні й екологічні показники діяльності підприємств, на їхню конкурентоспроможність і здатність залучати інвесторів, то вивчення стану й розвиток корпоративної культури стає головною турботою

керівництва підприємств, корпорацій і механізмом корпоративного управління.

Ураховуючи те, що однією із суттєвих складових корпоративної культури є екологічна культура і те, що екологічні пріоритети набувають визначного характеру в умовах переходу до сталого розвитку, доцільно розробляти у складі кодексу корпоративної поведінки розділ «Екологічна поведінка» з акцентуванням на формування екологічної свідомості персоналу і почуття особистої екологічної відповідальності у кожного робітника.

Відповідно до кодексу корпоративної поведінки на кожному корпоративному підприємстві має розроблятися і здійснюватися етичний кодекс підприємства. По суті, на підприємстві має здійснюватися довгострокова програма формування й підтримання корпоративної культури та етики, у тому числі екологічної. Етичний кодекс підприємства має ґрунтуватися на тих головних цінностях, які визнані колективом і відповідають сформульованій місії і філософії підприємства та його корпоративній стратегії:

— підприємство функціонує відповідно до системи етичних, моральних і правових норм;

— працівники підприємства несуть особисту й корпоративну відповідальність перед споживачами, суспільством за якість і екологічну чистоту продукції, своєчасне виконання всіх зобов'язань, у тому числі екологічних;

— підприємство створює і підтримує гармонійні партнерські відносини з постачальниками і споживачами, керуючись етичними принципами підприємницької та комерційної діяльності;

— керівництво підприємства створює таке економічне й моральне середовище, яке стимулює розкриття індивідуальних здібностей та ініціатив, забезпечуючи справедливу винагороду за працю, комфортні умови праці, можливості самонавчання й самовдосконалення та особистого професійного зростання;

— підприємство бере на себе відповідальність перед суспільством і місцевою громадою за стан НПС й екологічну чистоту виробництва, сприяє відтворенню порушених природних об'єктів ландшафту.

Зазначені головні цінності, конкретизовані для кожного підприємства в його етичному кодексі, — це велика рушійна сила колективу в реалізації стратегій підприємства. Сучасний керівник підприємства, якщо він теж є носієм духовних і моральних цінностей, може професійно використати потенціал етичних рушійних

сил, щоб досягти економічних переваг у конкурентному ринковому середовищі.

Корпоративне управління припускає наявність особливих механізмів, які в західних фахівців одержали назву «корпоративна ідентичність».

Корпоративна ідентичність характеризує ступінь відповідності як системи управління конкретного системного (корпоративного) підприємства корпоративним цінностям, культурі, стилю управління, так і взагалі системи життєдіяльності корпорації цінностям, вимогам і культурі навколишнього середовища (господарського, ринкового, національного, міжнародного). Тобто йдеться про систему ідентичності «як знизу, так і згори» відповідно до розглянутих у попередніх розділах загальносистемних законів функціонування і розвитку будь-яких систем-об'єктів господарювання і життєдіяльності.

Корпоративна філософія і корпоративна культура (зокрема й екологічна) тісно пов'язані з корпоративною ідентичністю. Корпоративна філософія як світоглядна основа підприємств, корпорації охоплює принципові положення, зазвичай зафіксовані в головних політичних і регламентуючих документах функціонування і розвитку, у тому числі задекларованої екологічної політики. Корпоративна культура об'єднує традиції, цінності, принципи і моральні норми, що склалися історично для корпорації, підприємства. Між корпоративною філософією і корпоративною культурою неодмінно включається системна корпоративна ідентичність, призначена для подолання дисбалансу між бажанням і дійсним станом корпорації, підприємств і досягнення таким чином як зовнішньої, так і внутрішньої системної корпоративної ідентичності (рис. 8.2).

Механізм забезпечення корпоративної ідентичності передбачає системний аналіз філософії і культури корпоративного управління з позицій збалансованості його функціональних складових (управління власністю, фінансове управління, управління персоналом, екологічне управління тощо). Між виявами корпоративної культури та корпоративними стандартами розвитку й функціонування наявні прямі зв'язки.

Так, культура, що формується на базі інновацій, особистості й ризико-захищеності, зумовлює стратегію сталості. Стратегія ресурсозбереження підтримується культурою, що ґрунтується на екологічній свідомості, заощадливості, дисципліні й прискіпливості, патріотичності. У цьому разі корпоративна культура може розглядатися як засіб досягнення конкурентних переваг, стратегії європейської інтеграції.

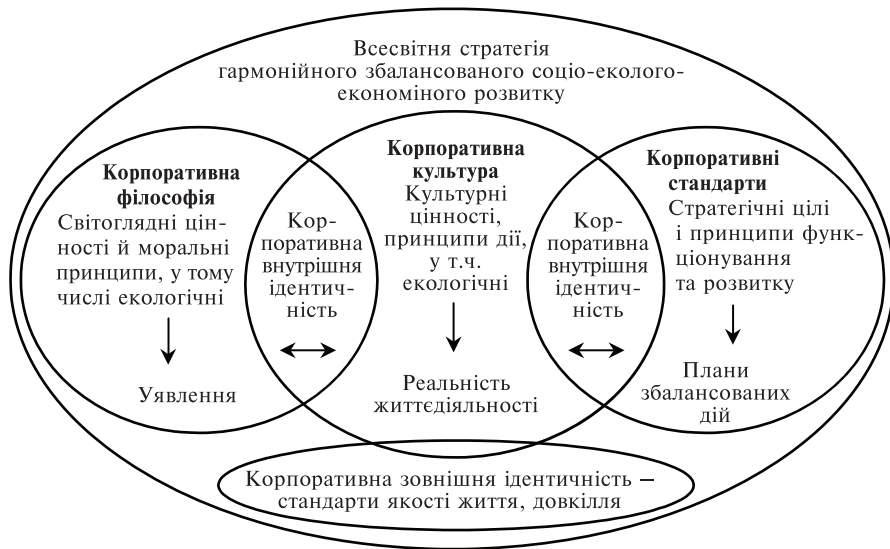


Рис. 8.2. Системна корпоративна ідентичність

Стратегія корпоративної ідентичності має сприяти узгодженню корпоративної культури і стратегічної концепції, у тому числі її екологічних аспектів, як вияв екологічної культури.

Корпоративна ідентичність розглядається як центральна системоутворювальна частина стратегічного менеджменту, екологічні функції якого виконує система корпоративного екологічного управління.

Відповідальними за корпоративну ідентичність є керівники, управлінський та інженерно-технічний персонал.

Сучасні системні вимоги до управлінського персоналу неодмінно мають містити екологічні аспекти. Вони поділяються на загальносистемні і професійні.

Загальносистемні вимоги:

1. Знати і вміти застосовувати на практиці екологічне законодавство, стандарти (зокрема й міжнародні), норми.
2. Знати і вміти орієнтуватись у сфері дії екологічних законів, принципів, правил, отримувати користь від їх застосування.
3. Володіти системною методологією пошуку і прийняття оптимальних рішень в умовах нарощення екологічних і соціальних вимог до якості життя.

4. Уміти розробити філософію поведінки підприємства, його соціально-екологічну політику, що не суперечить філософії і політиці якості життя.

5. Уміти знаходити й застосовувати гнучкі принципи і методи управління, уживати інноваційних запобіжних заходів для стабільного розвитку.

6. Розуміти і діяти відповідно до правил поведінки власника: право власності не зменшує відповідальності, а навпаки, значно підвищує її перед суспільством, і насамперед її екологічну складову.

7. Розуміти, вміти аналізувати й синтезувати, керуватися в управлінській діяльності системним, інтегрованим підходом до ефективності як сукупності економічних, екологічних і соціальних цілей діяльності підприємства.

8. Уміти бачити проблему, формулювати цілі, знаходити способи досягнення їх, визначати пріоритети в досягненні цілей, аналізувати й оцінювати проміжні результати та володіти методами управління для досягнення кінцевого результату.

9. Володіти сучасними методами ієрархічного аналізу системних зв'язків і взаємовпливу функціональних підрозділів, методами пофакторного системного аналізу взаємодії підприємства із зовнішнім середовищем, економіко-математичними методами оцінювання варіантів рішень щодо стратегії розвитку підприємства, еколого-економічними методами прогнозування й моделювання сталого розвитку підприємства.

10. Володіти системою ринкових методів маркетингу, екологічного менеджменту й аудиту.

11. Розуміти, що природні ресурси обмежені, завдана підприємством шкода ще більше обмежує їх для прийдешніх поколінь. Керуватись у своїй діяльності екологічною політикою обмеження використання ресурсів.

Професійні вимоги:

Сучасні професійні вимоги до управлінського персоналу можна перелічити, виходячи з відомого принципу Генрі Форда в сучасній інтерпретації: підприємство не може розвиватися, доки управлінський персонал не буде здатним до самовдосконалення і сприйняття нововведень.

Отже, професіоналізм управлінського персоналу полягає в здатності до самовдосконалення, самонавчання, саморозвитку, тобто професіонали-управлінці забезпечують самовдосконалення виробничої системи підприємства. Тому до них висувають такі професійні вимоги:

1. Бути здатними до сприймання нововведень, змін у зовнішньому середовищі.

2. Володіти системним мисленням, інструментарієм системно-екологічного підходу до розв'язання проблем ефективної діяльності, сталого розвитку й виживання в конкурентному середовищі.

3. Розуміти, що сучасна управлінська діяльність потребує системних знань сучасної теорії та практики системного підходу й систематичного їх оновлення в галузі економічного, фінансового, екологічного менеджменту.

4. Уміти брати участь у колективній розробці еколого-економічної політики підприємства, керуючись не амбіційними, а загальносистемними інтересами.

5. Уміти досягати згоди, коли це стосується принципової політики підприємства.

6. Уміти запобігати конфліктам із зовнішнім середовищем, пам'ятаючи, що завжди є місце розумним компромісам і альтернативним рішенням.

7. Пам'ятати, що професійне управління — це поєднання управлінських знань з умінням спілкуватися з людьми (комунікабельність, дипломатичність, такт), вміння зрозуміло висловлюватися в будь-якій формі (усній, письмовій), здатність до об'єктивності та незалежності, вміння робити та формулювати висновки, шанобливе ставлення до інших звичаїв та культур інших народів, володіння екологічною свідомістю та патріотичним ставленням до колективної справи, державних інтересів.

Отже, сучасний керівник підприємства не прагне отримати максимальний прибуток внаслідок споживацького ставлення до природи, її нерозумної експлуатації. Мета керівника — інтегрована ефективність підприємства, яка досягається поєднанням системних методів управління з екологічною свідомістю та відповідальністю.

Зауважимо, що вузьке розуміння й бачення ефективності як абсолютного збагачення призводить до банкрутства підприємства. Системне ж, інтегроване бачення ефективності з її економічними, екологічними й соціальними складовими веде до збалансованого розвитку, гарантуючи оптимальні довгострокові доходи. Тобто керівник підприємства насамперед повинен бачити екологічне в економічному, а економічне — в екологічному.

Від керівника залежить екологічна свідомість управлінського персоналу, його здатність опанувати системно-екологічний підхід до

модернізації виробництва, створення умов і творчої атмосфери для колективного розроблення і реалізації еколого-економічної політики підприємства.

Щоб забезпечити сучасні системні вимоги до професіоналізму управлінського персоналу й загальної екологічної культури всього персоналу, має функціонувати постійна корпоративна система екологічного навчання й атестації. Екологічна атестація — це дієвий інструмент підтримки почуття екологічної відповідальності. Тому весь персонал, діяльність якого може мати значний вплив на навколишнє середовище, екологічну безпеку, пройшов відповідне навчання й атестацію. Система навчання та атестації має містити мотиваційні елементи.

Що ж до підприємств-суміжників (постачальників, підрядників та ін.), то корпорація повинна вимагати від них аналогічно професійного ставлення до персоналу і в окремих випадках організовувати спільне навчання за комплексними навчальними програмами.

8.4. Екологічний кодекс інженера XXI століття

Відповідно до кодексу корпоративної поведінки, культури має бути й екологічний кодекс інженера — інженера-творця, винахідника, завдяки діяльності якого маємо фантастичні досягнення науково-технічного прогресу впродовж двох попередніх століть. І водночас людство має 98 % марнотратства природного капіталу, який не відтворюється!

Ось який екологічний результат, екологічна глобальна оцінка всієї інженерно-технічної діяльності людства за минулі століття.

У 1992 р. людство задекларувало несприйняття технологічної парадигми марнотратства природного ресурсу життєдіяльності, технократичного бездуховного ставлення до Природи. Принципи екологічно збалансованого розвитку цивілізації у XXI ст. були підтверджені на початку XXI ст. (2002 р.).

Хто має втілити ці принципи в життя? Екологічно свідомий інженер у будь-якій галузі діяльності. Лише всеосяжний і свідомий пріоритет екології в інженерно-технічній діяльності здатний відтворити природний капітал, оздоровити НПС й життя людини. Інший шлях — екологічна катастрофа земної цивілізації. Варто усвідомити інженерно-екологічний кодекс поведінки і втілювати його у своїй професійній діяльності.

Екологічно свідомий інженер має керуватись у своїй діяльності:

— загальнолюдськими еколого-духовними цінностями гармонізації співіснування з Природою;

— системним і комплексним підходами, що забезпечують інтеграцію екологічних аспектів до інженерно-технічної діяльності;

— причинно-наслідковими зв'язками прийняття інженерних рішень з оцінкою екологічних наслідків;

— усвідомленням особистої екологічної відповідальності за прийняття інженерних рішень;

— корпоративними екологічними пріоритетами, традиціями екологічної культури та етики;

— вимогами безперервного підвищення екологічної кваліфікації на рівні міжнародних і європейських стандартів екологізованого спеціаліста.

Інженерна підприємницька винахідливість має бути спрямована на:

— заощадливе споживання природних ресурсів, зростання продуктивності їх використання;

— розроблення і впровадження технологій, які використовують відтворювані джерела енергії (сонця, вітру тощо);

— розроблення і впровадження технологій запобігання забрудненню навколишнього природного середовища й утворенню відходів виробництва (маловідходних і безвідходних технологій);

— розроблення і впровадження технологій ефективного поводження з відходами, їх повторного використання та безпечного видалення;

— постійне поліпшення екологічних характеристик свого підприємства, його екологічної чистоти;

— впровадження інженерно-екологічних інновацій на всіх етапах інвестиційного процесу створення інженерних споруд, будівель;

— прийняття інженерно-проектних рішень з урахуванням критеріїв екологічної оптимальності та збалансованості, безпечності для людей і навколишнього природного середовища;

— мінімізацію впливу на природний ландшафт об'єктів будівництва і будівельного виробництва шляхом розроблення і запобіжного застосування природоохоронних і природовідтворювальних заходів.

Підприємницька інженерно-технічна діяльність у XXI ст. має бути спрямована на відтворення природного капіталу з поступовим зменшенням відсотка марнотратства до переважного збільшення відсотка використання відтворюваних ресурсів.

Для цього інженер має усвідомити системну цілісність Природи і Людини і що на такій цілісності ґрунтується сучасний інтелектуальний базис науково-технічного прогресу.

Інженер є носієм науково-технічного прогресу, тому що йому за визначенням належить ініціювати і творити прогрес, здійснювати тех-

нічну політику підприємства, галузі, корпорації. Щоб ця політика була екологічно виваженою і не нашкодила природі і здоров'ю людей, інженер має взяти на себе особисті екологічні зобов'язання:

— усвідомити екологічну відповідальність і додержуватися всіх екологічних законів і стандартів, що стосуються галузі його діяльності;

— надавати повну і правильну інформацію про вплив діяльності підприємства на навколишнє середовище;

— підтримувати на своїй ділянці діяльності, підприємстві дух ставлення до природи як до найважливішої цінності людства;

— постійно вдосконалювати природоохоронну діяльність;

— розвивати екологічне партнерство як на підприємстві, так і зовні для поліпшення екологічних показників;

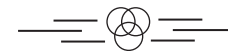
— консультувати і співпрацювати з тими, від кого залежить поширення політики екологічної чистоти і безпеки виробництва;

— визнавати і поважати екологічні вимоги, претензії осіб і організацій на всіх стадіях ЖЦП, етапах виробництва;

— ініціювати і брати участь у екологічному навчанні співробітників підприємства, екологічній пропаганді і розповсюдженні екологічної інформації;

— працювати на екологічний авторитет свого підприємства, корпорації, створювати екологічно сприятливий імідж в очах громадськості.

Інженер XXI ст. — це передусім екологічно свідомий і екологічно ініціативний технічний фахівець, який має мислити глобально, а діяти локально в умовах екологічної кризи, до якої призвів екологічно безвідповідальний і аморальний науково-технічний прогрес попередніх століть.



ТЕМАТИЧНА ТЕРМІНОЛОГІЯ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Адаптаційні механізми змін — такий характер змін у системі, який дає змогу їй пристосуватися до зовнішніх змін (наприклад, клімату) без втрати системою її принципових відмітних ознак: цілісності, гомеостазу, метаболізму тощо.

Альтернативна екоцентрична економіка — це природоорієнтована екологізована економіка сталого розвитку, яка отримала назву «зелена» та «синя» економіки і складає альтернативу ринкової сировинної економіки. За визначенням ЮНЕП, «зелена» економіка має забезпечувати поліпшення добробуту людей та соціальної справедливості при значному зниженні екологічних ризиків та екологічного дефіциту. «Зелену» економіку слід розглядати як низьковуглецеву та таку, що забезпечує ефективно та заощадливе використання природних ресурсів. «Синя» економіка отримала назву від синьої (тобто чистої) планети Земля, коли на неї дивитися з Космосу, і, за визначенням Гюнтера Паулі, є регенеративною економікою на основі застосування природних технологічних аналогів та бізнес-моделей безвідходного виробництва, життєдіяльності. Саме на життєдіяльність територіальних соціоприродних систем орієнтована «синя» економіка, що ґрунтується на глибинному розумінні синергетичних механізмів життєдіяльності екосистем.

Альтернативна екоцентрична енергетика — енергетичні системи, що забезпечують вироблення електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних неуглецевих відновлювальних джерел енергії: сонячного випромінювання, вітру, геотермальних джерел, річок, біомаси, вторинних енергетичних ресурсів. Це екологічно чиста енергетика, що є альтернативою «брудної» вуглецевої енергетики, джерелами ресурсів якої є невідновлювальні нафта, вугілля, газ.

Аттрактор системний — деяка тенденція зміни системи, своєрідна траєкторія її еволюції; стан системи, до якого вона закономірно наближається у своєму розвитку через цикли випадкових, хаотичних коливань, флуктацій. Аттрактор із фізичної точки зору відповідає найбільш ефективному стану системи. Саме в такому стані система набуває здібності найменшої ентропії (розсіювання, втрати) енергії. До аттрактора система починає наближатися з набуття сталого стану динамічної рівноваги — гомеостазу.

Біфуркаційний механізм — стрибкоподібний механізм розгалуження процесів розвитку системи, їх прискорення, після якого система втрачає принципові відмітні ознаки і набуває нових якостей, хоча і зберігає спадкоємний зв'язок із попереднім станом. Біфуркаційний механізм призводить до втрати цілісності системи.

Відкриті стаціонарні системи — системи, що здійснюють речовинно-енергетично-інформаційний обмін (метаболізм) із зовнішнім середовищем. Метаболізм є джерелом надходження до системи вільної енергії (ресурсів) та видалення в процесі технологічних перетворень відходів життєдіяльності, виробництва. Стаціонарність системи означає, що вона здатна підтримувати стійку динамічну рівновагу — гомеостаз, який являє собою динамічно відносну сталість складу і властивостей.

Глобальний еколого-інноваційний імператив сталого розвитку — домінуюча основа парадигми сталого розвитку ХХІ ст., що визначається оновленою глобальною стратегією сталого розвитку на період до 2030 р., глобальною кліматичною стратегією на період до 2050 р. (Паризька кліматична угода) та інноваційним імперативом четвертої індустріальної революції (Індустрія 4.0).

Гомеостаз технологічний — здатність природних систем (екосистем) підтримувати каскадуванням споживчих речовин та енергії структурно-функціональні властивості у стані динамічної рівноваги. Це гомеостаз природних технологій життєдіяльності живих систем із сонячними або біохімічними джерелами енергії. Поняття введеного Гюнтером Паулі в доповіді Римському клубу «Синя економіка».

Екологізація виробництва — це еколого-інноваційне вдосконалення, екологічна модернізація технологічних систем виробництва; підвищення екологічності ЖЦП за підсумками, рекомендаціями їх комплексного оцінювання; виробництво продуктів, товарів, що створюють принципово новий екологічний стиль життя; впровадження систем екологічного менеджменту, інжинірингу, маркетингу, аудиту; постійне підвищення екологічної компетентності персоналу.

Екологізація системна — від свідомості людини й суспільства — до науки, освіти, підприємництва, економіки, міжнародних відносин, законодавства. Екологізація як інноваційний процес, інноваційна спрямованість сталого розвитку охоплює всі його складові аспекти (екологізація економіки, соціальної сфери, виробництва, споживання тощо) з метою досягнення синергетичного ефекту екологічної збалансованості усіх галузей життєдіяльності, екологічної сталості природних систем

(екосистем). Екологізація виробництва має починатися зі створення галузевих, виробничих систем екологічного управління відповідно до стандартизованих вимог ISO (ДСТУ ISO) з функціями екологічного аудиту, екологічного навчання персоналу, екологічного маркетингу, інжинірингу і завершуватися створенням екологічної інфраструктури виробництва з еколого-інформаційною системою управління процесами екологізації.

Екологічна інженерія сталого розвитку — інженерно-екологічна діяльність у галузі сталого розвитку, спрямована на посилення його інноваційного потенціалу; екологічності технологічних систем; інженерне обґрунтування та виконання комплексу інженерно-технологічних, проектних заходів, спрямованих на екологічну модернізацію виробництва; проектування та будівництво об'єктів екологічної інфраструктури, створення інженерних мереж екологічних спостережень із застосуванням інформаційно-цифрових технологій.

Екологічна модернізація виробництва — це інженерно-інноваційний процес заміни фізично і морально спрацьованих енерговитратних та природозабруднювальних технологій, моделей виробництва на екологічно чисті, енергоефективні технології та моделі виробництва з врахуванням рекомендацій екологічних аудитів. Екологічна модернізація здійснюється шляхом розроблення і впровадження комплексу інженерно-інноваційних та інвестиційних заходів, які поліпшують екологічні характеристики структурних елементів продукційних систем.

Екологічне навчання персоналу — функціональний інструментарій неперервної підтримки, поглиблення екологічної компетентності персоналу підприємств, корпорацій у межах їх функціональних обов'язків, відповідальності.

Екологічний аудит (технічний) — функціональний інструментарій корпоративного екологічного менеджменту як систематичний документально оформлений процес перевірки повноти внесення екологічних вимог до стандартів на продукцію, технічних регламентів виробництва; дослідження екологічної досконалості технологічних процесів, їх впливу на навколишнє середовище; перевірка заходів запобігання еколого-техногенним катастрофам.

Екологічний маркетинг — системний інструмент екологізації виробництва, функціональна складова корпоративного екологічного менеджменту, що забезпечує планування екологізації ЖЦП, вивчення попиту на екологічно чисту та безпечну продукцію, формування екологічної ціни, вивчення пропозицій щодо більш досконалих і нових

екологічних технологій, зокрема очисних, на підставі висновків екологічних аудитів; організація екологічно безпечного обслуговування споживачів.

Екологічний менеджмент (корпоративний) — згідно з міжнародними стандартами екологічного керування, це системна складова загального корпоративного управління, що функціонує згідно з корпоративною екологічною політикою із застосуванням функціональних інструментів: екологічний аудит (системний, технічний, процесний тощо), екологічний інжиніринг, екологічний маркетинг, екологічне навчання.

Екологічні інновації (екоінновації) — будь-які інновації, що мають екологічну спрямованість; подібність, адекватність природним, екосистемним моделям, технологіям життєдіяльності, безвідходного каскадування споживчих речовин і енергії (за Понтером Паулі).

Екологічно чистий продукт — продукт найвищої споживчої якості та конкурентоспроможності, що відповідає стандартам якості й екологічним вимогам, належним чином сертифікований із наданням відповідного екологічного маркування згідно вітчизняних та міжнародних стандартів.

Життєвий цикл продукції (ЖЦП) — функціонально-технологічна послідовність (каскадування) виготовлення і функціонування продукту від видобування сировини до втрати споживчих якостей та утилізації як відходів життєдіяльності або перероблення, модернізації. Екологічність ЖЦП оцінюють відповідно до ДСТУ ISO 14040 «Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу».

«Зелена» економіка — екологізована економіка сталого розвитку, економіка суспільства знань з екологічними обмеженнями, як альтернативна ринкової або сировинної економіки споживацького суспільства без екологічних обмежень. «Зелена» економіка складається з інноваційних механізмів «зеленого» ціноутворення, «зеленого» оподаткування, «зеленого» ВВП. Поширення «зеленої» економіки є одним із ключових принципів Угоди про асоціацію між Україною та ЄС.

«Зелена» енергетика — безвуглецева відновлювальна енергетика сталого розвитку як альтернативна вуглецевій, невідновлювальній енергетиці з використанням джерел енергії з нафти, природного газу, вугілля. Джерелами «зеленої» екологізованої енергетики є сонячна, вітрова, геотермальна, водна енергія; енергія відходів виробництва, життєдіяльності. Цілковита відмова від вуглецевої енергетики до 2050 р. передбачена в Паризькій кліматичній угоді.

«Зелені» або екологічно чисті технології — це інноваційні без або маловідходні технології сталого розвитку, що ґрунтуються на «зеленій» енергетиці та забезпечують екологічність ЖЦП, її екологічну чистоту та безпеку. Впровадження «зелених» технологій у синергетичному взаємозв'язку із «зеленою» економікою забезпечує зміну витратних, «брудних» моделей виробництва і споживання на природозаощадливі, екологічно чисті моделі. Згідно з «Програмою дій ООН: Порядок денний на XXI ст. (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.)», екологічно чисті технології є маловідходними або безвідходними «технологіями переробки і отримання готового продукту», а також «технології переробки в кінці виробничого циклу». Додамо, це також і технології утилізації, переробки відходів життєдіяльності, споживання продуктів. Екологічно чисті технології є не просто окремими технологіями, а являють собою технологічні системи, що передбачають наявність інновацій, інноваційних процесів, обладнання і послуг (науково-технічних), а також інноваційних методів організації та менеджменту з інноваційно-підготовленим персоналом. Екологізація технічних систем ЖЦП має починатися з внесення екологічних вимог до стандартів на продукцію відповідно до ДСТУ — 11 4340:2004 «Настанови щодо внесення екологічних вимог до стандартів на продукцію». У стандарті наводиться структура синергетичного взаємозв'язку між вимогами у стандартах на продукцію, складниками входів і виходів ЖЦП та спричиненими ними впливами на навколишнє середовище.

Інженерна екологія — прикладна міждисциплінарна галузь загальної екології, що охоплює аспекти взаємодії виробничих і екологічних систем, забезпечує дослідження і вирішення екологічних проблем інженерними, інженерно-біологічними та інженерно-екологічними методами; запобігання техногенного впливу підприємств, технологій на НПС. У контексті сталого розвитку із застосуванням методів екологічної інженерії вирішується проблема екологічної чистоти моделей виробництва і споживання, впровадження технологій запобігання забрудненню навколишнього середовища, мінімізації відходів і ефективного поводження з відходами на повному ЖЦП та інвестиційного процесу. Застосовується також термін «індустріальна екологія», але це значно обмежене визначення інженерної екології

Інновації — нововведення у будь-якій галузі діяльності, які характеризуються більшою інтелектуальною, екологічною та технологічною досконалістю, наукоємністю, що надають послугам, продукції, діяльності нових конкурентних переваг та споживчих якостей. Інновації

ґрунтуються на нових наукових знаннях, методах їх реалізації; це продукт креативної взаємодії науки, освіти, практики з використанням інтелектуального ресурсу людини, творчих колективів, соціальних груп, суспільних інституцій у взаємозв'язку з креативними синергетичними механізмами самовідтворення, саморегулювання природних екосистем.

Інноваційна діяльність — індивідуальна чи спільна діяльність у різних галузях, зокрема освітній, щодо творчого пошуку нових шляхів, способів і методів реалізації інноваційного потенціалу, стратегій інноваційного розвитку; розв'язання складних проблем співіснування, взаємодії людини, суспільства і природи; забезпечення сталого інноваційного розвитку соціоприродного суспільства. Основною метою інноваційної освітньої діяльності є здобуття нових наукових знань шляхом проведення наукових досліджень та інноваційних розробок та їх спрямування на створення і впровадження нових конкурентоспроможних технологій для сприяння сталому інноваційному розвитку суспільства, підготовки фахівців інноваційної формації (Закон України «Про вищу освіту»). Інноваційна освітня діяльність здійснюється в організаційних формах інноваційних проєктів, інноваційних структур різних типів: наукові та індустріальні парки, бізнес-інкубатори, інноваційні центри досконалості (технологічної, екологічної, соціальної, економічної, енергетичної, аграрної тощо).

Інноваційна інтеграція (інноваційний синергізм) — інтеграція науки, освіти, інноваційного підприємництва з метою нарощення інноваційного потенціалу будь-якої діяльності, інноваційності технологій, виробництва, продукції. Інноваційність оцінюється рівнем використання наукових знань, інноваційної компетентності персоналу; поєднання, злиття індустріальних, екологічних, мікробіологічних та цифрових технологій.

Інноваційна політика — це система політико-правових та політико-економічних інструментів, політичних ініціатив та заходів щодо сприяння, активізації інноваційної взаємодії, діяльності суспільних інституцій, суб'єктів ринкового середовища з метою формування національної інноваційної системи, інфраструктури з врахуванням глобальних інноваційних викликів та реалізації стратегій інноваційного розвитку. Глобальні інноваційні виклики визначаються програмними документами, планами дій світових самітів зі сталого розвитку, зокрема стратегічними цілями до 2030 р., Всесвітньою кліматичною стратегією на період до 2050 р., щодо яких Україна прийняла міжнародні

зобов'язання і які мають інноваційну спрямованість; а також Угодою про асоціацію між Україною та ЄС. Глобальним інноваційним викликом є також четверта технологічна революція (Індустрія 4.0) з інноваційними моделями технологічного синергізму (поєднанням, злиттям індустріальних, цифрових, біоекологічних технологій, нанотехнологій, космічних технологій тощо).

Інноваційний імператив — домінуюча тенденція інноваційної спрямованості сталого розвитку суспільства в XXI ст., його інституцій та сфер життєдіяльності з метою посилення інноваційного потенціалу конкурентоспроможності; адекватної адаптації до стрімких технологічних та соціоприродних змін у зовнішньому середовищі. Глобальний інноваційний імператив визначається Програмними документами ООН зі сталого розвитку, зокрема оновленими цілями до 2030 р., Паризькою кліматичною стратегією на період до 2050 р. Для України європейський інноваційний імператив визначений Угодою про асоціацію між Україною та ЄС, яка має інноваційну спрямованість на сталий розвиток. Міжнародні зобов'язання України щодо реалізації на національному рівні інноваційних імперативів всесвітнього та європейського масштабів стали сучасними інноваційними викликами, подолання яких потребує консолідації національних інтелектуальних та інституційних ресурсів, зміни національних світоглядних цінностей та практичного втілення їх у життя, починаючи з національної системи освіти та політичних інституцій (державницьких, громадських). Мається на увазі зміна споживацької філософії буття на інноваційну філософію збереження спільносвіту, соціоприродного середовища та виживання планетарного людства.

Інноваційний менеджмент — системи управління інноваційною діяльністю та інноваційним розвитком із функціями підготовки, прийняття та реалізації інноваційних рішень на засадах методології системно-синергетичного підходу, що спрямовані на розробку і впровадження науково-технічних, навчальних, технологічних, організаційних нововведень у постійно змінному середовищі.

Функції інноваційного менеджменту можуть бути суміщені із загальними функціями системного менеджменту або виокремлені залежно від масштабів та складності інноваційного процесу, інноваційної діяльності: стратегічний інноваційний менеджмент, корпоративний інноваційний менеджмент, освітній інноваційний менеджмент ЗВО, екологічний менеджмент. Інноваційність менеджменту характеризується функціями аудиторських досліджень, інноваційного маркетингу

з дослідженнями попиту на інноваційні знання, послуги, продукцію; системою неперервного оновлення професійної компетентності, спеціальних знань; станом розвиненості інноваційної самоорганізації, самокерованості, поширення електронного (цифрового) менеджменту тощо.

Інноваційний потенціал — стратегічна сукупність інтелектуальних та інвестиційних ресурсів суспільних інституцій, економічно-правових механізмів інтеграції науки, освіти, бізнесу, здатних забезпечити продукування та реалізацію інноваційних ідей, інноваційний розвиток та інноваційну діяльність як індивідуумів, так і суб'єктів ринкового середовища, соціальних інституцій. Інноваційний потенціал формується за сприянням державної підтримки інноваційної самоорганізації та самокерованості креативних структур соціоприродного суспільства: наукових, освітніх, громадських, екологічних, підприємницьких.

Інноваційний сталий розвиток — розвиток, що ґрунтується на системному пошуку, дослідженні проблем використання нових сфер і способів реалізації інноваційного потенціалу та має на меті неперервне технологічне, функціональне та екологічне оновлення, модернізацію процесів, систем, продукції; посилення, зокрема, екологічних споживчих якостей продукції, послуг; підтримки випереджувального продукування нових наукових знань, ідей та методів їх реалізації в постійно змінних умовах зовнішнього соціоприродного середовища; гармонізації взаємодії систем науки, освіти, бізнесу, держави та громадськості з досягненням ноосферного стану соціоприродного середовища життєдіяльності.

Інноваційні технології — нові конкурентоспроможні технології, що забезпечують виробництво інноваційної продукції з високими споживчими якостями або надання конкурентоспроможних послуг у різних галузях діяльності. Технології, що ґрунтуються на міждисциплінарних системах наукових знань та умінь. Освітні інноваційні технології ґрунтуються на міждисциплінарному та компетентнісному підходах із високим рівнем інформатизації із застосуванням синергетичних методів навчання, неперервного оновлення знань та компетенцій. Згідно Стратегії СЕК ООН з освіти, для сталого розвитку синергетичні методи навчання — це методи, орієнтовані на спільне дослідження та розв'язання конкретних проблем: методи концептуального моделювання проблемних ситуацій, впровадження інновацій через навчання, спільна дослідницька навчально-практична діяльність, спільна робота над інноваційними проектами в процесі навчання тощо.

Інтегральний ресурс сталого розвитку — синергетична сукупність природних, інтелектуальних, інформаційних, матеріальних і трудових ресурсів як базових чинників життєдіяльності, сталого розвитку суспільства.

Інтеграційний підхід — характерний для синергетичної методології сталого розвитку методологічний підхід до вирішення складнопов'язаних проблем збалансованої інтеграції економічних, технологічних, екологічних, соціальних аспектів, потенціалів, цілей сталого розвитку; цілісного сприйняття і зведення до єдиної критеріальної бази задля оцінювання синергетичного ефекту від збалансованої інтеграції різнорідних, складних систем, процесів.

Інтелектуальний (ноосферний) ресурс сталого розвитку — ресурс «екологічної сили Розуму» (за В. І. Вернадським), який формується в ноосферному середовищі шляхом інноваційної освіти, інтелектуальної інформації, інтелектуального (а не споживацького) виховання, неперервного інтелектуального самовдосконалення. Це ресурс «розумних» міст, інфраструктур, виробництв, навчальних закладів.

Інформаційний ресурс (ІТ-ресурс) сталого розвитку — системна складова інтегрованого ресурсу сталого розвитку інформаційного, соціоприродного суспільства, що охоплює цифрові технології («хмарні», 3D-програмування, мобільний Інтернет, е-менеджмент тощо), електронну промисловість, ІТ-освіту, е-логістику тощо. ІТ-ресурс, інфраструктура сталого розвитку має на меті забезпечити комплексні, міждисциплінарні дослідження проблем, моделей сталого розвитку; створити галузеві, територіальні інформаційні системи управління сталим розвитком — е-менеджмент сталого розвитку.

Каскадне моделювання інновацій — аналогові бізнес-моделі каскадування інновацій «синьої» економіки або економіки регенеративних каскадних моделей виробництва і споживання. «Синя» економіка — це економічна система, котра імітує функціональність екологічних систем (за Понтеррома Паулі). Це динамічна, безвідходна, відтворювальна «економіка» природних екосистем, яка може бути інтегрована шляхом впровадження аналогових каскадних бізнес-моделей у соціальну економіку за умов зміни споживацької філософії буття на ноосферну філософію життєдіяльності соціоприродного суспільства.

Каскадування споживчих речовин та енергії — регенеративні або відтворювальні, відновлювальні природні технології біогенних речовин та біоенергії в екосистемах.

Кластерна інноваційна модель — галузево-територіальна модель сталого інноваційного розвитку виробництва, яка ґрунтується на си-

нергізмі, кооперувані, інтеграції спеціалізованих об'єднань, підприємств у взаємозв'язку з територіальними науковими та освітніми установами, органами місцевої влади, самоврядування, громадськими організаціями на засадах повного ЖЦП для досягнення синергетичного ефекту підвищення інноваційності та екологічності виробництва, продукції; конкурентоспроможності галузевих кластерних структур, територіальних громад. Кластерні моделі формуються на синергетичних принципах самоорганізації, саморегулювання та самопідтримування.

Кластерні стратегії — територіально-галузеві стратегії сталого інноваційного розвитку регіонів, які ґрунтуються на принципах інноваційного моделювання ЖЦП, інноваційного підприємництва з високим інтелектуальним рівнем самоорганізації та інноваційного менеджменту; синергізмі взаємодії, інтеграції бізнесу, влади, науки, освіти та громадськості з механізмами багатосторонньої співпраці.

Концептуальне моделювання — формалізований системно-структурний метод дослідження складної цілісності об'єкта, системи процесів; структурних причинно-наслідкових зв'язків і який ґрунтується на застосуванні концептуальної (системної) моделі як засобу дослідження, наукового пізнання, що надає можливість показати графічно взаємозв'язок між структурними складовими системи, об'єкта досліджень.

Маркетинг екологічний (у виробництві) — вивчення, дослідження попиту на екологічно чисту та безпечну продукцію (маркетингові дослідження); екологічне ціноутворення; планування екологічно безпечного асортименту збуту і торговельних операцій; планування екологічної («зеленої») модернізації виробництва, трансферу екологічно досконаліших технологій; вивчення пропозицій, рекомендацій екологічних аудитів щодо покращення екологічних характеристик ЖЦП.

Маркування екологічне — позначення продукції спеціальним знаком, який засвідчує її екологічність (екологічні характеристики) чи пов'язані з нею процеси і методи виробництва відповідно до нормативних вимог. Термін «маркування екологічне» застосовується у міжнародних стандартах, у т. ч. адаптованих в Україні: ДСТУ ISO 14020 (21, 24). «Екологічне маркування та декларації». Екологічні критерії, за якими оцінюють продукцію, розробляють додатково до національних стандартів її якості. Після дослідження і оцінювання повного ЖЦП за його екологічністю надається ліцензія, що є основою для використання на певних категоріях і видах продукції знаків «М. е.». Україною було прийнято до складу Глобальної мережі екологічного маркування

(GEN) у 2004 р. з уведенням українського знака-аналога М. е. до міжнародного реєстру. Відповідно до вимог міжнародного стандарту ДСТУ ISO 14024:2002, в Україні встановлено національний знак «Екологічно чисто та безпечно».

Метаболізм — (від грец. *metabole* — змінна) — обмін речовин, сукупність процесів біохімічних перетворень речовин та енергії в життєвих організмах. Метаболізм екосистеми підтримує сталість (упорядкованість) екосистем довкілля.

Методологічні підходи, характерні для сталого розвитку — синергетичний підхід до вирішення проблем збалансованості економічних, соціальних та екологічних цілей, потенціалів; інтегрований підхід до посилення інноваційного потенціалу сталого розвитку шляхом поєднання науки, освіти, бізнесу, громадськості, органів влади, самоорганізації та саморегулювання; міждисциплінарний підхід до дослідження складних проблем сталого розвитку, що ґрунтується на взаємозв'язку між різними науковими системами знань, дисциплінами, методами досліджень; спільний розгляд багатьох дисциплін на єдиній методологічній або технологічній основі; комплексний підхід — міжсередовищний, соціоприродний підхід до проблем сталого розвитку.

Методологія (від грец. *methoges* — пізнання і *logos* — вчення). 1) вчення про наукові методи пізнання, дослідження проблем; 2) сукупність методів, способів, прийомів, їх повна послідовність, алгоритми досліджень. Це наука про структуру, логічну організацію, засоби і методи діяльності взагалі.

Модель компетентності у сфері сталого розвитку — це структурована синергетична модель взаємодоповнювальних базових і спеціальних суміжних компетенцій із загальним практичним досвідом професійної діяльності і досвідом вирішення конкретних проблем сталого розвитку, реалізації відповідних програм, проектів із набуттям спеціальної підготовки, перепідготовки. Наприклад, інженерно-екологічна, еколого-економічна компетентність різної галузевої спеціалізації. Моделювання компетентності — це процес дослідження та проектування динамічних моделей компетентності, які неперервно змінюються у часі і просторі.

Ноогенез (від грец. *noos* — розум та *genesis* — утворення, виникнення) — еволюція, керована людським розумом, свідомістю.

Нооперетворення — синергетичний процес зміни «споживацької» антропоцентричної філософії життєдіяльності, буття на ноосферну філософію цілісності спільносвіту, екоцентричну світоглядну парадигму

збереження планетарної природи для прийдешніх поколінь; процес переходу від індустріальної геометрії до екологічної інженерії сталого розвитку з «розумними» і концентричними бізнес-моделями життєдіяльності.

Ноосфера (від грец. *noos* — розум і *sphaira* — куля) — сфера Розуму людської спільноти як біотичної планетарної спільноти; сучасний стан біосфери, коли людська планетарна спільнота з її колективним Розумом набула, за визначенням В. І. Вернадського, рушійної глобальної геологічної сили.

Ноосферогенез — процес формування ноосферного простору силою Розуму, Інтелекту, Духовності людської спільноти як необхідної передумови, рушійної сили сталого розвитку суспільств. Світове співтовариство з прийняттям Програми дій на ХХІ ст. у 1992 р. (Ріо-де-Жанейро, Бразилія) визнало, що потрібно спрямувати суспільний розум на виживання планетарної цивілізації у дуже складних кліматичних та цивілізаційних процесах. Основний закон синергетики сталого розвитку — відповідальність потреб суспільства можливостям природи їх задовольнити, узгодженість інтересів людини, суспільства та біотичної спільноти.

Підходи синергетичні до проблем сталого розвитку — методологічні підходи, що ґрунтуються на синергетичній теорії, методології сталого розвитку, адекватних синергетичних механізмах розуміння складності трансформаційних процесів у соціоприродних системах.

Парадигма — система цінностей, світоглядних та наукових поглядів, ідей, відповідно до яких реалізуються принципи сталого розвитку.

Парадигма сталого розвитку — домінуюча система світоглядних, ціннісних, теоретико-методологічних, практичних установок, прийнятих більшістю світової спільноти за стратегічні орієнтири сучасного розвитку, що реалізовані у конкретні програми дій, міжнародні та національні стандарти сталого розвитку.

Принципи сталого розвитку — всесвітньо визнані й закріплені в програмних документах ООН, історично визначені та науково обґрунтовані керівні принципи соціоприродної цілісності спільносвіту, екологічної обмеженості економічного зростання синергетичної інтеграції економічних, соціальних, екологічних цілей потенціалів сталого розвитку задля досягнення синергетичного ефекту збалансованої сталості, гармонізаційного співіснування, коеволюції природних та соціально-економічних планетарних систем. Принципи сталого розвитку ґрунтуються на синергетичних законах нелінійного розвитку, са-

морозитку соціоприродних систем, зокрема законах функціональної оптимальності, внутрішньої динамічної рівноваги (гомеостазу), соціально-екологічної рівноваги, інтегрального ресурсу, зниження природоємності кінцевої продукції тощо.

Природні еталони безвідходних, самовідтворювальних технологій, процесів — продукційні процеси в природних системах (екосистемах) створення та трансформації живої речовини на основі фотосинтезу — перетворення сонячної енергії на хімічну зеленими рослинами, водоростями і бактеріями. Наприклад, каскадні технології перетворення поживних речовин та енергії у ланцюгу трофічних рівнів екосистем (сукупність організмів, що займає визначене положення в загальному ланцюгу споживання). У соціальному середовищі такі природні еталони набули визначення каскадних бізнес-моделей (Пюнтер Паулі).

Реінжиніринг — бізнес-процес реінжиніринг означає сукупність методів і засобів, які мають на меті кардинально поліпшувати основні характеристики діяльності підприємств, корпорацій, зокрема екологічні, шляхом моделювання, системного аналізу й перепроєктування (реінжинірингу) діючих бізнес-процесів (технологій).

Ресурси інтегральні — сукупність ресурсів природних, трудових, інтелектуальних у своїй синергетичній цілісності спільного забезпечення сталості розвитку суспільства.

Ресурси природні поділяються на вичерпні та невичерпні. Вичерпні ресурси — це невідновлювальні мінеральні (вугілля, нафта, газ, руди тощо) та відновлювальні (грунти, рослини, тварини), невичерпні ресурси — це космічні (сонце, радіація, морські припливи тощо), кліматичні (атмосферне повітря, енергія вітру, води), водні (геотермальних джерел, поверхневих та підземних вод тощо).

Ресурси продовольчі — харчові продукти та сировина для їх виготовлення рослинного та тваринного походження.

Ресурсоємність технологічна — сукупність структурно-технологічних властивостей, що визначають можливість виготовлення продукції, ремонту й утилізації, а також виконання процесів з установленими витратами та витратами ресурсів у технологічних системах, циклах. Визначає показники ресурсовикористання та ресурсозбереження.

Розвиток у контексті синергетичної теорії — незворотна, спрямована, закономірна зміна матеріальних та нематеріальних об'єктів у синергетичній цілісності властивостей, механізмів самоорганізації систем. Розвиватися здатні лише відкриті стаціонарні системи, які своєю чергою здатні підтримувати стійку динамічну рівновагу

(гомеостаз). Відкритість системи означає, що вона здійснює метаболізм, тобто речовинно-енергетично-інформаційний обмін із зовнішнім середовищем. Метаболізм є джерелом надходження до системи вільної енергії та виділення із системи відходів життєдіяльності. Система розвивається завдяки синергетичній взаємодії трьох груп факторів: мінливості, спадковості та добору, які реалізуються за допомогою двох класів синергетичних механізмів — адаптаційних і біфуркаційних. Синергетичний феномен зумовлює взаємодію окремих частин, механізмів систем між собою, унаслідок чого вони починають діяти спільно як єдине ціле.

Синергетика (від грец. *synergos* — спільно діючий) — сучасний міждисциплінарний науковий напрям дослідження інтеграційних (коопераційних) процесів самоорганізації та саморозвитку в складних нерівновагових системах різної природи (фізичних, екологічних, соціальних, економічних тощо).

Синергетична освіта — неперервна, міждисциплінарна, інноваційна освіта, орієнтована на принципи, проблеми, цілі сталого розвитку в синергетичній цілісності процесів навчання і розвитку, систем формальної та неформальної освіти; інноваційної інтеграції науки, освіти та підприємства, з орієнтацією на підготовку фахівців інноваційної формації, компетентності.

Синергетична теорія як симбіотична теорія розвитку нелінійних складноструктурованих систем, що пов'язані з енергоінформаційним обміном із зовнішнім середовищем, рівновагісністю та динамікою стану систем із ключовим поняттям ентропії та вільної енергії, здатністю підтримувати гомеостаз (динамічну рівновагу), дає змогу описувати і розкривати закономірності, властивості сталого самопідтримувального розвитку соціоприродних, соціоекономічних, інфраструктурних та технологічних систем життєвих циклів. До синергетичної теорії належать такі фундаментальні поняття:

— стаціонарність: сталість суттєвих для системи властивостей у часі; здатність системи підтримувати гомеостаз — динамічну рівновагу;

— відкритість: здатність до здійснення метаболізму, тобто речовинно-енергетично-інформаційний обмін із зовнішнім середовищем;

— самореорганізація: процес упорядкування внутрішньої структури та потоків речовин, енергії й інформації, що проходять через систему, який забезпечується механізмами зворотного зв'язку (зворотній вплив системи у відповідь на вплив зовнішній). Розрізняють негативний зворотний зв'язок, коли своєю реакцією система послаблює дію

чинників, і позитивний зворотний зв'язок, коли своєю реакцією, поведінкою система підсилює його;

— саморозвиток: внутрішня необхідна самозміна (трансформація) системи для самопідтримання гомеостазу — стійкої динамічної рівноваги. У природних системах самовідтворення процесів розвитку відбувається завдяки синергетичному феномену — креативності (екосистемної), у соціальних, екологічних системах — завдяки інноваційності або здатності до оновлення, змін;

— синергетична методологія — це інтегративна, міждисциплінарна методологія пізнання і розвитку складних нелінійних соціоприродних систем, закономірностей їх сталої соціо-еколого-економічної збалансованості. Це єдина методологія вирішення складних проблем сталого розвитку, системної екологізації виробництва, суспільних інституцій. Це методологія економічного соціального та технологічного синергізму четвертої індустріальної революції (

Синергетичними механізмами загальносистемної дії є міжнародна стандартизація сталого розвитку ISO, екологічна стандартизація, системна екологізація з використанням відновлювальних джерел енергії, нарощення інтелектуального ресурсу засобами науки, освіти, інформації, їх інноваційного синергізму тощо. Індустрія 4.0).

Синергетичні механізми сприяння сталому розвитку суспільства — ендогенна група механізмів сприяння самоорганізації, саморозвитку, що пов'язана зі змінами у самій системі (екологічній, соціальній, економічній, технологічній) та екзогенна група механізмів сприяння збалансованої інтеграції соціальних, екологічних та економічних систем, потенціалів сталого розвитку; створенню, формуванню соціоприродного середовища сталого розвитку.

Системна екологізація — це системно-синергетичний процес поширення екологічних ідей, законів, вимог, знань у всі галузі, системи життєдіяльності суспільства засобами екологічної просвіти, освіти, інформації, стандартизації та нормами еколого-етичної поведінки.

Для синергетичної освіти характерні синергетичні методи навчання: концептуальне моделювання, орієнтування на проблематику конкретних ситуацій, самонавчання, управлінське консультування, проектне навчання тощо.

Синергетичний ефект — це доданий ефект, отриманий внаслідок кооперації, спільної дії окремих систем у більш складній системі; посилення ефекту дії одного фактору за рахунок кооперування, інтеграції з іншими факторами.

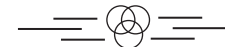
Синергетичний підхід щодо сталого розвитку складно організованих та нелінійно функціонуючих взаємопов'язаних система — це методологічний підхід, що ґрунтується на синергетичних закономірностях самоорганізації та саморегулювання складно організованих систем, для яких характерним є нелінійний характер розвитку.

Синергетичний (інтегрований) ефект — соціо-еколого-економічний ефект сталого розвитку соціо-природних систем (територіальних громад, інфраструктур), який вимірюється системою критеріїв сталого синергізму процесів нарощення інноваційного та інтелектуального потенціалів, змін світоглядної парадигми тощо.

Системний підхід як нормативна методологія прийняття системних рішень (управлінських, інженерних, економічних) — синергетичний методологічний підхід до вирішення проблем сталого розвитку, що ґрунтується на системному аналізі (SWOT-аналізі) стану проблем, системній оцінці можливостей їх подолання. В основі методології системного підходу лежить дослідження об'єкта як системної цілісності з причинно-наслідковими зв'язками та механізмами забезпечення цілісності.

Технологічний синергізм — поєднання, злиття різних технологій у цілісній технологічній системі кінцевої продукції (у системі ЖЦП — продукційній системі). Наприклад, поєднання, злиття технологій каскадування споживчих речовин і енергії в природних системах або екологічних інновацій, цифрових технологій тощо.

Технологічні уклади — сукупність технологій і виробництв одного науково-технічного рівня, характерного для окремих етапів інтелектуального, ноосферного розвитку цивілізацій. Для сучасного шостого технологічного укладу характерним є інноваційно-технологічний синергізм, який одержав назву четвертої індустріальної революції (Індустрія 4.0): поєднання, злиття традиційних індустріальних, цифрових, екологічних, мікробіологічних та нанотехнологій із поширенням використання відновлювальних джерел енергії та переходом до безперервного оновлення, поглиблення знань, компетентностей.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Офіційні друковані джерела

1. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» // Відомості Верховної Ради. — 2019. — № 16. — ст. 70.
2. Закон України «Про вищу освіту» від 1.07.2014 // Відомості Верховної Ради. — 2014. — № 37–38. — ст. 2004.
3. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/984_011.
4. Програма дій «Порядок денний на XXI століття» ухвалена конференцією ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро, 1992 р. — К. : Інтелсфера, 2000.
5. Доклад Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию. Йоханнесбург, Южная Африка, 26 августа — 4 сентября 2002 года. Нью-Йорк : Организация Объединённых Наций, 2002. — 212 с.
6. Будущее, которого мы хотим. Итоговый документ Конференции ООН по устойчивому развитию — «РИО+20». — Рио-де-Жанейро : Организация Объединённых Наций, 2012. — 66 с.
7. Рамкова Конвенція ООН про зміни клімату. Паризька угода, 2015 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161.
8. Глобальні цілі сталого розвитку до 2030 року : ухвалено в 2015 році на Саміті під час ювілейної сесії Генеральної асамблеї ООН [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.un.org.ua/ua/tsilirozvytku-tysiacholittia/tsili-staloho-rozvytku>.
9. Стратегія сталого розвитку ЄС : ухвалено Європейською радою у Брюсселі, 2006.
10. Стратегія ЄС з освіти для сталого розвитку. Прийнята на нараді високого рівня у Вільнюсі 17–18 березня 2005 року.
11. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG). — К. : ТОВ «ЦС», 2015. — 32 с.

Національні стандарти сталого розвитку, ідентичні міжнародним ISO

12. Національний стандарт України. Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосовування (ISO 14001:2004, IDT) ДСТУ ISO 14001:2006. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 17 с.
13. Національний стандарт України. Настанови щодо здійснення аудитів систем управління якістю і (або) екологічного управління (ISO 19011:2002, IDT) ДСТУ ISO 19011:2003. — К. : Держспоживстандарт України, 2004. — 24 с.
14. Національний стандарт України. Визначення цілі, сфери застосування та аналізування інвентаризації ДСТУ ISO 14004:2004. — К. : Держспоживстандарт України, 2004. — 38 с.
15. Національний стандарт України. Оцінювання життєвого циклу. Приклади використання ISO 14041 для визначення мети і сфери застосування та аналізування інвентаризації. ДСТУ ISO/TP 14049:2004. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 31 с.
16. Національний стандарт України. Настанови щодо оцінювання екологічної характеристики (ISO14031:1998, IDT). ДСТУ ISO 14031:2004. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 26 с.

Друковані джерела

17. Баженов В. А. Інженерна екологія. Підручник з теорії і практики сталого розвитку / В. А. Баженов, В. М. Ісаєнко, Ю. М. Саталкін та ін. ; за заг. ред. чл.-кор. НАНУ В. П. Бабака. — К. : Книжкове вид-во НАУ, 2006. — 492 с.
18. Білявський Г. О. Основи екологічних знань : підручник для ВНЗ / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. — К. : Либідь, 2004. — 350 с.
19. Бізек В. Політика та право ЄС з питань, що стосуються довкілля : посібник / В. Бізек. — Київ : Проект ЄС «Додаткова підтримка Міністерства екології та природних ресурсів України у впровадженні Секторальної бюджетної підтримки», 2013. — 168.
20. Білоус В. С. Синергетика і самоорганізація в економічній діяльності: навч. посіб. / В. С. Білоус ; Київський національний економічний ун-т ім. Вадима Гетьмана. — К. : КНЕУ, 2007. — 371 с.
21. Буркинський Б. В. Інноваційний імператив становлення «зеленої» економіки / Б. В. Буркинський, Н. І. Хумарова // Природно-ресурсний потенціал збалансованого (сталого) розвитку України :

матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 19-20 квіт. 2011 р. ; Перспективи впровадження моделі «зеленої» економіки в Україні : матеріали VII міжнар. бізнес-форуму (Київ, 21 квіт. 2011 р.) : у 2 т. — К., 2011. — Т. 2. — С. 359–363.

22. Вайцзеккер Э. фон. Фактор четыре. Затрат — половина, отдача — двойная. Новый доклад Римскому клубу / Э. фон Вайцзеккер, Э. Ловинс, Л. Ловинс ; пер. А. П. Заварницына и В. Д. Новикова ; под ред. академика Г. А. Месяца. — М. : Academia, 2000. — 400 с.

23. Горбулін В. П. SWOT-аналіз як важливий елемент стратегічного планування національної безпеки / В. П. Горбулін, А. Б. Качинський // Національна безпека України: український вимір. — 2009. — № 6 (25). — С. 23–30.

24. Паулі Г. Синя економіка. 10 років, 100 інновацій, 100 мільйонів робочих місць. Доповідь Римського клубу / Гюнтер Паулі. — Geneva : Risk Reduction Foundation, 2012. — 320 с.

25. Драч І. Компетентність фахівця як теоретична проблема / І. Драч // Нова педагогічна думка. — 2013. — № 3. — С. 41-44.

26. Екологічна енциклопедія : У 3 т. / редколегія : А. В. Толстоухов (головний редактор) та ін. — К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2006–2008.

27. Дорогунцов С. І. Господарювання — синергетичний інваріант / С. І. Дорогунцов, О. М. Ральчук. — К. : Оріяни, 2006. — 228 с.

28. Згуровський М. З. Основы устойчивого развития общества : курс лекций в 2 ч. / М. З. Згуровський, Г. О. Статюха. — К. : НТТУ «КПІ», 2010. — Ч. 1. — 464 с.

29. Ісаєнко В. М. SWOT-аналіз та аналіз прогалин (Gap-аналіз) політик, програм, планів та законодавчих актів у галузі освіти і науки та підготовка рекомендацій щодо їх удосконалення відповідно до положень Конвенцій Ріо : програма розвитку ООН в Україні (ПРООН) за підтримки Глобального екологічного фонду (ГЕФ) / В. М. Ісаєнко. — Херсон ; Київ : ФОП Грін Д. С., 2016. — 108 с.

30. Ісаєнко В. М. Синергетична педагогіка : [навчально-методичний посібник] / Ісаєнко В. М., Рідей Н. М., Навроцька Д. В., Уліщенко А. Б. — К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2019. — 416 с.

31. Кліменко М. О. Методологія та організація наукових досліджень (в екології) : підруч. для студ. та магістрантів вищ. навч. закладів, які навч. за галуззю знань 0401 «Природничі науки» / М. О. Кліменко, В. Г. Петрук, В. Б. Мокін, Н. М. Вознюк. — Херсон : Олді-плюс, 2012. — 473 с.

32. Шваб К. Четвертая промышленная революция: перевод с английского / Клаус Шваб. — Москва : Эксмо, 2016. — 208 с.

33. Шваб К. Технологии Четвертой промышленной революции / Клаус Шваб, Николас Дэвис. — Москва : Эксмо, 2018. — 320 с.

34. Козлов А. Б., Романов В. В. Интегрированная система менеджмента : учебное пособие в табл. и сх. / А. Б. Козлов, В. В. Романов. — К. : Изд-во Европейского ун-та, 2005.

35. Кричевский С. В. Экологическая модернизация аэрокосмической деятельности: проблемы, стратегии, проекты : материалы міжнар. наук.-практ. конф. «Національна екологічна політика в контексті Європейської інтеграції України». Київ, 2010.

36. Маєр-Абіх Клаус Міхаель. Повстання на захист Природи: від довкілля до спільнотвиту / Маєр-Абіх Клаус Міхаель; пер. з нім. Єрмоленка А. — К. : Лібра, 2004. — 187 с.

37. Методичні рекомендації з розроблення складових галузевих стандартів вищої освіти (компетентісний підхід) / укладачі: В. Л. Гуло, К. М. Левківський, Л. О. Котоловець та ін. — К. : Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України, 2013. — 90 с.

38. Мельник Л. Г. Екологізація економіки на основі життєвого циклу продукції / Л. Г. Мельник, І. М. Бурлакова // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції «Збалансований (сталій) розвиток України». — Київ : Центр екологічної освіти та інформації, 2010. — С. 26–30.

39. Мельник Л. Г. Фундаментальні основи розвитку / Л. Г. Мельник. — Суми : Університетська книга, 2003. — 288 с.

40. Мельник Л. Г. Основи стійкого розвитку : посібник для підготовки фахівців / Л. Г. Мельник. — Суми : Університетська книга, 2006. — 654 с.

41. Національні стратегії сталого розвитку. Впровадження стратегічних і скоординованих дій: виклики, підходи та інновації. На основі аналізу досвіду 19 країн [Електронний ресурс] / Дарен Свонсон, Ласло Пінтер (Міжнародний інститут сталого розвитку, Франсуа Брега (Stratas Inc.), Аксель Фолькепі, Клаус Якоб (Дослідницький центр). — Вінніпег : Міжнародний інститут сталого розвитку, 2016. — 64 с. — Режим доступу : <http://www.sd4ua.org/natsionalni-strategiyi-stalogo-rozvytku-daren-svonson-laslo-pinter-fransua-brega-aksel-folkeri-klaus-yakob>.

42. Лутай В. С. Основной вопрос современной философии. Синергетический подход / В. С. Лутай ; Институт высшего образования АПН Украины. — К. : ПАРАПАН, 2004. — 156 с.

43. Основи стійкого розвитку : навчальний посібник / за заг. ред. проф. Л. Г. Мельника. — Суми : Університетська книга, 2005. — 654 с.

44. Романов М. С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості : наукове видання. — К. : НУХТ, 2018.

45. Реймерс Н. Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н. Ф. Реймерс. — М. : Журнал «Россия Молодая», 1994. — 367 с.

46. Рідей Н. М. Теоретичні аспекти формування професійно-практичної компетентності екологів / Н. М. Рідей, В. П. Строкаль // Вісник Луганського національного університету ім. Тараса Шевченка. — 2011. — №20.

47. Рідей Н. М. Концепція та науково-методичні рекомендації з формування професійно-практичної компетентності фахівців з управління природокористуванням в агросфері / Н. М. Рідей, В. М. Ісаєнко, Г. О. Білявський та ін. — К. : НУБіП України, 2014. — 459 с.

48. Социально-экономический потенциал устойчивого развития : учебник / под ред. проф. Л. Г. Мельника (Украина) и проф. Л. Хенса (Бельгия). 2-е изд., стер. — Суми : Университетская книга, 2008. — 1120 с.

49. Степаненко А. В. Технологічні уклади і екологічна безпека / А. В. Степаненко, А. А. Омельченко // Екологічний вісник. — 2014. — № 2. — С. 23–25.

50. Форсайт економіки України: середньостроковий (2015–2020 роки) і довгостроковий (2020–2030 роки) часові горизонти / наук. керівник проекту акад. НАН України М. З. Згуровський ; Міжнародна рада з науки (ICSU); Комітет із системного аналізу при Президії НАН України; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»; Інститут прикладного системного аналізу НАН України і МОН України; Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку. — К. : НТУУ «КПУ», 2015. — 136 с.

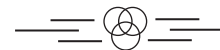
51. Федоров О. Зяючі висоти космічних досліджень / Олег Федоров // Дзеркало тижня. — 2017. — 25 лют. — 3 берез. (№ 7). — С. 1, 12.

52. Шевчук В. Я. Ноосферогенез і гармонійний розвиток / В. Я. Шевчук, Г. О. Білявський та ін. ; за ред. В. Я. Шевчука. — К. : Геопринт, 2002. — 127 с.

53. Шевчук В. Я. Екологічне підприємництво : навчальний посібник / В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, В. М. Навроцький та ін. — К. : Мета, 2001. — 191 с.

54. Шевчук В. Я. Екологічний аудит : підручник / В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, В. М. Навроцький. — К. : Вища школа, 2000. — 344 с.

55. Шевчук В. Я. Модернізація виробництва: системно-екологічний підхід : посібник з екологічного менеджменту. — К. : Символ-Т, 1997. — 245 с.



**СПЕЦІАЛЬНА ТЕРМІНОЛОГІЯ ТА ПОНЯТІЙНІ ЗАСАДИ
ОЦІНЮВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЇ ЗГІДНО
З МІЖНАРОДНИМ СТАНДАРТОМ ISO 14041:1998,
IDT (ДСТУ ISO 14041:2004) «ОЦІНЮВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ.
ВИЗНАЧЕННЯ МЕТИ ТА ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ
ТА АНАЛІЗУВАННЯ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ»**

Супутній продукт (*coproduct*) — будь-який із двох чи кількох продуктів з того самого одиничного процесу.

Якість даних (*data quality*) — характеристика даних, яка стосується їхньої здатності задовольняти висловлені вимоги.

Потік енергії¹ (*energy flow*) — вхід до одиничного процесу чи системи продукту або вихід із них, кількісно виражені в одиницях енергії.

Енергія сировини² (*feedstock energy*) — тепло від спалювання входів сировини до системи продукту, яке не використовують як джерело енергії.

Кінцевий продукт (*final product*) — продукт, який не потребує додаткового перетворення перед його використанням.

Неконтрольована емісія (*fugitive emission*) — неконтрольовані викиди у повітря, воду чи землю.

Наприклад, матеріал, що витікає через з'єднання трубопроводу.

Проміжний продукт (*intermediate product*) — вхід до одиничного процесу або вихід із нього, які потребують дальшого перетворення.

Енергія процесу (*process energy*) — вхід енергії, необхідний для функціонування одиничного процесу або для функціонування устаткування всередині процесу, за винятком входів енергії, необхідних для виробництва та постачання цієї енергії.

Еталонний потік (*reference flow*) — міра необхідних виходів від процесів у даній системі продукту, потрібна для виконання функції, передбаченої функціональною одиницею.

Аналіз чутливості (*sensitivity analysis*) — систематична процедура для встановлення впливу на результат дослідження вибраних методів і даних.

Аналіз невизначеності (*uncertainty analysis*) — систематична процедура на підтвердження та кількісного вираження невизначеності, яку

¹ Потік енергії, що є входом, можна називати *входом* енергії; потік енергії, що є виходом, можна називати *виходом* енергії.

² Виражають в одиницях вищої або нижчої теплотворних здатностей.

вносять у результати аналізу інвентаризації життєвого циклу, об'єднані впливи невизначеності входу та мінливості даних¹.

Компоненти ІЖЦ (інвентаризація життєвого циклу)

Система продукту (продукційна система) — це набір одиничних процесів, об'єднаних потоками проміжних продуктів, які виконують одну чи більше визначених функцій. На рис. Д1.1 показаний приклад системи продукту. Опис системи продукту охоплює одиничні процеси, елементарні потоки та потоки продукту через межі системи (чи то до системи чи від системи), а також потоки проміжних продуктів усередині системи. Суттєві властивості системи продукту характеризує її функція.

Одиничний процес

Системи продукту поділяють на набір одиничних процесів (рис. Д1.2). Одиничні процеси поєднані один з одним потоками проміжних продуктів і/або відходів, спрямовуваних на оброблення до інших систем продукту потоками продукту та до довкілля елементарними потоками.

Прикладами елементарних потоків, що входять до одиничного процесу, є сира нафта та сонячна радіація. Прикладами елементарних потоків, що залишають одиничний процес, є викиди у повітря, у воду та радіація. Прикладами потоків проміжного продукту є основні матеріали та комплектувальні деталі.

Поділ системи продукту на її складові одиничні процеси уможливує ідентифікацію входів і виходів системи продукту. Деякі входи використовують переважно як складову вихідного продукту, тоді як інші (допоміжні входи) використовують усередині процесу, але вони не є частиною вихідного продукту. Одиничний процес також генерує інші виходи (елементарні потоки і/або продукти) у результаті своєї діяльності. Межі одиничного процесу визначає рівень деталізації моделювання, необхідної для досягнення мети дослідження.

Через те, що система є фізичною, кожний одиничний процес підпорядкований законам збереження маси й енергії. Баланси мас та енергії є придатними для перевіряння справедливості опису одиничного процесу.

¹ Для визначення невизначеності результатів використовують межі або розподіл імовірності.

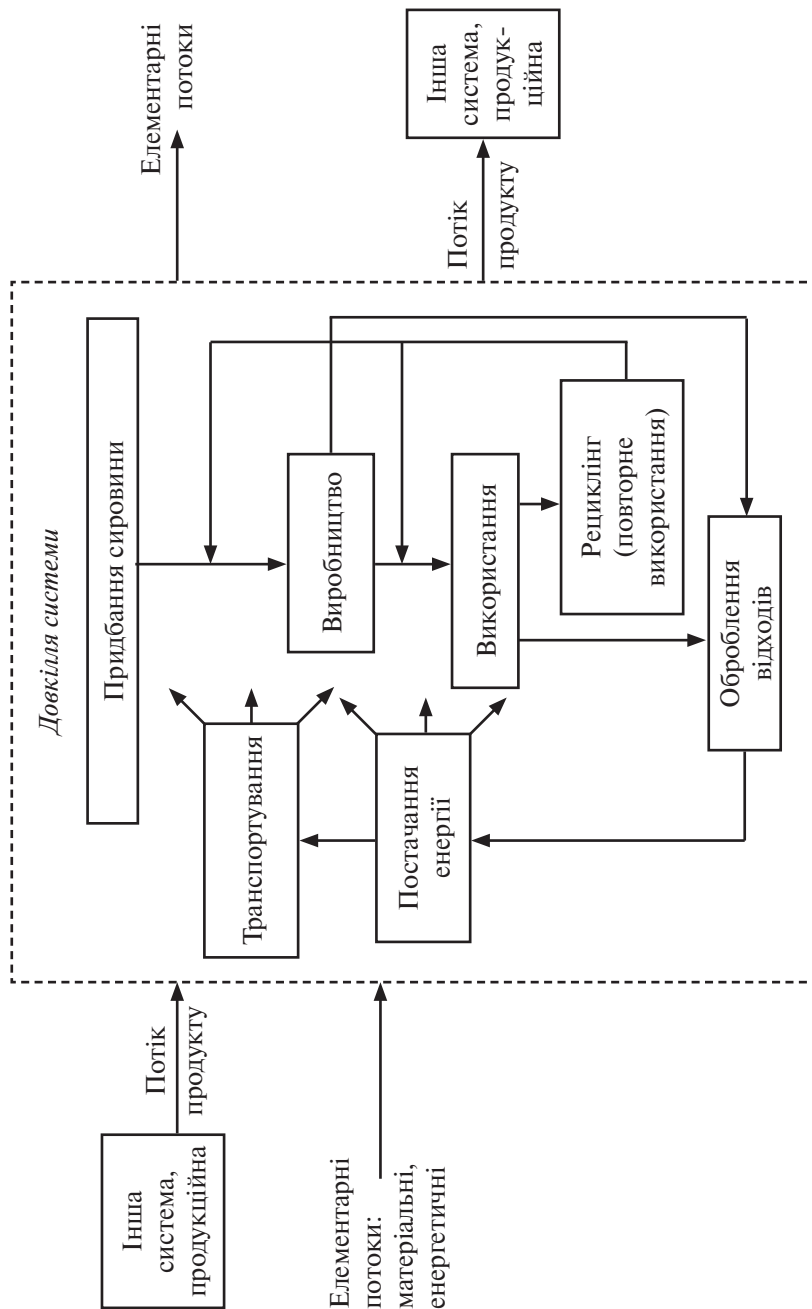


Рис. Д1.1. Приклад системи продукту для аналізування інвентаризації життєвого циклу

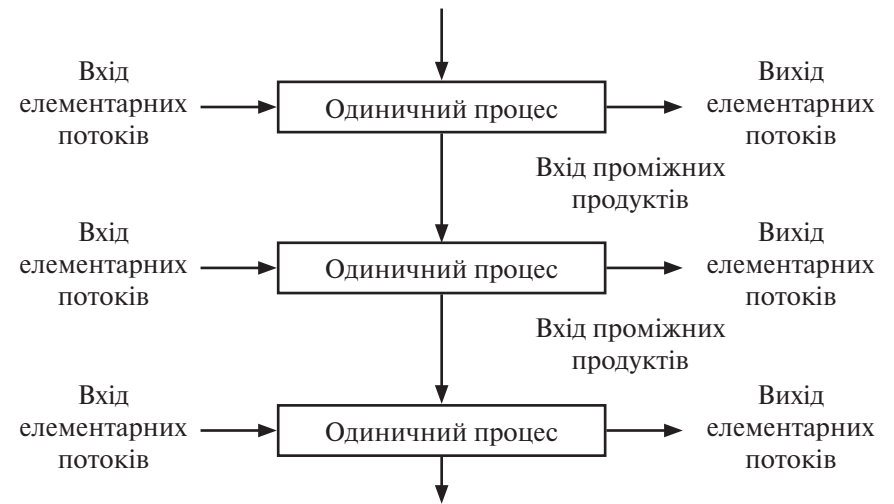


Рис. Д1.2. Приклад набору одиничних процесів усередині системи продукту

Категорії даних

Зібрані дані, чи то виміряні, чи обчислені або встановлені, використовують для кількісної характеристики входів і виходів одиничних процесів. Головні класи, до яких можна віднести дані під час їх класифікації, містять:

- входи енергії, сировини, допоміжні входи, інші фізичні входи;
- продукти;
- викиди у повітря, у воду, на землю, інші екологічні аспекти.

Усередині цих класів індивідуальні категорії даних можуть бути деталізовані для забезпечення досягнення мети дослідження.

Наприклад, у класі емісій викидів у повітря можна окремо ідентифікувати такі категорії даних, як оксид вуглецю, діоксид вуглецю, оксиди сірки, оксиди азоту тощо.

Системи, що моделюють продукт

Дослідження ОЖЦ здійснюють шляхом розроблення моделей, які описують ключові елементи фізичних систем. Часто недоцільно досліджувати всі взаємозв'язки між всіма одиничними процесами у системі продукту або всі взаємозалежності між системами продукту та довкілля. Вибір елементів фізичної системи, які підлягають моделюванню, залежить від визначеної мети та галузі застосування результатів дослідження. Використані моделі слід описати, а припущення, що обґрунтовують ці вибори, — ідентифікувати.

ВИЗНАЧЕННЯ МЕТИ ТА ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ

Загальні зауваження

Мету та галузь застосування дослідження ОЖЦ необхідно чітко визначити й узгодити з передбаченим застосуванням. У цьому треба керуватися вимогами 5.1 ISO 14040.

Мета дослідження

Мета дослідження ОЖЦ повинна чітко вказувати на передбачене застосування результатів дослідження, на підстави для його здійснення та очікуваних споживачів цих результатів, яким вони призначені.

Галузь застосування дослідження

Дослідження ОЖЦ — це ітеративний процес; після того, як дані та інформацію зібрано, різні особливості галузі застосування можуть конче потребувати модифікації, щоб відповідати первісній меті дослідження. Часом саму мету дослідження доводиться переглядати через непередбачені обмеження, необхідність або внаслідок отримання додаткової інформації. Такі модифікації, разом з їх обґрунтуванням, необхідно належним чином документувати.

Функція, функціональна одиниця та еталонний потік

Визначаючи галузь застосування дослідження ОЖЦ, необхідно чітко визначитись зі специфікацією функцій (характеристик існування) продукту.

Функціональна одиниця кількісно визначає ці ідентифіковані функції. Функціональна одиниця має узгоджуватися з метою та галуззю застосування дослідження.

Одним із першочергових завдань є призначення функціональної одиниці забезпечення еталону, відносно якого дані входу і виходу будуть нормалізованими (у математичному сенсі). Тому функціональна одиниця має бути чітко визначеною та вимірюваною.

Визначивши функціональну одиницю, необхідно встановити кількість продукту, потрібну для виконання функції. Результатом цього кількісного визначення є еталонний потік.

Після цього еталонний потік використовують для обчислювання входів і виходів системи. Порівняння систем треба здійснювати на основі тієї самої функції, кількісно вираженої однією й тією самою функціональною одиницею у вигляді еталонних потоків.

Наприклад, функцію висушування рук вивчають і як систему паперового рушника, і як систему повітряної сушарки. Обрану функціональну одиницю можна виразити у термінах ідентичної кількості пар висушених рук для обох систем. Для кожної системи можна визначити еталонний потік, наприклад, середню масу паперу або середній обсяг гарячого повітря, що будуть потрібні для висушування однієї руки. Для обох систем можна скласти інвентаризацію входів і виходів на основі еталонних потоків. На простішому рівні у випадку паперового рушника це буде пов'язано зі спожитим папером. У випадку ж повітряної сушарки це буде переважно пов'язано зі входом енергії до повітряної сушарки.

Якщо додаткових функцій будь-якої із систем не враховують під час порівняння функціональних одиниць, необхідно це задокументувати. Наприклад, системи А і В виконують функції x і y , вимірювані певною функціональною одиницею, але система А також виконує функцію z , не представлену функціональною одиницею. Тоді потрібно задокументувати, що функцію виключили із цієї функціональної одиниці. Як альтернатива для того, щоб зробити ці системи більш співставними, системи, пов'язані з виконанням другої функції, можна додати до межі системи В. У цих випадках обрані процеси слід задокументувати та обґрунтувати.

Початкові межі системи

Межі системи визначають одиничні процеси, які слід включити до модельованої системи. За ідеальних умов систему продукту треба моделювати так, щоб входи та виходи на її межах були елементарними потоками. Майже завжди бракує часу, даних або ресурсів для здійснення такого широкого дослідження. Тоді треба вирішити, які саме одиничні процеси потрібно моделювати у дослідженні, та визначитись з рівнем деталізації, до якої ці одиничні процеси будуть досліджувати. Не потрібно витрачати ресурси на кількісне оцінювання тих входів і виходів, які не будуть значно змінювати загальні висновки дослідження.

Також треба вирішити, які саме викиди у довкілля необхідно оцінювати, та рівень деталізації цього оцінювання. Переважно ті межі системи, які визначили на початку, далі будуть уточнювати на основі результатів попередньої роботи. Критерії застосовувані для того, щоб допомогти з вибором входів і виходів, потрібно добре зрозуміти й описати.

Будь-які рішення щодо вилучення стадій життєвого циклу, процесів або входів — виходів необхідно чітко сформулювати та обґрунтувати.

ти. Критерії, використовувані під час встановлювання границь системи, визначають міру довіри, яка гарантує, що результати дослідження будуть достовірними, і що мету даного дослідження досягнуть.

До розгляду треба брати низку стадій життєвого циклу, одиничних процесів і потоків, наприклад:

- входи та виходи відповідно до послідовності головних процесів виробництва (оброблення);
- доправлення (транспортування) продуктів;
- виробництво та використання палива, електроенергії та тепла;
- вживання та зберігання продуктів;
- видалення виробничих відходів і продуктів;
- відновлення використаних продуктів (а також повторне використання, рециклінг і регенерацію енергії), виробництво допоміжних матеріалів;
- виробництво, ремонтування та виведення з експлуатації капітального обладнання;
- додаткові операції, такі як освітлення та опалення;
- інші міркування стосовно оцінювання впливу (якщо він є).

Доцільно описувати систему, застосовуючи схеми технологічного процесу, які показують одиничні процеси та їх взаємозв'язки. Кожний одиничний процес необхідно спершу описати, для того щоб визначити:

- де одиничний процес починається, з огляду на підвезення до нього сировини або проміжних продуктів;
- природу перетворень і операцій, які відбуваються як частина одиничного процесу;
- де одиничний процес закінчується, з огляду на призначення проміжних або кінцевих продуктів.

Необхідно вирішити, які дані щодо входу і виходу треба простежити аж до інших систем продукту, разом із прийняттям рішень стосовно розподілу. Систему потрібно описати достатньо детально та якісно для того, щоб дати змогу іншому фахівцеві повторити аналіз інвентаризації.

Критерії для початкового внесення входів і виходів

Початковий набір входів і виходів обирають для інвентаризації, визначаючись із галуззю застосування. Так роблять тому, що часто немає сенсу моделювати кожний вхід і вихід у системі продукту. Для того, щоб виявити, які одиничні процеси, що створюють входи, та які одиничні процеси, що приймають виходи, необхідно вносити до системи досліджуваного продукту, використовують ітеративні методи. Почат-

кову ідентифікацію звичайно здійснюють із використанням доступних даних. Після збирання додаткових даних протягом дослідження потрібно якомога повніше виявити входи і виходи, які потім підлягають аналізу на чутливість.

Необхідно чітко описати критерії та припущення, на яких ці критерії встановлювали. У кінцевому звіті необхідно також оцінити та описати потенційний вплив обраних критеріїв на результат дослідження.

Для входів матеріалу аналіз починають з обирання входів, які потрібно дослідити. Цей вибір повинен ґрунтуватися на виявленні входів, пов'язаних із кожним одиничним модельованим процесом. Це здійснюють для даних, зібраних на конкретних ділянках або взятих з опублікованих джерел. Метою є виявити значні входи, пов'язані з кожним одиничним процесом.

Визначаючи те, які входи будуть досліджувати, у практиці ОЖЦ використовують кілька критеріїв, які охоплюють: а) масу, б) енергію та в) вплив на довкілля. Здійснення початкової ідентифікації входів лише на основі врахування маси може призвести до того, що дослідження не враховуватиме важливих входів. Тому енергію та вплив на довкілля треба також враховувати як критерії у цьому процесі:

а) маса: враховуючи масу як критерій, правильним рішенням буде залучення до дослідження всіх входів, які сумарно становлять більш ніж визначений відсоток входу модельованої маси системи продукту;

б) енергія: аналогічно, враховуючи енергію як критерій, правильним рішенням буде залучення входів, які становлять більш ніж додатковий визначений відсоток від встановленої кількості кожної категорії індивідуальних даних системи продукту;

в) вплив на довкілля; потрібно прийняти рішення щодо критерію впливу на довкілля для залучення входів, які вносять більш ніж додатковий визначений відсоток до встановленої кількості кожної індивідуальної категорії даних системи продукту. Наприклад, якщо як категорію даних було обрано оксиди сірки, встановлений критерій має містити будь-які входи, що вносять більш ніж наперед визначений відсоток від загальних емісій оксиду сірки для системи продукту.

Ці критерії можна також застосовувати для виявлення виходів, які необхідно простежити до їх потрапляння у довкілля, тобто включенням до розгляду кінцевих процесів оброблення відходів.

Якщо мета дослідження — підтримати публічну порівняльну заяву, кінцевий аналіз чутливості даних входів і виходів має містити критерії маси, енергії та вплив на довкілля, як це показано у цьому під-

пункті. Усі обрані входи, ідентифіковані упродовж цього процесу, слід змоделювати як елементарні потоки.

Вимоги до якості даних

Щоб упевнитись у достовірності результатів дослідження та належним чином їх витлумачити, украй важливо коректно описати якості даних, а саме точно визначити вимоги до якості даних. Якість даних слід проаналізувати та описати як у їх кількісних, так і якісних аспектах, а також оцінюванням методів, використаних для збирання та об'єднання цих даних.

Вимоги до якості даних найперше стосуються таких параметрів:

— часове висвітлення: бажаний вік даних (наприклад, протягом останніх п'яти років) і мінімальний час (наприклад, один рік), необхідний для збирання даних;

— географічне висвітлення: географічний простір, на якому згідно з метою збиратимуть дані щодо одиничних процесів згідно з метою дослідження (наприклад, місцевий, регіональний, національний, глобальний);

— технологічне висвітлення: поєднання різних технологій (тобто середньозважене поєднання наявних процесів найкращої доступної технології з найгіршим наявним устаткуванням).

Необхідно також розглянути інші показники, які визначають природу даних, зібраних на конкретних ділянках, порівняно з отриманими з опублікованих джерел, та визначити, чи потрібно вимірювати, обчислювати або встановлювати ці дані.

Дані, отримані на конкретних ділянках, або репрезентативні середні величини треба використовувати для тих одиничних процесів, які постачають більшість потоків маси та енергії у досліджувану систему як це визначено в аналізі чутливості. Дані на конкретних ділянках також необхідно використати для одиничних процесів, які вважають такими, що створюють емісії, які стосуються довкілля.

У всіх дослідженнях необхідно розглянути додаткові вимоги до якості даних на рівні деталізації, залежно від визначеної мети та галузі застосування:

— точність: міра змінності величин даних для кожної визначеної категорії даних (наприклад, розходження);

— повнота: відсоток розглянутих об'єктів, що надають первинні дані, від наявної їх потенційної кількості для кожної категорії даних у одиничному процесі;

— репрезентативність: якісна оцінка міри, до якої набір даних відображає їх сукупність, що викликає інтерес (тобто географічне і технологічне висвітлення, часовий період);

— узгодженість: якісне оцінювання того, як саме рівномірно методологія дослідження застосовна до різних компонентів аналізу;

— відтворюваність: якісне оцінювання міри, до якої інформація про методологію та величини даних дозволяє незалежному фахівцеві відтворити результати, отримані у дослідженні.

Якщо дослідження використовують для підтвердження публічної порівняльної заяви, усі вимоги до якості даних, описані у цьому підпункті, слід застосувати у дослідженні.

Принципи розподілу

Інвентаризація базується на матеріальних балансах між входами та виходами. Тому процедури розподілу мають бути якомога більш наближеними до фундаментальних залежностей між входом-виходом їх характеристик. Принципи, застосовні до супутніх продуктів, розподілу внутрішньої енергії, послуг (наприклад, транспортування, оброблення відходів) та до рециклінгу як з відкритою, так і з замкненою петлею такі:

— дослідження мають виявляти процеси, спільні з іншими системами продукту, і розглядати їх відповідно до процедури, викладеної нижче;

— сума розподілених входів і виходів одиничного процесу має дорівнювати нерозподіленим входам і виходам одиничного процесу;

— у разі, якщо можливо застосувати кілька альтернативних процедур розподілу, необхідно виконати аналіз на чутливість, щоб проілюструвати наслідки відхилення від обраного підходу.

Процедуру розподілу, використовувану для кожного одиничного процесу, входи і виходи якого розподілені, слід задокументувати та обґрунтувати.

Процедура розподілу

На основі викладених вище принципів можна застосувати процедуру, яка складається з трьох кроків.

Крок 1. Там, де це можливо, розподілу треба уникати:

— розподілу одиничного процесу, який необхідно, зокрема розподілити на два або більше субпроцесів зі збиранням вхідних і вихідних даних про ці субпроцеси;

— розширення системи продукту для долучення додаткових функцій супутніх продуктів, включно з вимогами до ідентифікації функцій.

Крок 2. Якщо розподілу неможливо уникнути, входи та виходи системи треба розподілити між її різними продуктами або функціями у спосіб, який відбиває основні їх фізичні взаємозв'язки; тобто вони повинні відбивати спосіб, у який входи та виходи змінюються: кількісних змін зазнають продукти або функції системи. Отриманий розподіл буде не обов'язково пропорційним простим вимірюванням, таким як масові або молярні потоки супутніх продуктів.

Крок 3. Якщо лише фізичні взаємозв'язки не можна встановити або використати як основу для розподілу, входи треба розподілити між продуктами та функціями у спосіб, який відбиває інші взаємини між ними. Наприклад, дані щодо входу і виходу можна розподілити між супутніми продуктами пропорційно до економічної вартості продуктів. Деякі виходи можуть бути частково супутніми продуктами, частково відходами. У такому разі необхідно виявити співвідношення супутніх продуктів до відходів, оскільки входи та виходи мають бути розподілені тільки щодо частини супутніх продуктів.

Принцип розподілу необхідно застосовувати одночасно як до аналогічних входів, так і виходів системи. Наприклад, якщо розподіл застосовують до продуктів, які можна використати (таких як проміжні або браковані продукти), що виходять із системи, тоді процедура розподілу має бути аналогічною до процедури розподілу, застосовуваної до таких самих продуктів усередині системи.

Процедури розподілу для повторного використання та рециклінгу

Принципи та процедура розподілу, застосовні до повторного використання та рециклінгу. Однак із такими застереженнями:

— повторне використання та рециклінг (так само, як і компостування, відновлювання енергії та інші процеси, які є подібними до повторного використання та рециклінгу) передбачає, що входи та виходи, пов'язані з одиничними процесами добування та перероблення сировини і остаточного видалення продуктів, охоплює більш ніж одну систему продукту;

— повторне використання та рециклінг можуть змінювати властивості матеріалів, які їм притаманні, за дальшого використання;

— у контексті процесів відновлювання особливу увагу слід надавати визначенню межі системи.

До повторного використання та рециклінгу застосовують кілька процедур розподілу. Тут необхідно брати до уваги зміни первинних властивостей матеріалів. Деякі процедури концептуально окреслені на рис. Д1.3, а відмінності між ними показані нижче, щоб проілюструвати, як задовольнити наведені вище обмеження.



Рис. Д1.3. Відмінності між технічним описом системи продукту та процедурами розподілу для рециклінгу

Процедура розподілу типу «замкнена петля» стосується замкнених систем продукту. Вона також стосується відкритих систем продукту, якщо не відбуваються зміни первинних властивостей матеріалів рециклінгу. Тоді зникає необхідність розподілу, оскільки використання вторинних матеріалів замінює використання первинних (невикористаних) матеріалів. Проте перше використання первинних матеріалів у придатних відкритих системах продукту може відповідати процедурі розподілу типу «відкрита петля», описаній нижче.

Процедуру розподілу типу «відкрита петля» застосовують до відкритих систем продукту, у яких матеріал рециркулюється та надходить до інших систем продукту зі зміненими первинними властивостями. Процедури розподілу для ідентичного процесу, у якому можна виокремити субпроцеси, слід застосовувати як основу для розподілу:

— фізичних властивостей;

— економічної вартості (наприклад, вартості скрапу порівняно з первинною вартістю), або кількості подальших використань рециркульованого матеріалу (див. ISO/TP 14049).

Окрім того, особливо для процесів відновлення, що відбуваються між первинною і наступною системами продукту, необхідно ідентифікувати та обґрунтувати межу системи, забезпечивши дотримання принципів розподілу.

Додаток 2

ПРИКЛАДИ ПРАКТИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЖИТТЕВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ ПРОДУКЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗГІДНО З МІЖНАРОДНИМ СТАНДАРТОМ ISO 14049:2000, IDT (ДСТУ ISO/TR 14049:2004) «ОЦІНЮВАННЯ ЖИТТЕВОГО ЦИКЛУ. ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ ISO 14041 ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕТИ ТА ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ»

Приклади міжнародної стандартизації (ISO) методології системно-процесного підходу до практики оцінювання життєвого циклу стосовно таких процесів: відповідно до ISO 14041 ISO/TR 14049:2000 IDT (ДСТУ ISO/TR 14049:2004), а саме:

Приклад 1 — ідентифікація технологічних функцій, функціональних одиниць та еталонних потоків ресурсів, процесів.

Приклад 2 — розпізнавання функцій порівнювальних систем (продукційних).

Приклад 3 — установлення входів і виходів одиничних процесів і меж систем.

Приклад 4 — запобігання розподілу потоків і викидів (відходів).

Приклад 5 — застосування процедур розподілу для рециклінгу.

Наведені приклади не є винятковими. Існує багато інших прикладів, що ілюструють методологію системно-процесного підходу. Ці приклади є лише частиною повного дослідження життєвого циклу продукції (ЖЦП).

Наведені приклади демонструють методологічну складність стандартизованих підходів, застосування яких потребує розроблення спеціальних навчальних методик.

Приклад 1. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ, ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ ТА ЕТАЛОННИХ ПОТОКІВ

1.1. Контекст стандарту

ISO 14041 стверджує, що:

— визначаючись із галуззю застосування дослідження та оцінюючи життєвий цикл, необхідно чітко встановити специфікацію функцій (характеристик функціонування продукту);

— функціональна одиниця кількісно визначає ці ідентифіковані функції та має узгоджуватись із метою та галуззю дослідження;

— одним з першочергових призначень функціональної одиниці є забезпечення еталону, відносно якого дані входу і виходу є норма-

лізованими (у вимірювальному сенсі). Тому функціональна одиниця повинна бути чітко визначена і виміряна;

— визначивши функціональну одиницю, необхідно кількісно встановити, скільки продукту ресурсу необхідно мати для виконання функції. Результатом цього кількісного визначання є еталонний потік (рис. Д2.1).

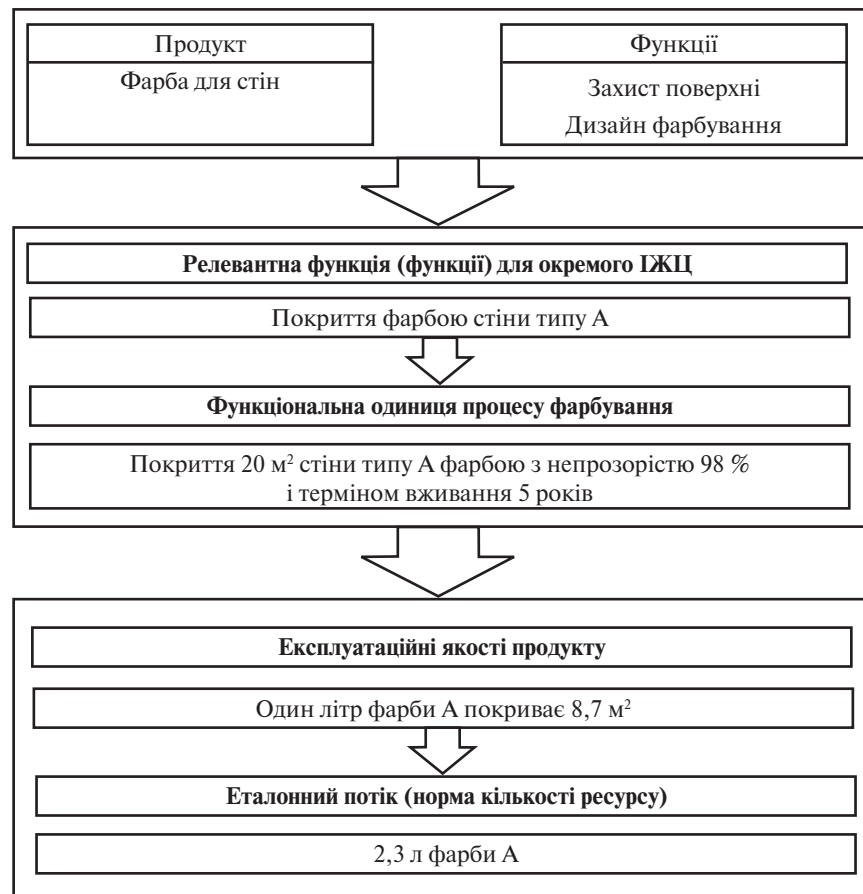


Рис. Д2.1. Послідовність визначення функціональних одиниць

На основі технологічної карти-схеми в межах продукційної системи встановлюють взаємозв'язок одиничних процесів, що дозволяє виконати обчислення для повної продукційної системи. Цього досягають шляхом нормалізації потоків усіх одиничних процесів у системі

до функціональної одиниці. Результат обчислення має відбивати своїм результатом всі дані для системи щодо входу та виходу їх щодо функціональної одиниці.

Резюме

У процесі визначення функціональної одиниці та вимірювання еталонних потоків можна виокремити такі кроки:

- ідентифікація функцій;
- вибір функцій і визначення функціональної одиниці процесу;
- встановлення експлуатаційних якостей продукту і визначення еталонного потоку;
- вибір ключових (релевантних) функцій і визначення функціональної одиниці;
- ідентифікація експлуатаційних якостей продукту та визначення еталонного потоку.

Послідовність цих кроків показана на рис. Д2.1 на прикладі фарби. Цей приклад також використовують у такому тексті. Приклади також наведені в рис. Д2.6.

Ідентифікація функцій

Метою функціональної одиниці є встановлення кількості послуг, що надає продукційна система. Отже, першим кроком є визначення мети, якій слугує продукційна система, тобто її функції.

Вихідною пропозицією такої процедури може бути розгляд окремого продукту (наприклад, фарби для внутрішнього оздоблення) чи це може бути кінцева мета, досягти якої можна за допомогою декількох продуктів (наприклад, декорування стін, що виконується за допомогою як фарб, так і шпалер, чи їх сполученням).

Функції зазвичай стосуються окремого продукту чи властивостей процесу, кожна з яких може:

- відповідати конкретним потребам і тому мати споживчу вартість, що звичайно створює економічну вартість для постачальника даного продукту;
- впливати на функціонування інших продукційних систем (наприклад, шпалери можуть мати певні ізоляційні властивості, що своєю чергою, впливає на вимоги до обігріву будинку).

Обирання функцій і визначення функціональної одиниці

Не всі функції можуть бути релевантними конкретній ОЖЦ. Отже, з усіх можливих функцій необхідно визначити саме релевантні (ключові, профільні).

Для масивної стіни в інтер'єрі, наприклад, захист поверхні може виявитися непотрібним, у той час як фарбування є релевантною функцією фарби.

Потім релевантні функції аналізують кількісно у функціональній одиниці як сполучення різних характеристик.

Для фарбування стіни функціональна одиниця дасть уточнення площі покриття фарбою (наприклад, 20 м²), тил стіни (особливо в сенсі її абсорбційних і в'язких властивостей), здатності фарби приховати на шар нижчу поверхню (наприклад, 98 % непрозорості) і термін вживання (наприклад, 5 років).

Щодо багатофункціональних одиниць, то іноді вони поєднують різні кількісні характеристики, наприклад, ізоляційний матеріал для покриття стін може мати готове поверхнєве покриття, що робить фарбування зайвим, тобто пропонують одразу й ізоляцію, і фарбування. Тоді функціональною одиницею може бути:

«Покриття для стін 20 м², з тепловою резистентністю в 2 мК/Вт, з кольоровою поверхнею, непрозорість якої становить 98 % і вона не потребує іншого фарбування протягом 5 років».

Інші приклади багатофункціональних одиниць наведені в табл. Д2.1.

Таблиця Д2.1

Приклади функціональних одиниць для систем із багатьма функціями

Приклад №	(1)	(2)
	Рециклінг паперу	Супутнє виробництво
Функції	Регенерація макулатури Виробництво знебарвленої пульпи	Виробництво електроенергії Виробництво пари
Обрана функція для окремого ІЖЦ	Рециклінг макулатури Виробництво знебарвленої пульпи	Виробництво електроенергії Виробництво пари
Функціональна одиниця	Регенерація 1000 кг макулатури Виробництво 1000 кг пульпи для газетного паперу	Виробництво 100 МВт електроенергії Виробництво 300 000 кг пари за годину за температури 125 °C і 0,3 МПа (3 бари)

Ідентифікація характеристики продукту та визначення еталонного потоку

Після визначення певної функціональної одиниці, наступним завданням є визначення кількості продукту (ресурсу), необхідного

для виконання функції, яку визначає функціональна одиниця. Цей еталонний потік пов'язаний із характеристикою продукту і зазвичай є результатом стандартного методу вимірювання. Характер цього вимірювання й обчислення залежить від досліджуваного продукту (продукційної системи).

Для фарби еталонний потік, зазвичай, визначають у літрах, необхідних для покриття площі поверхні, позначуваної функціональною одиницею. Наприклад, у стандартному тесті, фарба А має покрити 8,7 м² на 1 л (характеристика продукту). Якщо використовувати приклад, показаний на рис. Д2.1, потрібно 2,3 л, щоб покрити 20 м² поверхні функціональної одиниці, за умови, що в стандартному тесті подібні до тих умов, що вимагаються функціональною одиницею (щодо типу поверхні та характеру непрозорості). Функціональну одиницю можна виразити у кількості продуктів (ресурсів) так, що функціональна одиниця й еталонний потік є ідентичними. У табл. Д1.2 наведені приклади таких функціональних одиниць, виражені у термінах кількості продукту.

Приклад 2. РОЗПІЗНАВАННЯ ФУНКЦІЙ ПОРІВНЮВАНИХ СИСТЕМ (ПРОДУКЦІЙНИХ)

2.1. Контекст стандарту

ISO 14041 встановлює що:

— порівняння продукційних систем треба виконувати на основі однієї й тієї самої функції, кількісно вираженої однією й тією самою функціональною одиницею у вигляді еталонних потоків;

— якщо додаткових функцій будь-якої системи не враховують під час порівняння функціональних одиниць, необхідно це задокументувати. Наприклад, системи А і В виконують функції *x* і *y*, відображені вибраною функціональною одиницею, але система А також виконує функцію *z*, яку не відображає функціональна одиниця. Тоді потрібно задокументувати, що функція *z* не врахована у функціональній одиниці. Як альтернатива, для того, щоб зробити ці системи більш порівнянними, системи пов'язані з виконанням функції *z*, можна додати до межі системи В. А ці вибрані процеси треба задокументувати та обґрунтувати.

Резюме

Порівнюючи системи продуктів, варто особливої уваги надавати тому, щоб порівняння відбувалося за тією самою функціональною оди-

ницею й за еквівалентними методологічними засновками, такими як характеристика, межі системи, якість даних, процедури розподілу, правила оцінювання інформації на вході й виході. У цьому розділі будуть описані та проілюстровані прикладами деякі можливі підходи.

На рис. Д2.2 показані деякі загальні дії, які необхідно виконати під час порівняльного аналізу.

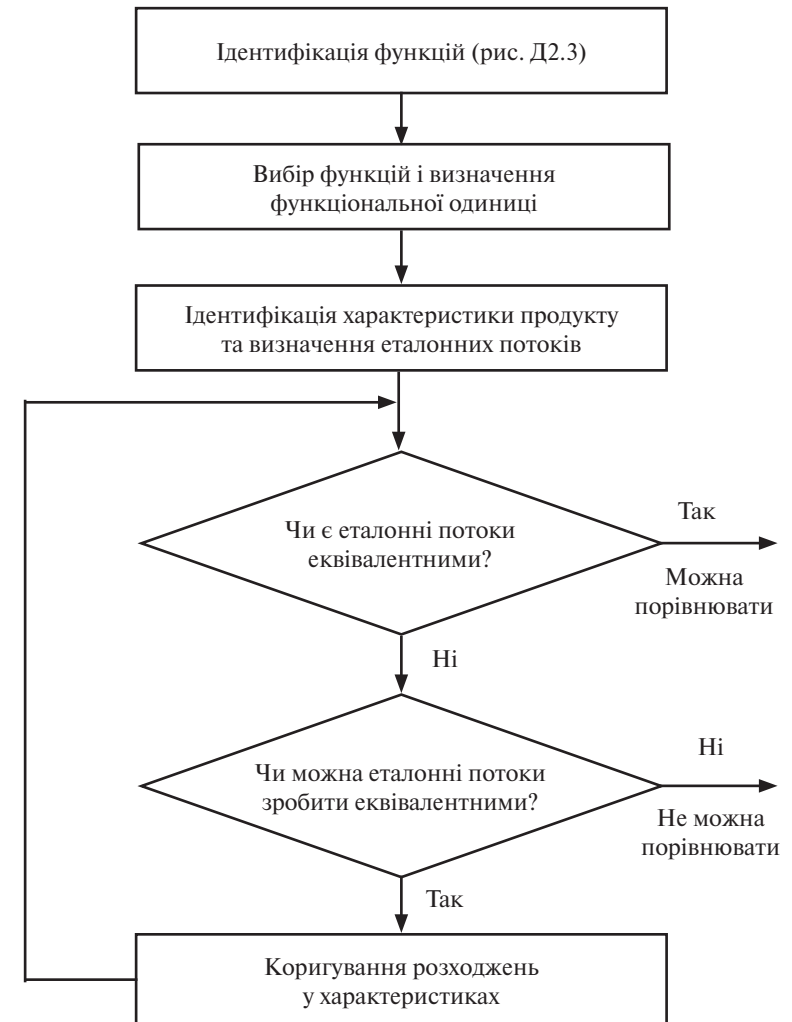


Рис. Д2.2. Дії, виконувані під час порівняльного аналізу

Ідентифікація та вибір функцій

Визначення функціональної одиниці тісно пов'язане з метою дослідження. Якщо метою дослідження є порівняння систем продуктів, необхідно буде надати особливу увагу обґрунтованості порівняння, тому, щоб будь-які додаткові функції були ідентифіковані й описані і щоб усі релевантні функції були враховані.

Дослідження менеджменту відходів повинне охоплювати й інші функції, а не тільки видалення відходів (тобто функції, виконувані системами рециклінгу, що дають рецикльовані матеріали чи енергію).

Еквівалентність еталонних потоків

Функціональним елементом у прикладі з фарбою (див. розділ 1) було покриття 20 м² стіни типу А фарбою з непрозорістю 98 % і терміном вживання 5 років. Цей функціональний елемент може виконувати кілька різних еталонних функцій:

- 2,3 л фарби А;
- 1,9 л фарби В;
- 1,7 л фарби С і т. ін.

Ці еталонні потоки необхідно обчислити на підставі тесту з урахуванням стандартних умов стосовно, наприклад, типу поверхні та непрозорості. Стандартизовані умови тесту та методи вимірювання мають відповідати запланованому порівнянню.

Ще один приклад непорівнянних потоків (стрілка «ні» праворуч на рис. Д2.2) — дві морозильні камери, одна з вибором швидкого заморожування й друга — без такого вибору. Якщо можливість швидкого заморожування розглядати як істотну функцію, на думку споживача, тоді ці дві морозильні камери просто непорівнянні, попри які завгодно розрахунки чи розширення системи.

У деяких системах із множинними функціями, функції можуть бути роз'єднані і презентовані кількома системами:

- видалення макулатури на сміттєспалювальний завод і виробництво пульпи з нових волокон можуть дати ту саму функціональну одиницю, що й система рециклінгу паперу;
- окремі електростанції та районна котельня, що виробляють, відповідно, тільки електроенергію і тільки тепло, можуть дати ту саму функціональну одиницю, що і теплоелектроцентрально.

Однак деякі функції можуть бути так тісно пов'язані, що їх неможливо розглядати окремо. Наприклад, виробництво теплоти елек-

тричною лампою не можна відділити від її первинної функції освітлення.

В інших ситуаціях відділити дві взаємозалежні функції може бути технічно можливо, але через інші аспекти обидві окремі функції все-таки не можна розглядати як такі, що підлягають порівнянню з поєднаними функціями. Прикладом цього є комбайн-холодильник з морозильною камерою, який водночас і можна, і не можна порівнювати з морозильним апаратом і окремим холодильником, залежно від прийнятності такого вибору для споживача (вибір останнього варіанта, зазвичай, потребуватиме більше місця, ніж вибір комбайна з тими самими внутрішніми об'ємами).

Як бачимо з більшості вищенаведених прикладів, еквівалентність двох продуктів визначає їх прийнятність для споживача. Ця прийнятність, і отже питання про те чи підлягають порівнянню два продукти, залежать від ціни альтернативних продуктів і від додаткової інформації, що їй надають разом із продуктом, наприклад, інформацією про їх екологічні характеристики. Отже, метою розроблень продукту або стратегічного менеджменту, можливо, буде порівняти два продукти, які, на перший погляд, не можна вважати еквівалентними, але передбачають, що їх будуть вважати еквівалентними за певних умов, а саме: ціни та додаткової інформації.

Приклад 3. УСТАНОВЛЕННЯ ВХОДІВ І ВИХОДІВ ОДИНИЧНИХ ПРОЦЕСІВ І МЕЖПРОДУКЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Контекст стандарту

ISO 14041 відзначає, що:

— початкову ідентифікацію зазвичай здійснюють із використанням доступних даних. Після збирання додаткових даних протягом дослідження потрібно щонайповніше виявити входи та виходи, які потім підлягають аналізу на чутливість;

— необхідно чітко описати критерії та припущення, на яких їх встановлювали;

— для вирішення того, які входи мають досліджувати, у практиці ОЖЦ застосовують кілька критеріїв, зокрема: а) масу, б) енергію та в) вплив на довкілля;

— маса: застосовуючи масу як критерій, правильним було б долучити до дослідження всіх входів, які сумарно вносять більш ніж визначений відсоток до входу маси системи продукту, що моделюється;

— енергія: аналогічно, застосовуючи енергію як критерій, правильним було б включити входи, які становлять більш ніж додатковий визначений відсоток від встановленої кількості кожної категорії індивідуальних даних системи продукту;

— екологічна релевантність: потрібно взяти до уваги критерій впливу на довкілля для включення входів, які становлять більш ніж додатковий визначений відсоток до встановленої кількості кожної індивідуальної категорії даних системи продукту;

— усі вибрані входи, ідентифіковані упродовж цього процесу, у моделі мають вигляд елементарних потоків.

Резюме

Мета дослідження ОЖЦ дає напрямок вибору індивідуальних категорій даних. Такий вибір може містити вичерпний перелік входів та виходів чи може прояснити конкретні завдання дослідження.

Категорії даних із системи наведені у визначенні мети і галузі застосування. Зазвичай енергетичні потоки включають у аналіз ОЖЦ, оскільки інформація про ці потоки часто доступна, а енергетичні потоки можуть значно впливати на використання природних ресурсів і на викиди у довкілля. Рішення про матеріальні потоки, обрані і включені у сферу застосування дослідження ОЖЦ, будуть впливати на результати. Важливо враховувати всі значущі матеріальні потоки, що можуть вплинути на інтерпретування результатів дослідження.

Процес вибору матеріальних входів, виходів і меж системи показаний на рис. Д2.3.

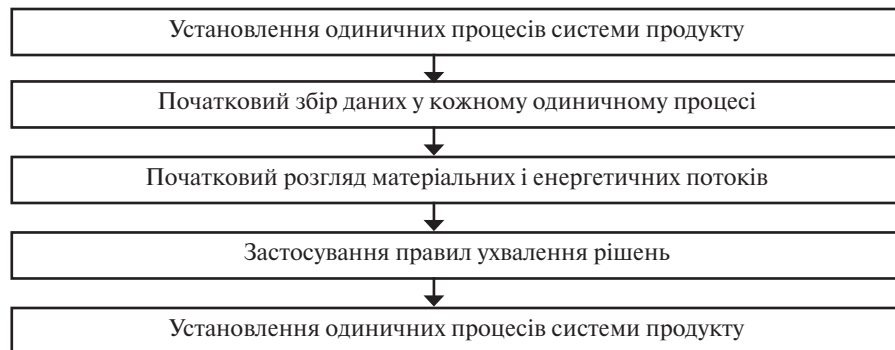


Рис. Д2.3. Схема встановлювання входів, виходів та меж системи

Установлення одиничних процесів продукційної системи й їх меж

Необхідно поєднати одиничні процеси, що включають систему продукту, у ланцюжки постачання — використання продукту, відпо-

відно до мети й обсягу дослідження. На рис. Д2.4 показано концептуальний опис одиничного процесу та пов'язані з ним входи і виходи. Прикладом одиничного процесу може бути «плавлення алюмінію», що є частиною системи продукту для виробництва продукту «алюміній». Цей одиничний процес трансформує входи сировини чи проміжних матеріалів (очищений глинозем), пов'язані з допоміжним матеріалом, енергією та у проміжний продукт, що далі підлягає обробленню всередині системи продукту. Ця інформація допоможе встановити специфічні процеси перетворення. Згодом готують перелік конкретних звітних ділянок відповідно до мети дослідження.

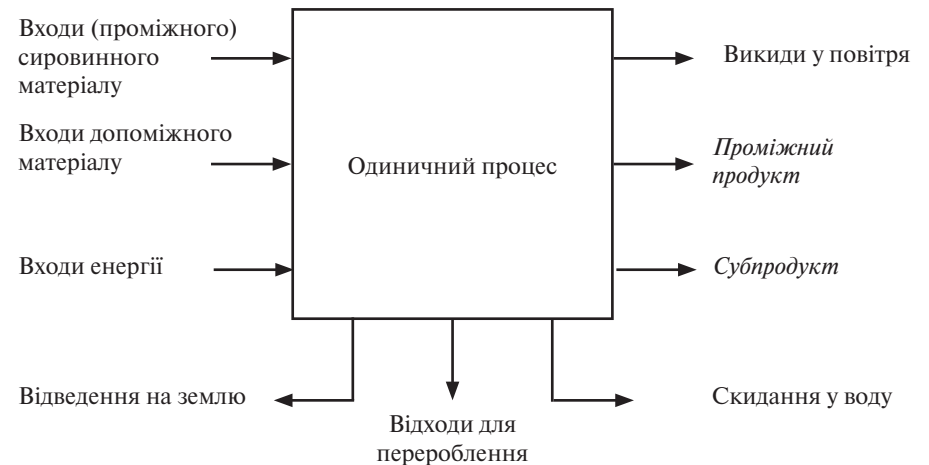
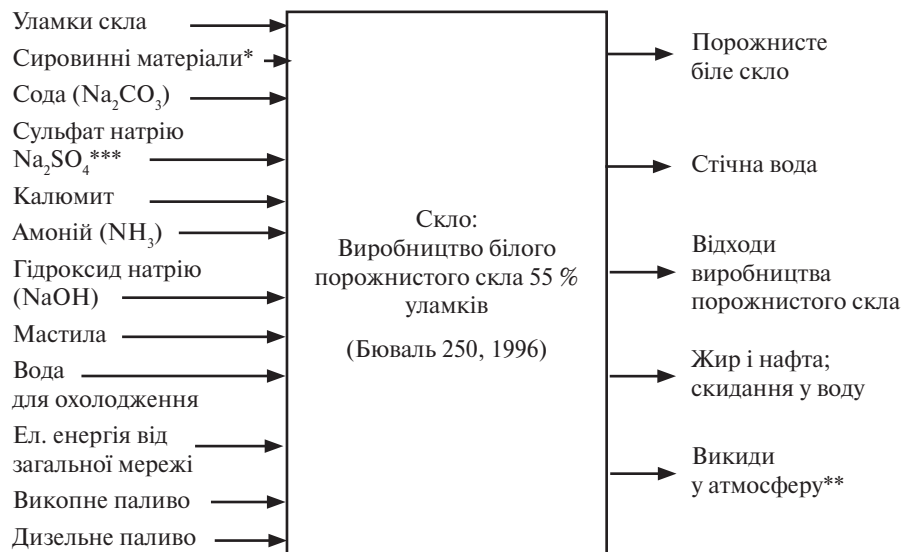


Рис. Д2.4. Концептуальний приклад опису одиничного процесу

Для встановлення межі одиничного процесу можна встановити контакт із місцями в межах заданої сукупності, щоб визначити найменші частини системи продукту, про які маються дані. Оскільки спостерігається варіювання в конкретних здійснюваних визначеним місцем процесах, межі одиничного процесу встановлюють з метою зведення до мінімуму необхідності у процедурах розподілу. Фізичний приклад одиничного процесу для виробництва білого порожнистого скла показано на рис. Д2.5 разом з переліком входів і виходів.

Початкове збирання даних під час кожного одиничного процесу

Збираючи дані, слід керуватися результатами початкового огляду наявності даних з використанням невеликого зразка тих місць, де потім збиратимуть дані.



* Сировинні матеріали:
 — доломіт
 — польовий шпат
 — пил вапняку
 — кварцовий пісок

** Викиди у атмосферу:
 — хлорид водню
 — фторид водню
 — двоокис вуглецю
 — окис вуглецю
 — двоокис сірки
 — окис азоту
 — свинець
 — пил

Рис. Д2.5. Приклади опису одиничного процесу виробництва білого порожнистого скла

Корисно складати анкету та надсилати її постачальникам, анкету вони можуть скопіювати і таким чином опитати своїх постачальників. Але однієї анкети недостатньо. Навіть найточніша та найдокладніша анкета з прикладами і поясненнями не гарантує, що всі розуміють питання однаково. Тому результати опитування не є вірогідними/точними. Загальну інформацію, необхідну для кожного одиничного процесу, можна викласти у такий спосіб:

— еталонна одиниця (наприклад, «дані наводять на один кілограм мастила»). Еталонна одиниця одиничного процесу може бути одним чи більше, вхідним чи вихідним, матеріальним чи енергетичним потоками. Еталонну одиницю можна також визначити за кількістю часу (наприклад, «річне виробництво»);

— початок і кінець одиничного процесу, включно з допоміжними речовинами, упакуванням, очищенням, адмініструванням, маркетин-

гом, дослідженням та розробленням, лабораторним устаткуванням, діяльністю, питаннями, пов'язаними з персоналом (опалення, освітлення, робочий одяг, службовий транспорт, їдальня, влаштування туалетів), верстатами та їх ремонтом. Варто також вказати, чи стосується інформація тільки нормальних робочих умов чи вона також охоплює умови закриття/введення в дію або можливі передбачувані чи надзвичайні ситуації;

- географічне розташування (локація) виробництва;
- застосовувана технологія/технологічний рівень;
- чи виробляє одиничний процес більш ніж один продукт, дані щодо розподілу екологічних обмінів, і якщо такі обміни мали місце, то яким чином їх здійснювали.

Можливо, виникне необхідність в уточненні наведеної нижче інформації для кожного окремого входу та виходу;

— період, протягом якого збирали інформацію, а також чи містить інформація середні дані за весь зазначений період, чи вона охоплює тільки частину цього періоду;

— яким чином збирали дані, чи вони репрезентативні (наприклад, «один зразок на місяць», «тривалі вимірювання», «розрахунки відповідно до запису споживання», «оцінюваний») включно з кількістю досліджених сайтів, методів вимірювання й обчислювання (зокрема те, як обчислювали середні дані) та важливі можливі винятки та припущення;

— ім'я та посада людини, відповідальної за збирання даних і дата збирання;

— процедура валідації (підтвердження).

Інформування про входи і виходи повинні, якщо це можливо, має містити вказівку про відхилення від норми; перевагу слід надати статистичній інформації, такої як стандартне відхилення і тип дистрибуції. Варто вказати, звідки надходить вхідний потік (наприклад, «вода з приватного водопроводу»), так само як і призначення вихідних потоків (наприклад, «для очищення»). Необхідно чітко вказати, чи виходить потік із природного джерела чи скидають в нього (наприклад, очищена стічна вода у водотік) чи з (до) іншого технічного процесу (наприклад, мул на сільськогосподарській землі). Для деяких потоків важливо також вказати їх якість (наприклад, вміст сухих домішок, нафти, енергії).

Транспортування переважно вказують як окремий одиничний процес. Транспортну систему можна поділити на стаціонарну інфраструктуру (наприклад, дороги, залізничні лінії, труби, порти, станції);

рухомий транспорт (наприклад, вантажівка, літак, контейнер) і джерело енергії (наприклад, дизель, електрика), у взаємозв'язку з впливом на довкілля.

Початкове оцінювання матеріальних і енергетичних потоків

Початкове оцінювання матеріальних і енергетичних потоків полягає у початковому збиранні загальних даних про кожний ресурс, матеріал у кількісному вимірі (одиниця виміру, обсяг).

Застосування правил ухвалення рішення

Правила ухвалення рішення щодо параметра маси

Рішення про те щоб перекрити входи матеріалів, пов'язані з масою, ухвалюють часто. Практичні правила, такі як виключення матеріалів, що додають менш ніж у 5 % у вхід маси для одиничного процесу, чи ті, що роблять внесок менш ніж у 1 % у загального входу маси системи, рекомендують в літературі. Однак з погляду якості даних варто надати перевагу правилам ухвалення рішення з сукупним внеском у досліджувану систему, а не за внеском якогось окремого матеріалу. Кращим правилом ухвалення рішення було б включення всіх матеріалів, що мають сукупну суму більшу за встановлене (фіксоване) відсоткове співвідношення від сумарних входів маси в систему продукту.

Правила ухвалення рішення для енергії

Якщо засновувати включення процесів тільки на критеріях маси, можна в результаті знехтувати важливими даними. Хоча маса і є важливим індикатором значущості матеріалів, деякі матеріали мають набагато більшу енергоємність, ніж інші. Тому рекомендують доповнювати правило ухвалення рішення щодо параметра на маси правилом ухвалення рішення щодо сукупної енергопотребі досліджуваної системи.

Правила ухвалення рішення для екологічної релевантності

Критерій маси може бути доповнений критерієм екологічної релевантності. Якісне оцінювання матеріалів, що можуть давати токсичні викиди, веде до додаткового включення матеріалів.

Правило ухвалення кількісного рішення щодо екологічної релевантності може бути відновлено для кожної окремої категорії даних чи категорії оцінювання впливу. У прикладі зі скляною пляшкою застосоване правило ухвалення рішення, що містить процеси, чий сукупний внесок становить 90 % від початково обчисленої кількості кожної категорії.

Входи, виходи та встановлювання меж системи (продукційної)

Використовуючи моделі одиничних процесів, встановлюють межі продукційної системи з матеріальними входами та виходами, що слід включати у дослідження ІЖЦ. Під час встановлення меж процесу враховують необхідність пошуку додаткової інформації пропорційно абсолютній величині маси, енергії й екологічної релевантності. Тому ці правила ухвалення рішення допомагають обґрунтовано та вибірково витратити час і засоби на ті галузі, які більше за інші здатні підняти загальний рівень досліджування ІЖЦ.

Приклад 4. ЗАПОБІГАННЯ РОЗПОДІЛУ ПОТОКІВ І ВИВІЛЬНЕННЯ (ВИКИДІВ ТА СКИДІВ)

4.1. Контекст стандарту

Щодо процедур розподілу ISO 14041 стверджує, що процедура розподілу, використовувана для кожного одиничного процесу, входи ті виходи якого розподілені, має бути задокументована та обґрунтована.

Варто застосувати таку ступеневу процедуру:

Крок 1. Там, де це можливо, розподілу треба уникати шляхом:

- розділу одиничного процесу, який необхідно поділити на два або більше субпроцесів і збирання вхідних і вихідних даних щодо цих субпроцесів;
- розширення продукційної системи для включення додаткових функцій до супутніх продуктів.

Висновки

У цьому розділі наведені два приклади того, як уникати розподілу, що демонструють гнучкість застосування конкретних вказівок ISO14041. Два приклади наведені на рис. Д2.6.

У прикладі РОП описано, як уникнути розподілу одиничного процесу на субпроцеси. Приклад РГС полягає в розширенні меж системи,

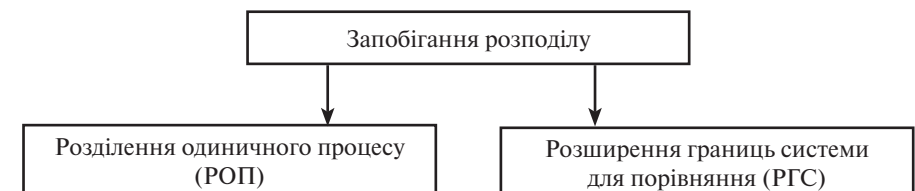


Рис. Д2.6. Приклади щодо запобігання розподілу

так що обидва змінених варіанти дають ту саму кількість тих самих кінцевих продуктів. Цей метод гарантує в обох випадках одержання тієї самої кількості, скажімо, пластику та теплоти, так що загальне споживання ресурсів і викидів у довкілля стають порівнянними.

Приклад запобігання розподілу шляхом поділу одиначного процесу на два чи більше субпроцесів

Розподіл іноді застосовують до продуктів, виробництво яких не пов'язане внутрішньо. Це може відбутися, наприклад, коли збирання інформації здійснюють у певному місці, не вдаючись глибше в деталі до специфічних процесів, що відбуваються на цій ділянці.

Непотрібний розподіл може призвести до значних відхилень, як це показано на рис. Д2.7. Як видно, розподіл виробництва котушок, вкритих хромом, і котушок, вкритих органікою, призводить до розподілу екологічних входів та виходів, пов'язаних зі споживанням розчинника, що відбувається на лінії органічного покриття, як і на виробництво котушок із хромовим покриттям. Це може вплинути на всі попередні рівні (якщо вихід продукції різний для обох ліній з різним покриттям).

У разі, якщо збір даних охоплює і хромове, і органічне покриття, необхідно буде розподілити входи і виходи між двома лініями. Відповідним чином необхідно збирати інформацію окремо, для того щоб розбити єдиний одиначний процес лінії покриття на два процеси.

Приклад запобігання розподілу шляхом розширення меж у порівнянні систем з різними виходами

Пакувальні матеріали з пластику після їх використання споживачами можна переробляти в різні продукти, залежно від мети регенерації. Наприклад, на рис. Д2.8 показані входи та виходи, пов'язані з попередніми процесами перероблення одного кілограма пластикових відходів. Там само наведено приклад рециклінгу матеріалу, співпродуктом якого є пластикова плівка. Другий варіант — відновлення енергії, співпродуктом якого виділена теплота. Оскільки рециклінг матеріалів і регенерація енергії дають різні співпродукти, споживання ресурсів і викиди в довкілля внаслідок цих двох процесів не можна порівнювати безпосередньо.

Щоб полегшити порівняння описів цих двох варіантів, можна застосовувати розширення меж системи як на рис. Д2.9.

Цей метод розширює межі системи, так що обидва модифікованих варіанти дають ту саму кількість однакових кінцевих продуктів. Траєкторія рециклінгу матеріалу доповнює еквівалентний процес (або

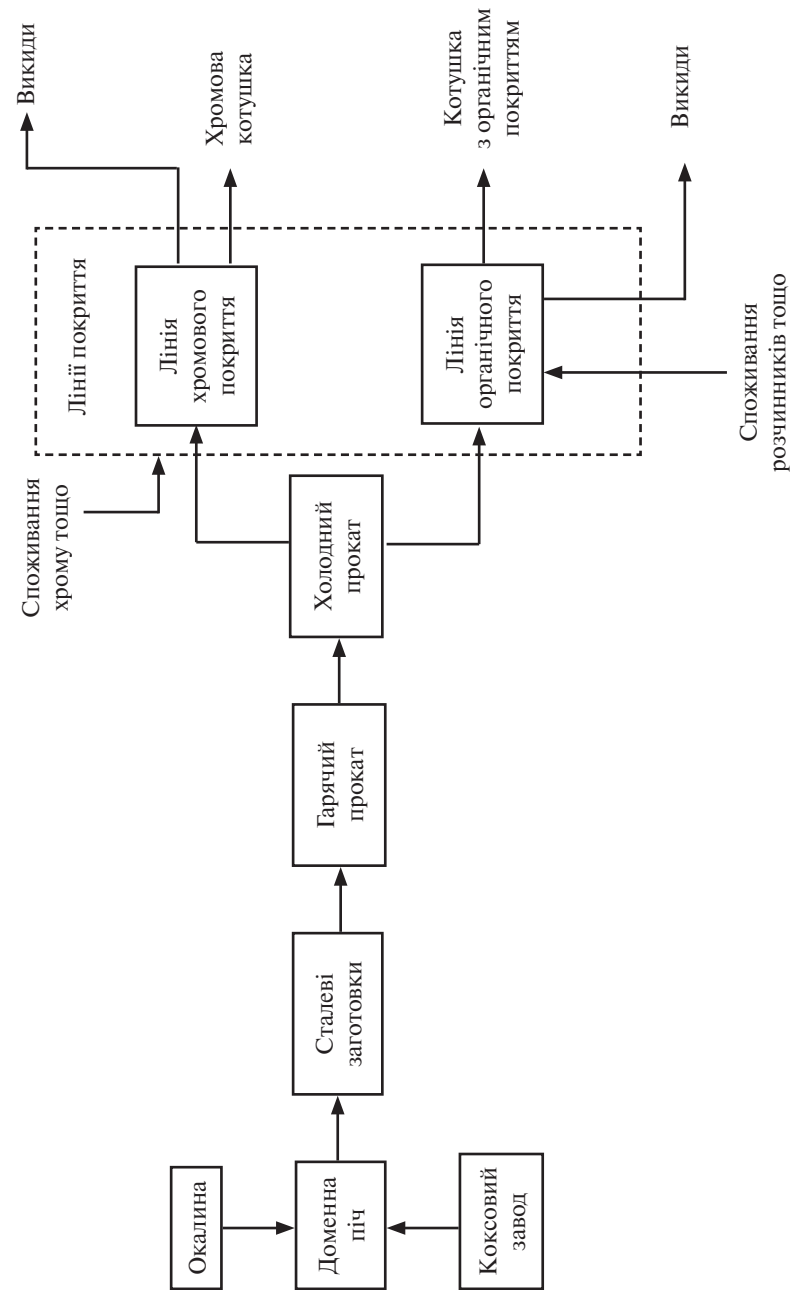


Рис. Д2.7. Система можливого уникнення розподілу шляхом більш точного збирання даних і поділу на дві різні підсистеми

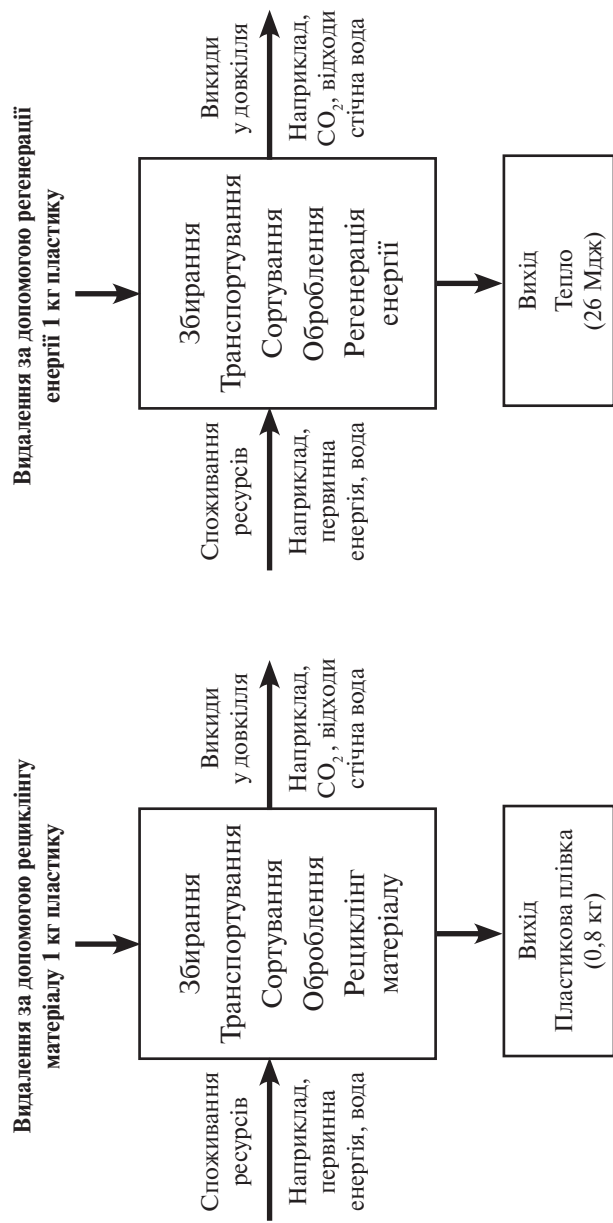


Рис. Д2.8. Приклад рециклінгу матеріалу і регенерації енергії з пластику

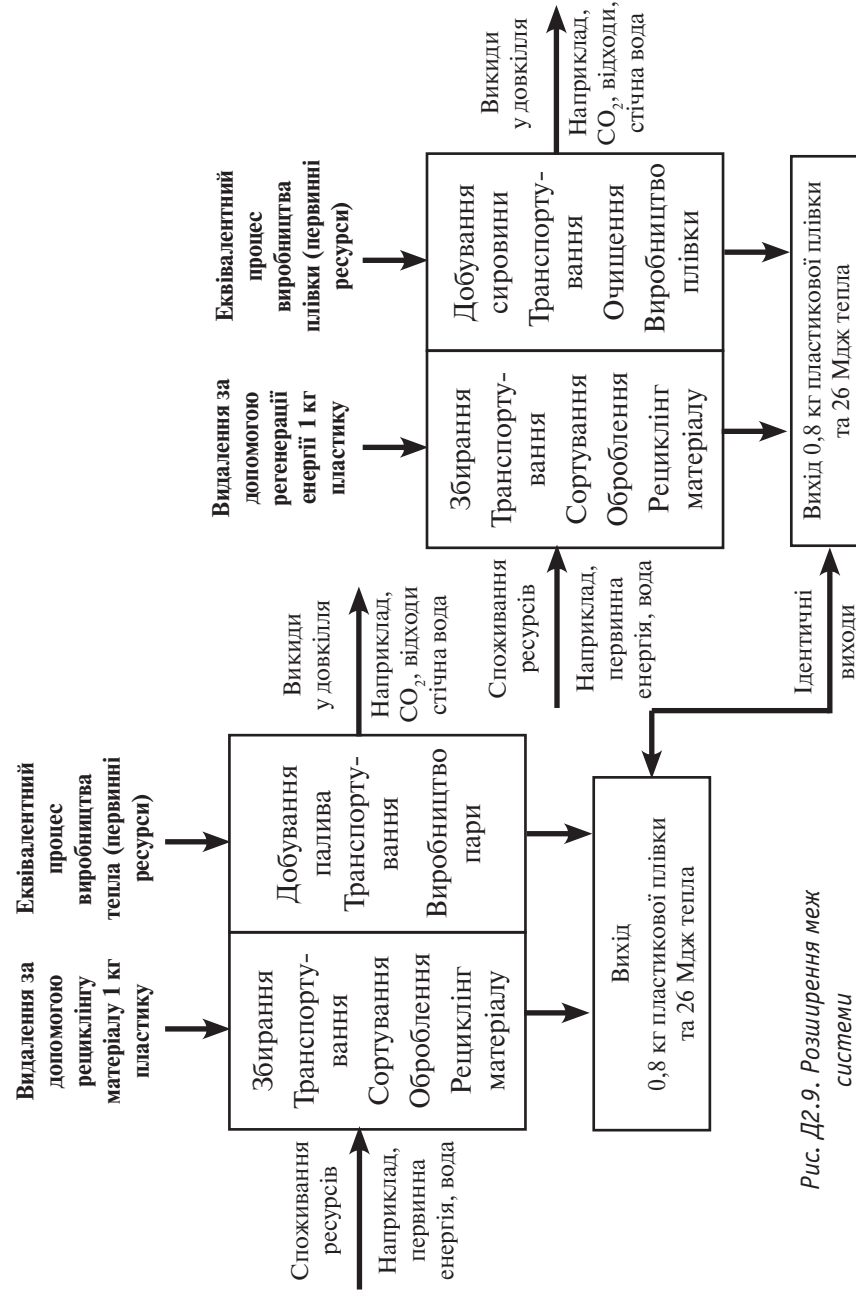


Рис. Д2.9. Розширення меж системи

ж додатковий процес); виробляється 25 Мдж таїлу з первинних джерел. Подібним чином еквівалентний процес, результатом якого є вироблення 0,8 кг пластикової плівки з первинних джерел, доповнює траєкторію регенерації енергії. Оскільки цей метод гарантує те, що за обох варіантів виробляють однакову кількість пластику і тепла, загальне споживання ресурсів і викидів у довкілля порівняні.

Той самий підхід можна застосувати для порівняння більш ніж двох варіантів рециклінгу різних продуктів.

Додавані до цих систем процеси мають бути дійсно пов'язаними з ним під час переходу від однієї досліджуваної системи до іншої. Щоб це ідентифікувати, необхідно знати:

- чи коливається в часі обсяг виробництва досліджуваних систем продуктів (тоді можуть бути релевантними різні додаткові субринки з їх технологіями), чи обсяг виробництва є постійним (тоді застосовують маргінал основного навантаження);

- чи виявляється прямий вплив на специфічний одиничний процес (тоді застосовуємо цей одиничний процес), чи входи поставляють через відкритий ринок для кожного субринку окремо, тоді необхідно також знати:

- чи існують перешкоди для будь-яких процесів чи технологій, що постачають на ринок (тоді вони неприйнятні, оскільки їх вихід не зміниться, незважаючи на зміну попиту);

- у яких постачальників/технологій найвищі чи найнижчі виробничі ціни і, отже, вони є маргінальними постачальниками/технологіями, коли попит на додатковий продукт загалом зростає чи знижується відповідно.

Приклад 5. ЗАСТОСУВАННЯ ПРОЦЕДУР РОЗПОДІЛУ ДО РЕЦИКЛІНГУ

5.1. Контекст стандарту

Щодо рециклінгу ISO 14041 встановлює, що:

- принцип розподілу та процедури, застосовні до випадків повторного використання та рециклінгу. Однак ці випадки потребують додаткового ретельного розгляду таких міркувань;

- повторне використання та рециклінг (так само, як і компостування, відновлення енергії та інші процеси, які є подібними до повторного використання/рециклінгу) можуть передбачати, що входи та

виходи, пов'язані з одиничними процесами добування та перероблення сировини й остаточного видалення продуктів, повинні стосуватись більше ніж однієї системи продукту;

- повторне використання та рециклінг можуть змінювати первинні властивості матеріалів під час наступного використання;

- розглядаючи процеси відновлення, особливу увагу треба надавати визначенню меж системи;

- для повторного використання і рециклінгу можуть застосовувати кілька процедур розподілу. При цьому потрібно брати до уваги зміни первинних властивостей матеріалів. Деякі процедури концептуально були окреслені раніше на рис. Д1.3.

ISO 14041 і їх відмінності пояснені нижче, щоб показати, як задовольнити наведені вище обмеження:

- процедуру розподілу типу «замкнена петля» відносять до замкнених систем продукту. Вона також належить до відкритих систем продукту, якщо первинні властивості притаманних рецикльованих матеріалів не зазнають змін. Тоді немає необхідності розподілу, оскільки використовувані вторинні матеріали замінюють первинні (невикористовувані) матеріали. Тим не менш, перше використання (первинних) матеріалів у придатних відкритих системах продукту може відповідати процедурі розподілу типу «відкрита петля», описаній нижче;

- процедуру розподілу типу «відкрита петля» застосовують до відкритих систем продукту, у яких матеріал рециркулюється і надходить до інших систем продукту зі зміненими первинними властивостями. Процедури розподілу для одиничних процесів, які можна поділити на окремі субпроцеси, слід використовувати як основу для розподілу;

- фізичні властивості;

- економічну вартість (наприклад, вартість скрапу порівняно з первинною вартістю), або

- кількість дальших використань рецикльованого матеріалу.

Окрім того, особливо для процесів відновлення, що відбуваються між первинною і наступною системами продукту, необхідно ідентифікувати та обґрунтувати межу системи, забезпечивши дотримання принципів розподілу.

5.2. Резюме

Нижче наведені три приклади: із замкненою петлею, з відкритою петлею і з процедурою замкненої петлі та випадок власне відкритої пет-

лі. Згідно зі спостереженнями розподілу не відбувається за рециклінгу із замкненою петлею та відкритою петлею (рис. Д2.10) (натомість застосовують процедуру замкненої петлі).

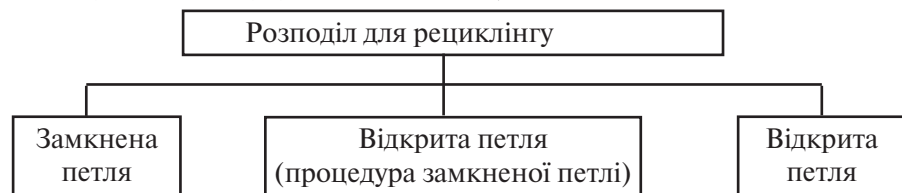


Рис. Д2.10. Приклад рециклінгу

Приклади рециклінгу

Приклад рециклінгу із замкненою петлею

У процесі виробництва продукту, який використовують як заміник для фторовуглецевої охолоджувальної речовини, використовують етилен як сировину. Частина етилену (5 %) не вступає у реакцію, саме вона є речовиною, яку треба рециркулювати.

У цьому випадку може бути застосована процедура розподілу із замкненою петлею. Етилен на виході замінює еквівалентну кількість етилену на вході, потрібну для наступної порції сировини, і повне споживання етилену зменшується до 95 % на кожний виробничий цикл.

Етилен, що виходить із процесу, можливо, не є таким чистим, як первинний етилен, що надходить до вхідного потоку. Для того, щоб рециркульований етилен набув того самого рівня якості як первинний матеріал, можна додати до процесу фазу очищення, що, своєю чергою, розширить границі досліджуваної системи. Процедура розподілу із замкненою петлею залишається придатною до застосування для розширеної системи, і зникає потреба у розподілі. Схему потоку матеріалу наведено на рис. Д2.11.

Загальне споживання етилену у цьому прикладі залишається одним і тим самим, але до інвентаризації досліджуваного життєвого циклу додаються інші види споживання та емісій, наприклад, споживання електроенергії.

Приклад відкритої петлі

з процедурою замкненої петлі рециклінгу

Існують випадки, коли процес рециклінгу в системі конкретного продукту стає частиною функціонування незалежних матеріальних складів для рециркульованих скла, сталі, алюмінію тощо. Система конкретного продукту постачає вторинну сировину до цього складу і потім

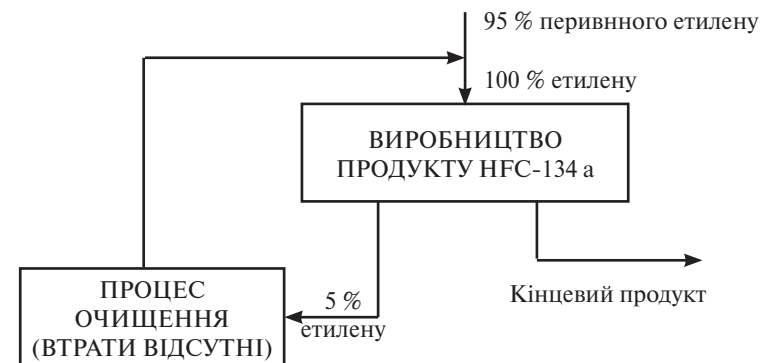


Рис. Д2.11. Схема потоку матеріалу для рециклінгу із замкненою петлею

отримує з нього вторинний матеріал. Якщо імпорт і експорт вторинної сировини між складом і життєвим циклом конкретного продукту є еквівалентними, конкретну систему продукту неважко змодельовати, як рециклінг із замкненою петлею. Надлишок же експорту або імпорту вторинної сировини утворює систему з відкритою петлею (з процедурою закритої петлі), у цьому випадку необхідно додатково розглянути питання щодо супутніх продуктів. Стосовно вигідності рециклінгу цих експортів або імпортів виникає проблема розподілу.

Приклад виробництва алюмінію (рис. Д2.12) прояснює проблему і містить пропозицію вирішення проблеми розподілу, показуючи спрощений життєвий цикл алюмінієвого пакування. У реальній технології, що потребує інвентаризації алюмінію для пакування, використовують фіксований відсоток вмісту вторинного алюмінію. Тому кількість відновленого металевго скрапу є вищою ніж вхідна спроможність цієї системи. Ось чому чистий вихід скрапу є частиною рециклінгу відкритої петлі за межами системи конкретного продукту. Чистий вихід скрапу до складу можна розглядати, як супутній продукт.

Для вирішення цієї проблеми розподілу пропонують розширити межі системи. Ключовим питанням є: «Яку вигоду пропонує чистий вихід скрапу під час виробництва алюмінію»? Відповідь тут така, що додаткова кількість скрапу на ринку алюмінію збільшує кількість доступного вторинного алюмінію, який замінює первинний метал алюміній. Методом «розширення меж системи для уникнення розподілу» можна обчислити ефекти чистого виходу скрапу алюмінію від конкретної системи продукту, розглядаючи розміщення первинного металу алюмінію в інших системах продукту, наприклад у виробництві алюмінієвих віконних рам (рис. Д2.13).

Оброблення чистого виходу скрапу від печі рециклінгу на рис. Д2.13 призводить до додаткових негативних екологічних впливів. Але для заміни виробництва w кг первинного алюмінію на рис. Д2.14 необхідно розглянути екологічні вигоди. За допомогою цієї процедури обчислюють відмінність виробництва алюмінію з вторинної сировини від виробництва того самого продукту, тобто алюмінію, з первинного матеріалу.

Відмінність екологічних впливів цих двох видів виробництва є вигодою від чистого виходу скрапу, і вона буде приписана до системи алюмінієвого пакування, що досліджується.

Для конкретного продукту ці ефекти можна обчислити за допомогою моделі рециклінгу із замкненою петлею, що полягає у пристосованому технологічному поділі виробництва первинного алюмінію та виробництва вторинного алюмінію (рис. Д2.14). Це вимагає, щоб процеси виробництва первинного алюмінію та піч рециклінгу були ідентичними або не дуже відрізнялись у конкретній системі продукту та у решті алюмінієвого ринку, а також щоб властивості, притаманні первинному і вторинному алюмінію, були ідентичними. Робота з такою моделлю рециклінгу із замкненою петлею дозволяє зробити і припустити, що: виробництво однієї і тієї самої кількості алюмінієвого пакувального матеріалу, як це показано на рис. Д2.14, а саме 100 кг, регенерація тієї самої кількості алюмінієвого скрапу для конкретного продукту, а саме 110 кг.

Рециклінг з відкритою петлею

Цей приклад стосується гіпотетичної продукційної системи відбіленого крафт-паперу (ПВК). Він не відображає систему конкретного продукту або категорію цього широкого терміна, наведені цифри не є точними. Використана процедура розподілу пов'язана як з фізичними властивостями, так і з кількістю послідовних використань рецикльованих матеріалів. Кроки, що описують такий процес, наведені на схемі рис. Д2.15.

Основа для розподілу

Основа, на якій побудовано коефіцієнт розподілу, тобто загальне навантаження, яке буде розподілене між первинним продуктом і продуктами, отриманими з рецикльованих волокон, відображає навантаження, пов'язане з первинною системою продукту, що охоплює весь період до кінця життя продукту. На рис. Д2.16 зображено схему розподілу.

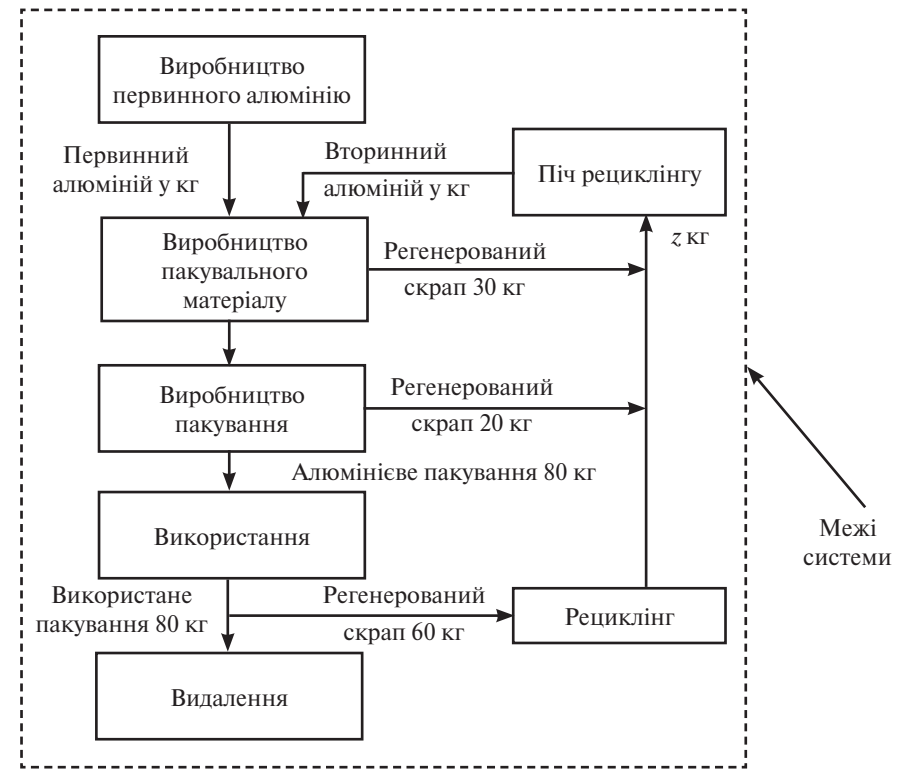


Рис. Д2.14. Модель рециклінгу із замкненою петлею для алюмінієвого пакування із пристосованим для даного продукту технологічним поділом

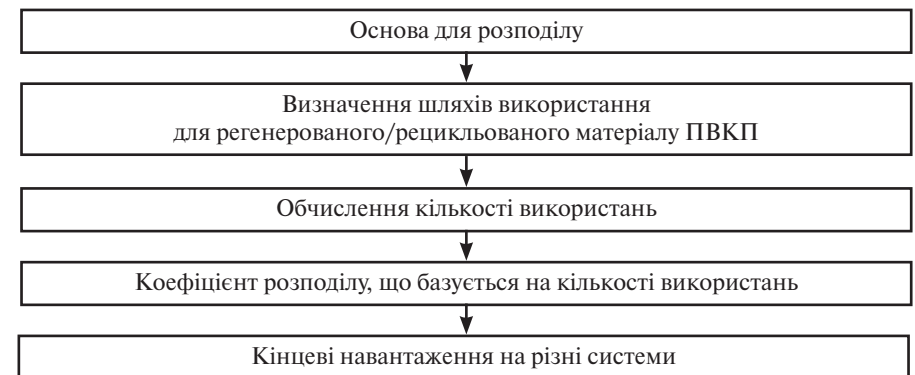


Рис. Д2.15. Кроки рециклінгу з відкритою петлею

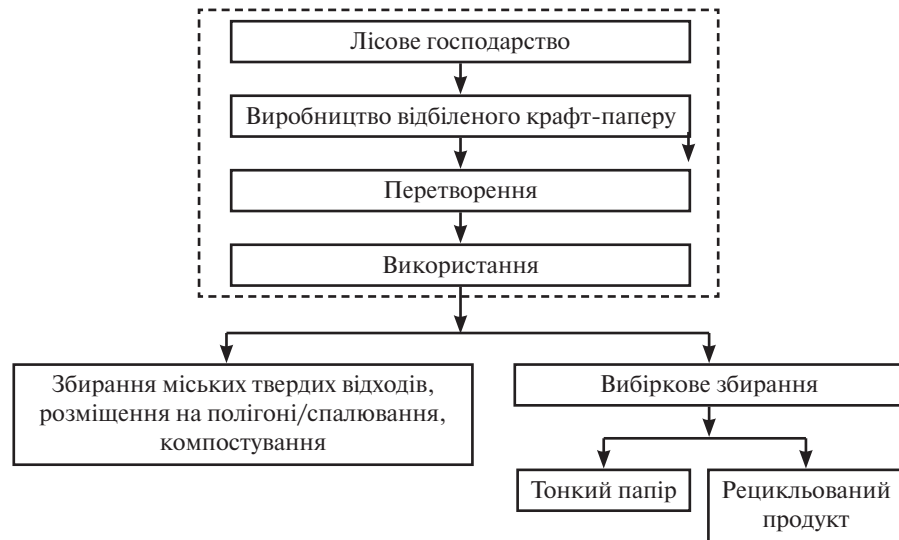


Рис. Д2.16. Схема розподілу



Додаток 3

ПРИКЛАДИ ПРАКТИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
РІЗНИХ ОБ'ЄКТІВ (ПІДПРИЄМСТВ, КОМПЛЕКСІВ, ІНФРАСТРУКТУР) ЗГІДНО
З МІЖНАРОДНИМ СТАНДАРТОМ ISO/TR 14032:1999,
IDT (ДСТУ ISO 14032:2004) «ПРИКЛАДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ
ХАРАКТЕРИСТИКИ»

Приклади, які ілюструють використання методології оцінювання екологічних характеристик різних підприємств (від малих до великих), наведені в міжнародному стандарті ISO/TR 14032:1999, IDT та ідентичному національному стандарті ДСТУ ISO/TR 14032:2004 «Приклади оцінювання екологічної характеристики», слугують для розроблення навчальних методик з екологічної інженерії.

Приклад 1. «ШРЕЙНЕРЕЙ ШМІД», АБЕНДСБЕРГ, НІМЕЧЧИНА

(Невелика меблева компанія, де працює 11 працівників, яка здійснює оцінювання екологічної характеристики для того, щоб інформувати критично налаштованих клієнтів про свою екологічну відповідальність)

Компанія «Шрейнерей Шмід» була заснована у 1895 р. у Абендсберзі, Німеччина. Поблизу підприємства є житлові будівлі та інші промислові підприємства. Повний штат компанії складається з 11 працівників, обсяг продажів становить приблизно один мільйон німецьких марок на рік. Компанія має внутрішню систему екологічної інформації та контролю. Компанія також оприлюднила свою першу екологічну доповідь у 1995 р., розраховану на її екологічно свідомих клієнтів. Наприкінці 1997 р. систему розширили для створення системи екологічного управління, що підлягає реєстрації згідно з Європейською системою екоуправління й аудиту (СЕКА, ЕМА5). Ці зусилля частково підтримала програма уряду Баварії для малих і середніх підприємств.

Планування ОЕХ

Виробництво меблів традиційно ставить питання екології та здоров'я у центр уваги. Це знайшло відображення в екологічній політиці компанії. Плануючи свою екологічну характеристику, компанія прагне задовольнити вимоги клієнтів щодо екологічно чистої продукції. Так, ділова стратегія компанії полягає у розширенні своєї ринкової позиції, особливо шляхом виробництва якісних меблів з деревини та використання природних масел та восків для екологічно безпечного

оброблення поверхні виробів. Керівники компанії поліпшили також умови охорони праці персоналу (пов'язані з використанням допоміжних матеріалів у деяких процесах). Зменшення екологічних впливів виробництва компанії принесе їй вигоду. Підвищуючи ефективність використання ресурсів і матеріалів і зменшуючи кількість відходів, компанія досягає конкурентоспроможної бази виробничих витрат. Критерії екологічної характеристики компанії базуються на її екологічних цілях та завданнях.

Обирання індикаторів для ОЕХ

У табл. Д3.1 перелічені екологічні аспекти підприємства, а також відповідні критерії екологічної характеристики, які були отримані відповідно до екологічних цілей компанії за допомогою внутрішньої системи екологічної інформації та контролю, яку пізніше було зареєстровано по моделі CEKA—EMAS.

Таблиця Д3.1

Екологічні аспекти та критерії характеристики компанії «Шрейнерей Шмід»

Екологічний аспект	Відповідний критерій екологічної характеристики
Споживання електроенергії	Зменшити споживання електроенергії
Споживання води	Зменшити споживання води
Використання цільної деревини (замість комплексних продуктів, таких як клеєна фанера або пресовані дошки, зважаючи на стурбованість щодо вивільнення формальдегіду та інших речовин у повітря)	Збільшити використання цільної деревини замість комплексних деревинних продуктів
Споживання фарб і шпаклівок	Зменшити споживання фарб і шпаклівок
Оброблення дерев'яних поверхонь природними восками й оліями	Збільшити відсоток поверхонь, оброблених природними восками й оліями
Споживання розчинників і розріджувачів фарби	Зменшити споживання розчинників і розріджувачів фарби
Утворення відходів, що підлягають видаленню	Зменшити кількість відходів для видалення

У табл. Д3.2 наведені інформаційні статистичні дані про компанію, а також індикатори компанії для ОЕХ, відібрані на основі ділової стратегії та екологічної політики компанії.

Таблиця Д3.2

Статистичні дані та стандарти для ОЕХ компанії «Шрейнерей Шмід»

Статистичні дані компанії	1993 р.	1994 р.	1995 р.
Продано продукції, DEM	880 000	900 000	940 000
Кількість працівників	9	10	11
Площа підприємства, м ²	640	640	780
Індикатори для ОЕХ			
Використано електроенергії, кВт·год	17 731	17 965	24 797
Спожито води, м ³	345	398	201
Відсоток використаної цільної деревини	85 ^a	70	70
Використано фарб і шпаклівки, кг	610	435	426
Відсоток поверхонь, оброблених натуральними восками й оліями	3	22	30
Використання розчинників і розріджувачів, л	125	110	60
Видалено відходів, кг	1 450	1 320	60

Використання даних та інформації

Збирання даних

Система екологічної інформації компанії забезпечує збирання даних, необхідних для розроблення індикаторів для ОЕХ. У перші роки впровадження екологічних програм компанії необхідно отримати значну кількість інформації. Із часом застосування екологічної інформації розширили, щоб вона забезпечувала отримання всіх обраних індикаторів. Усі індикатори виражені в абсолютних величинах або у вигляді пропорцій. Використання відносних даних (наприклад, на кілограм або на одиницю виробленої продукції) визнали необхідним, тому що індивідуально спроектована продукція має унікальні розміри та вигляд, що робить її непорівнянною з продукцією інших виробників.

Оцінювання інформації

Оцінюють інформацію методом порівняння екологічних цілей компанії з обраними індикаторами для ОЕХ. Стрімке зростання споживання електроенергії в 1996 р. було результатом збільшення підпри-

емства і спорудження нового цеху. Значного прогресу компанія досягла після 1994 р. за іншими показниками, за зменшенням споживання води, зменшенням споживання допоміжних агентів, що впливають на довкілля, збільшенням відсотка площі поверхонь продукції, оброблюваних натуральними восками й оліями. Завдяки застосуванню нової технології керування відходами, включно з екстенсивним внутрішнім та зовнішнім рециклінгом відходів виробництва, масу відходів, що видаляють, практично зменшили до нуля.

Звітвання та зв'язки

Для клієнтів, інших зацікавлених сторін і широкої громадськості компанія веде документацію, що висвітлює її досягнення у покращенні її екологічної характеристики. Базовою інформацією є доповідь компанії за 1994/95 роки. Цю доповідь готують і оприлюднюють кожні три роки як громадську екологічну заяву, це прописано в умовах реєстрації компанії у СЕКА.

Окрім того, ця інформація є доступною через Інтернет за адресою: <http://members.aol.com/schmids40>. Екологічну доповідь керівництво компанії обговорює на зборах компанії з персоналом з екологічних питань, а також для підтримання діалогу між компанією та органами влади.

Перегляд і вдосконалення ОЕХ

На основі досягнутої екологічної характеристики були встановлені нові екологічні цілі та завдання у вигляді критеріїв екологічної характеристики компанії. Це такі критерії:

- збільшення використання цільної деревини у виробництві меблів на 10 %, зробивши продукцію привабливішою для клієнтів;
- зменшення споживання електроенергії на 10 %, оптимізував системи стисненого повітря та замінив електронагрівальні пристрої;
- зменшення загального обсягу відходів як тих, які видаляють, так і тих, які рециклують, на 10 %.

У результаті перегляду процесу ОЕХ було визнано за необхідне внести одну зміну у набір індикаторів для ОЕХ. Оскільки загальний обсяг відходів, які видаляють, зменшили майже до нуля завдяки інтенсивному рециклінгу, стратегія власника компанії зараз спрямована на загальне зменшення всіх потоків відходів компанії. Тому замість попереднього індикатора «кілограм видалених відходів» вводять новий

індикатор: «загальний обсяг відходів як для рециклінгу, так і для видалення».

Висновки

ОЕХ підтвердила свою екологічну корисність для малої компанії. Дані, необхідні для підтримання деяких індикаторів для ОЕХ, зібрали із самого початку. Джерело даних і механізм збирання даних для підтримання інших індикаторів для ОЕХ має бути розроблене чи вдосконалене. Найбільш важливим результатом здійснення ОЕХ, що є корисним для власника компанії, було те, що він нарешті отримав доступ до надійних показників екологічної характеристики компанії. Регулярно переглядаючи екологічні цілі та завдання, власник має змогу контролювати та ефективно покращувати екологічну характеристику компанії, а також успішно доводити її до відома учасників ринку. Завдяки інформації, наданій в екологічній доповіді, компанія може очікувати стійкого зростання бази її регіональної клієнтури та постійного зростання попиту на її продукцію.

Приклад 2. НАЦІОНАЛЬНЕ ЗАЛІЗНИЧНЕ АГЕНТСТВО, ДАНІЯ

(Компанія, що керує інфраструктурою датської залізниці, що має приблизно 3400 працівників, використовує ISO 14031 як Інструмент для вдосконалення структури та якості її індикаторів оцінювання екологічної характеристики)

Датське національне залізничне агентство (ДНЗА) було створене 1 січня 1997 р. шляхом реорганізації Датських державних залізниць (ДДЗ). У результаті утворилися дві організації: експлуатаційна компанія (ДДЗ) та інфраструктурна компанія (ДНЗА). Датське національне залізничне агентство підпорядковане Міністерству транспорту, в агентстві приблизно 3400 працівників. Діяльність ДНЗА можна поділити на такі чотири головні напрями:

1) експлуатація та ремонт залізничної колії, наприклад, переобладнання верхнього спорудження колії (заміна рейок, шпал, баласту), боротьба з бур'янами (бур'яни можуть зменшувати дренаж колії, що впливає на її стійкість) та шліфування колії (для потреб експлуатації та зменшення шуму);

2) розширення інфраструктури залізничної колії;

3) планування та керування рухом;

4) розміщення договорів підряду стосовно інфраструктури залізничної колії серед різних підрядників, зокрема постачання та розподіл

енергії для електропоїздів. У цьому напрямку ДНЗА має намір збільшити використання енергії, що відновлюється).

Екологічні аспекти відносять до споживання енергії, сировини та викидів від підприємств та рухомого складу. Експлуатація власності включає закупівлю канцелярських матеріалів, води і тепла. Переобладнання верхнього спорудження колії створює значну кількість відходів у вигляді використаного баласту. Боротьба з бур'янами включає використання пестицидів, які можуть бути шкідливими для довкілля. Залізниця є джерелом як шумового забруднення, так і вібраційного. ДНЗА прагне зменшити ці шкідливі впливи підтриманням колії у належному стані та зведенням протишумових бар'єрів. Шкоди можуть завдати розливи нафтопродуктів, особливо для підземних вод; у деяких ділянках відбувалося забруднення залізничного полотна нафтопродуктами. Тому до обов'язків ДНЗА входить як запобігання дальшому забрудненню, так і очищення території після розливів нафтопродуктами.

Розширення інфраструктури залізничної колії чинитиме найбільший вплив на довкілля. Будівництво нової колії може, наприклад, істотно вплинути на флору та фауну, природний і культурний ландшафти, населення, що мешкає поблизу, великі та малі міста, а також підприємницьку діяльність. Екологічні аспекти експлуатації залізниці включають викиди, естетичні проблеми, шумове забруднення, вібрацію, зменшення рекреаційної цінності прилеглої території та обмеження доступу до неї. Під час будівельних робіт на довкілля будуть впливати шумове забруднення, споживання енергії, викиди, тимчасові під'їзні шляхи, що спричинить, своєю чергою, небажані впливи на життя людей.

Режим руху потягів (наприклад, швидкість, кількість зупинок, прискорення) впливає на споживання енергії та пов'язані з цим викиди. Режим руху потягів є результатом планування, керування рухом та експлуатаційними звичками машиністів потягів. ДНЗА може регулювати найбільш значні екологічні впливи сектора залізничної колії, а також споживання енергії та викиди потягів шляхом ретельного планування та оперативного керування рухом.

ДНЗА постачає та розподіляє енергію для електропоїздів. Використання електричної енергії передбачає використання відновлюваної енергії. Тому ДНЗА зараз вивчає можливість розширення тієї частини інфраструктури, яка працює на електричній енергії.

Планування ОЕХ

На основі екологічних аспектів ДНЗА визначає свою екологічну політику.

Екологічна політика ДНЗА

ДНЗА буде працювати заради забезпечення належного й ефективного використання залізниці з метою мінімізування екологічних впливів і споживання ресурсів. Таким шляхом залізниця зможе зробити значний внесок у вирішення однієї з найбільших проблем транспорту — постійного збільшення екологічного впливу.

Разом з іншими учасниками транспортного сектора та зусиллями громад ДНЗА буде шукати нові шляхи досягнення відтворювального (сталого) розвитку.

ДНЗА працюватиме заради забезпечення того, щоб залізниця залишалася найбільш екологічно безпечним видом транспорту. ДНЗА прагне того, щоб її вважали організацією, яка є передовою в екологічному сенсі, тому що у майбутньому вона має відповісти на виклик та бути здатною забезпечити як конкурентоспроможність, так і екологічну безпечність залізничного виду транспорту.

ДНЗА вважає своїм обов'язком спонукати датських працівників залізничної колії екологічно свідомо виконувати свою роботу. А сама організація буде створювати такі маршрути, експлуатація та розширення яких враховуватимуть необхідність охорони довкілля.

ДНЗА оцінюватиме екологічні наслідки всіх послуг, які вона надає чи отримує, інтегруючи екологічні аспекти у виробничу діяльність і розглядаючи їх у єдності. Ось чому ДНЗА залучає до активного діалогу стосовно екологічних аспектів своєї діяльності своїх клієнтів, органи влади та все населення.

ДНЗА добровільно стала першою компанією, що експериментально впроваджує ISO 14031. Загалом робилося це заради розширення досвіду такого впровадження, але частково й заради подальшого розвитку діяльності ДНЗА у галузі екологічного управління. Очікуваними вигодами були:

- створення інструментарію, що дозволяє ДНЗА оцінювати міру наближення до своїх екологічних цілей;
- удосконалення вимірювання характеристики управління;
- вимірюваність екологічних завдань;
- огляд його наявних індикаторів для ОЕХ;
- оцінювання його наявних екологічних цілей з використанням різних систем;
- використання деяких загально визначених індикаторів в екологічній (доповіді у 1997 р. «Екологічна доповідь» і «Зелений звіт» (далі *зелений звіт*)), а також в інших пізніших доповідях.

ДНЗА перебуває у процесі розроблення системи екологічного управління згідно з настановами Моделі екоуправління й аудиту Європейського Союзу (SEMA). Для ДНЗА було недоцільно під час перевірки ISO 14031 використовувати модель «Плануй — Здійснюй — Контролюй — Покращуй», незважаючи на те, що вона прагнула доповісти про свою екологічну характеристику згідно з ISO 14031. Натомість компанія зосередилась лише на розробленні індикаторів для ОЕХ та їх подальшому використанні для ОЕХ у ДНЗА. Тому метою проекту було визначення індикаторів для ОЕХ та удосконалення («Плануй»).

Обирання індикаторів для ОЕХ

Після вивчення й обговорення стандарту керівництво ДНЗА провело засідання на зразок «мозкового штурму», на якому запропонували та обговорили ідеї нових індикаторів, узгоджених з екологічною стратегією ДНЗА. Після цього, спираючись на екологічну стратегію ДНЗА, екологічні цілі та найбільш значущі екологічні аспекти, була розроблена система індикаторів. Їх поділили на три види згідно з ISO 14031 (тобто на індикатори екологічного стану, операційної характеристики та характеристики керування).

Приклади цих індикаторів наведені в табл. ДЗ.3.

Оцінюючи індикатори, ДНЗА також враховувала свої екологічні цілі стосовно до зацікавлених сторін з метою аналізу того, які саме екологічні цілі складали інтерес для кожної сторони. Аналіз інтересів сторін здійснювали на основі обговорень усередині компанії ДНЗА із зовнішніми консультантами (Deloitte і Touche). Аналіз також поглибив попередній досвід у питаннях екологічних інтересів таких сторін. Результат аналізу — документ, що ілюструє, які саме сторони зацікавлені в досягненні тих чи інших екологічних цілей ДНЗА. Цей тип аналізу буде частиною тривалої роботи ДНЗА з розроблення її екологічної доповіді й індикаторів для ОЕХ. Приклад результатів аналізу зацікавлених сторін наведено в табл. ДЗ.4.

Використання даних і інформації

Відповідальність за збирання екологічних даних протягом підготовки *зелених звітів* за 1996 р. і *зелених звітів* за 1997 р. була покладена на Центральний офіс в адміністративному департаменті. Установлено потребу в кращій взаємодії між підрозділами, що збирають дані, і екологічним підрозділом, що обробляє й аналізує дані. ДНЗА нині веде роботу для того, щоб гарантувати, що індивідуальні підрозділи є само-

Таблиця ДЗ.3

Приклади індикаторів ДНЗА для ОЕХ

Екологічна мета	Першочергове екологічне завдання	ІХК	ІОХ	ІЕС
Розширення інфраструктури верхньої будови колії				
ДНЗА буде ставити екологічні вимоги у всіх пропозиціях щодо участі у тендерах і контрактах	Екологічні вимоги необхідно ставити до всіх пропозицій щодо участі у тендерах і контрактах протягом 1998 р.	Відсоток від пропозицій у частині тендерів і контрактів, до яких застосовують процедуру екологічної оцінки		
ДНЗА буде гарантувати, що залізниця дбатимуть про довілля навколишнього ландшафту	Необхідно сформулювати естетичну політику	Просування, зроблене в проекті для формування естетичної політики у зв'язку зі складанням розкладу руху потягів (1998)		Якого рівня естетичних цільностей досягнули (1998)
Експлуатація і ремонт інфраструктури верхньої споруди колії				
ДНЗА буде брати до розгляду екологічні аспекти, ухвалюючи рішення про придбання	Усі групи продуктів підлягають екологічному оцінюванню	Відсоток від пріоритетних груп продуктів на основі екологічного оцінювання (1998)		
ДНЗА буде запобігати шумовому забрудненню і вібрації і допоможе зменшити занепокоєння тих, хто мешкає поблизу залізниць, на кого найбільше впливає шумове забруднення	Запропонувати заходи для зменшення шуму для всіх пріоритетних житлових районів	Кількість житлових районів, у яких вжито заходів щодо зменшення шуму, відносно всіх районів шумового забруднення (кількість пріоритетних районів)	Встановлені протишумові бар'єри, км (1996 та 1997)	

Екологічна мета	Першочергове екологічне завдання	ІХК	ІОХ	ІЕС
Планування й оперативне управління рухом на залізничній мережі				
ДНЗА почне переходити до ширшого використання невикопаних палив і відновлюваних джерел енергії	Вступити в діалог з усіма постачальниками енергії	Відсоток від кількості постачальників енергії, з яким вступили в діалог про невикопане паливо та відновлювані види енергії (1997)	Відсоток використання палива та відновлюваної енергії, порівняно з повною енергією (1998)	Внесок залізничного сектора в зміну клімату, окиснювання, евтрофікацію, смог і виснаження природних ресурсів (1998)

Таблиця ДЗ.4

Приклади результатів аналізу зацікавлених сторін

Зацікавлена сторона	Розширення інфраструктури верхньої будови колії	ДНЗА ставитиме екологічні вимоги у всіх пролозиціях тендерів і контрактів	ДНЗА буде гарантувати, що залізничники дбають про довкілля та навколишній ландшафт	ДНЗА почне переходити на використання невикопаних палив і відновлюваної енергії
Постачальники		X		X
Працівники				
Менеджери залізничної мережі в інших країнах				X
Конкуренти й інші сектори				X
Міністерство транспорту		X	X	X
Організації охорони довкілля		X	X	X
Національні екологічні органи влади		X	X	X
Місцеві екологічні органи влади			X	
Люди, що мешкають поблизу залізничних мереж			X	
Політичні діячі		X	X	X
Залізничні оператори		X		X
Користувачі послуг транспорту				
Засоби інформації				
Внутрішня доповідь керівництву		X	X	X

стійно відповідальними за збирання даних і наступне оприлюднення доповіді екологічному підрозділу для використання в оцінюванні індикаторів для ОЕХ. Доповіді про це використовують як для внутрішніх, так і зовнішніх цілей.

Переглядання та вдосконалення ОЕХ

У зв'язку з розвитком системи екологічного управління в ДНЗА ухвалили екологічну стратегію, що включає екологічну політику і цілі. Вимірювані завдання для кожного із департаментів та відділів удосконалюють. Індикатори для ОЕХ, згідно із цим проектом, узгоджуватимуть з екологічними завданнями, їх уже застосували у формулюванні екологічних цілей і використовуватимуть із цією метою у майбутньому.

Підхід стандарту до визначення екологічних і пов'язаних з ними індикаторів допоможе в критичних оглядах і дальшому розвитку екологічної стратегії ДНЗА. Це буде гарантувати можливість оцінювання екологічної характеристики для первинних підрозділів і для ДНЗА в цілому. Такі інструменти, очевидно, відіграють життєву роль у розвитку ефективної системи екологічного управління.

Індикатори для ОЕХ та їх субподіл на індикатори характеристики управління, індикатори операційної характеристики й індикатори екологічного стану будуть неодмінною частиною внутрішнього інформування ДНЗА у майбутньому, екологічних доповідей і *зелених звітів*. Подані належним чином індикатори можуть давати повне уявлення про стан справ у організації, забезпечуючи основу для будь-якого коригувального втручання в ділянках, де не спостерігали достатнього поліпшення.

Аналіз поглядів зацікавлених сторін показав, що Міністерство транспорту, організації захисників довкілля, урядові органи екологічного управління та політичні діячі найбільш зацікавлені в досягненні екологічних цілей, у той час як службовці, іноземні менеджери залізничної мережі, конкуренти, інші сектори та користувачі послугами транспорту (наприклад, пасажери) зацікавлені в далеко не всіх екологічних цілях. Надалі слід вивчати інформаційні вимоги таких сторін і готувати екологічні доповіді.

Висновки

На основі досвіду застосування ISO 14031, ДНЗА хотіла б передати такі спостереження іншим організаціям, що бажають враховувати у своєї діяльності ISO 14031, зокрема:

— три категорії стандарту (індикатори характеристики керування, індикатори операційної характеристики та індикатори екологічного стану) виявилися корисним інструментом розроблення індикаторів підприємства;

— робота з аналізу зацікавлених сторін та істотних екологічних аспектів створює надійну основу для аналізу та розроблення індикаторів; систематична робота з ISO 14031; варта витраченого часу;

— створюючи індикатори, слід залучати до цієї роботи інших учасників і використовувати їхні знання;

— хоча додаток до ISO 14031 — корисне джерело інформації, ним не треба обмежуватися під час розроблення індикаторів;

— важливо поєднувати роботу над індикаторами з іншою природоохоронною діяльністю в організації як для екологічної звітності, так і для екологічного управління;

— пам'ятайте, що вирішення важливих екологічних проблем тісно пов'язане з політикою, стратегією, цілями й індикаторами компанії;

— у той час як текст стандарту може здаватися складним, сам підхід не є таким.

Приклад 3. «ЕЛКЕМ ФІСКАА СИЛІКОН», КРИСТИАНСАНД, НОРВЕГІЯ

(Завод з виробництва кремнієвого металу, частина багатонаціональної компанії з приблизно 5300 працівників та службовців, що враховує представлення зацікавлених сторін під час впровадження на підприємстві оцінювання екологічної характеристики)

«Елкем АСА» — один зі світових провідних постачальників феросплавів і кремнієвого металу. «Елкем» також залучений в алюмінієве виробництво й у виготовлення різноманітних спеціальних продуктів, пов'язаних з його основним виробництвом. На «Елкем» працює приблизно 5300 працівників та службовців на 25 заводах у Європі, Північній і Південній Америках.

Завод, розташований у місті Кристіансанд у південній частині Норвегії, — це найбільше індустріальне підприємство компанії. Воно складається з дослідницького центру компанії і власне заводу, що виготовляє вуглецеві матеріали та кремнієвий метал.

Профільний виріб, кремнієвий метал — головна сировина для виробництва силіконів і силанів, і його використовують як присадок в алюмінієвому виробництві. Побічний продукт, Мікрокварц®, застосовують як добавку до бетону.

Завод протягом кількох років інформує свої екологічні дані центральним і місцевим органам влади. Таке інформування необхідне для одержання заводом дозволів на скидання. Первинні екологічні дані керівництво підприємства наводило також у щорічній доповіді про стан здоров'я, безпеки довкілля, поширюючи їх для зовнішніх зацікавлених сторін, також і в доповіді екологічної групи підприємства.

Цей приклад ілюструє, що зусилля підприємства спрямовані на те, щоб оцінити та зрозуміти екологічні вимоги зацікавлених сторін. Компанія знає, що інформація про довкілля, яку вона поширює, має висвітлювати ті види діяльності проблем, які привертають увагу зацікавлених сторін. Завод «Елкем» мав певний досвід оприлюднення екологічної інформації перед зацікавленими сторонами, особливо сусідніми підприємствами, клієнтами, а також місцевими і національними органами влади, але компанія дотепер не виконала повного всебічного оцінювання інформаційних потреб її зацікавлених сторін.

Планування ОЕХ

Головна мета ОЕХ підприємства «Елкем Фискаа Силікон» полягала в тому, щоб розробити набір індикаторів на істотних екологічних впливів компанії, а також потреби і вимоги її зацікавлених сторін.

Протягом 1994 р. на заводі виконали проект створення чистішого виробництва й у результаті були отримані дуже добрі уявлення про дані входів і виходів процесу виробництва. Завод також займався оцінюванням життєвого циклу (ОЖЦ) кремнієвого металу, коли була почата паралельно з ОЕХ. Експерти вирішили планувати ОЕХ з використанням наявного знання істотних екологічних аспектів заводу та переглядати індикатори після оприлюднення результатів ОЖЦ.

ОЕХ в «Елкем Фискаа Силікон» організували в п'ять кроків:

- оцінювання екологічного стану;
- оцінювання з боку зацікавлених сторін;
- перше відбирання індикаторів для ОЕХ;
- випробування й оцінювання;
- кінцевий вибір індикаторів для ОЕХ.

Відбирання індикаторів для ОЕХ

Оцінювання екологічного стану

Мета першого кроку — оцінювання екологічного стану, яке полягало у тому, щоб ідентифікувати істотні екологічні аспекти й еколо-

гічні проблеми для того, щоб зосередити на них процес ОЕХ. Експерти зібрали та розглянули всі повідомлення та документи, що стосуються діяльності компанії, щоб оцінити найбільш істотні аспекти для «Елкем Фискаа Силікон» на той час.

Табл. Д3.5 містить ті аспекти діяльності, що «Елкем Фискаа Силікон» відібрав як істотні згідно з попереднім вивченням. Потенційні екологічні впливи, пов'язані з цими аспектами, також внесли до переліку.

Таблиця Д3.5

Значущі екологічні аспекти на заводі «Елкем Фискаа Силікон» і відповідні екологічні впливи

Екологічні аспекти	Відповідні екологічні впливи
Викиди діоксиду сірки	Закислення і місцеві впливи на стан здоров'я
Викиди оксиду азоту	Закислення і місцеві впливи на стан здоров'я евтрофікація
Викиди діоксиду вуглецю	Глобальна зміна клімату
Пилове забруднення	Місцеві впливи на стан здоров'я
Шумове забруднення	Місцеві впливи на стан здоров'я

Оцінювання з боку зацікавлених сторін

Перш за все робоча група в «Елкем» з'ясувала, що зацікавленими сторонами компанії були: клієнти, постачальники, банки, політичні партії, сусідні підприємства, неурядові організації, працівники та службовці, місцеві органи влади, власники/акціонери, менеджери підприємства, національні органи влади.

Щоб досягти найбільш надійного одержання інформації та розуміння поглядів і уявлень цих зацікавлених сторін, учасники робочої групи розробили та поширили анкетний запитальник, який містив 10 питань, деякі з них адаптували до різних груп зацікавлених сторін. До пакету опитування додавався лист, що описує цілі зусиль компанії. Завод поширив приблизно 65 анкет, близько 70 % яких респонденти заповнили. Для визначених зацікавлених сторін (наприклад, банків страхових компаній, власників/акціонерів і менеджерів підприємства) здійснювали попереднє інтерв'ювання.

Загальним висновком за результатами цього дослідження було те, що екологічні уявлення опитаних відрізнялися від групи до групи і часом відрізнялися в межах однієї групи (зацікавленої сторони). Це вказувало на те, що у зовнішній екологічній доповіді необхідно пояснити різні впливи на людину та довкілля, пов'язані з діяльністю підприємства.

У своїх відповідях на анкетні опитування зацікавлені сторони зазначили, що вони хотіли б отримати більшу кількість інформації з таких питань:

- викиди діоксиду сірки;
- викиди діоксиду вуглецю;
- викиди оксиду азоту;
- шумове забруднення;
- пилове забруднення;
- викиди поліциклічних ароматичних вуглеводнів;
- відходи і їх оброблення;
- залпові скидання (тобто ті, які перевищують ліміти, установлені регулювальними організаціями або самою компанією);
- збереження енергії;
- вплив на здоров'я;
- екологічні цілі;
- загальні промислові впливи на прилеглу місцевість;
- екологічні плани та їх виконання;
- витрати на охорону довкілля;
- глобальні впливи;
- екологічна політика компанії.

Перший вибір індикаторів для ОЕХ

На підставі результатів оцінювання екологічного стану, ідентифікованих істотних екологічних аспектів і результатів оцінювання потреб зацікавлених сторін експерти відібрали набір індикаторів. Дані стосувалися виробництва однієї тонни кремнієвого металу за останні три роки і мали відображати зміни характеристики незалежно від змін щорічного обсягу виробництва. Цей набір індикаторів наведено в табл. ДЗ.6.

Таблиця ДЗ.6

Перший набір індикаторів для ОЕХ

Індикатор	1993 р.	1994 р.	1995 р.
Виробленого кремнію, т	48	48,5	49
Викинуто діоксиду сірки, кг/т виробленого кремнію	16	17	16
Викинуто діоксиду вуглецю, кг/т виробленого кремнію	4	3	3
Викинуто оксиду азоту, кг/т виробленого кремнію	21	21	21
Викинуто пилу, кг/т виробленого кремнію	2	3	2
Утворено відходів, кг/т виробленого кремнію	41	44	22
Спожито енергії, кВт год/т виробленого кремнію	12	12	12
Створено рівень шуму протягом виробництва кремнію, у децибелах	56	—	51

Перевірка та оцінювання

Зустріч із зацікавленими сторонами в «Елкем Фискаа Силікон» була запланована як початкова перевірка першого набору індикаторів. Загалом зацікавлені сторони зосередили увагу на порівнянні викидів цього підприємства з іншими, включно як місцевим, так і далеким забрудненням. Дехто з сусідніх підприємств хотіли знати рівень небезпеки мешкання біля заводу і чи безпечна якість води прилеглої фіорду. Вони також цікавились планами дій заводу, особливо щодо скорочення забруднення. Індикатори, що показують конкретні види вивидів, являли собою незначний інтерес для зацікавлених сторін на цій зустрічі. Сторони були зацікавлені індикаторами тенденцій найближчого майбутнього розвитку, але це було пов'язано з рівнем забрудненості та концентраціями різних забруднювальних речовин у повітрі, що вважали важливим.

Остаточний вибір індикаторів для ОЕХ

Початковий висновок був таким, що перший набір індикаторів, представлених на зустрічі, важливий для внутрішнього використання компанії, але вони можуть також бути корисними для еталонного порівняння з показниками інших компаній з подібними процесами виробництва чи продуктами виробництва.

Щоб врахувати вимоги зацікавлених сторін, було визнано необхідним установити інший набір індикаторів з пояснювальними описами різних екологічних впливів компанії.

У 1999 р. було вирішено впровадити систему екологічного управління, згідно з ISO 14001, і тоді Екологічна доповідь представить набір індикаторів відповідно до всіх потреб і вимог зацікавлених сторін компанії. Тому завод обрав новий набір індикаторів, представлений у табл. ДЗ.7. Таблиця показує, які зацікавлені сторони мають потребу в тих чи інших індикаторах. Більшість із кінцевого набору індикаторів і підтримувальних даних доступна для всіх зацікавлених сторін.

Таблиця ДЗ.7

Нова система індикаторів для ОЕХ

ІХК	ІОХ	ІЕС
Відхилення від дозволених викидів	Кількість викидів діоксиду за рік, т	Шум, у децибелах
Відхилення від внутрішніх цілей характеристики	Кількість викидів діоксиду вуглецю за рік, т	Грами пилу на 1 м ³ навколишнього повітря

Закінчення табл. ДЗ.7

ІХК	ІОХ	ІЕС
Відхилення від дозволених викидів	Кількість викидів діоксиду за рік, т	Шум, у децибелах
Плани та дії	Кількість викидів окису азоту, за рік, т	Грами діоксиду на 1 м ³ навколишнього повітря
Удосконалення	Пилове забруднення за рік, т	Грами окису азоту на 1 м ³ навколишнього повітря
Споживання енергії (повне/питоме)	Споживання енергії (повне/питоме)	
	Залпові скидання	
	Небезпечні відходи	

Розгляд і поліпшення ОЕХ

На початку процесу представники робочої групи ОЕХ вирішили включати у розгляд тільки екологічні впливи, пов'язані з кремнієвим металевим заводом у Кристиансанді. Однак керівництво компанії визнає факт, що істотні екологічні впливи можуть також бути пов'язані з видобутком і транспортуванням вугілля та кварцу, так само як і з виробництвом іншої сировини. Кремнієвий метал — сировина для виробництва сотень різних виробів із силіконів і силанів. Його також використовують як присадок у виробництві алюмінію.

У майбутній роботі з індикаторами для ОЕХ буде необхідно розглянути результати поточного проекту вивчення ОЖЦ компанії і врахувати результати вивчення ОЖЦ виробниками, що використовують кремнієвий метал як сировину.

«Елкем Фискаа» буде прагнути сертифікувати свою систему екологічного управління згідно з ISO 14001 у 1999 р., і компанія планує розвивати їх ІХК протягом цього процесу. Це повинно також охоплювати розроблення плану періодичного інформування та зворотного зв'язку із зацікавленими сторонами.

Висновки

Протягом певного часу завод «Елкем Фискаа» використовував свою екологічну інформацію в плануванні виробництва і внутрішньому та зовнішньому інформуванні. У певному сенсі це стало практичним використанням системи екологічного управління, на засадах здоров'я, безпеки й охорони довкілля. З певними доповненнями кількома процедурами та екологічними цілями вимоги, запропоновані в наявних стандартах до систем екологічного управління, будуть виконані.

Результати процесу компанія ОЕХ буде використовувати такі два шляхи:

— вимірювання внутрішніх неперервних екологічних удосконалень, контролюючи питомі кількості емісії чи споживання енергії на тонну продукту;

— використання індикаторів для зовнішніх екологічних повідомлень, додаючи детальні пояснювальні описи впливів на довкілля і здоров'я людини.

Разом із результатами триваючого вивчення ОЖЦ індикатори для ОЕХ можуть стати основою для дальших екологічних удосконалень у компанії «Елкем Фискаа Силікон».

Приклад 4. ІСІ, ВЕЛИКА БРИТАНІЯ

(Велика багатонаціональна хімічна компанія з 67 500 працівників і службовців, має складні екологічні аспекти, розробляє індикатори операційної характеристики, щоб бачити екологічні труднощі її діяльності)

ІСІ — одна з найбільших усесвітніх хімічних компаній з міжнародними зв'язками, що має потужні технології у галузі виробництва фарб, вибухових речовин та індустріальних хімікалій, із сильними регіональними підприємствами в Пакистані, Аргентині та Індії.

Компанія впровадила систему управління, що охоплює безпеку, здоров'я й екологію (БЗЕ). Від усіх підрозділів компанії вимагають:

— розробляти власні локальні процедури, що включають гарну виробничу практику, визначену в більш ніж 100 керівних системних настановах;

— виконувати запропоновану ІСІ політику БЗЕ, включно із зобов'язаннями «гарантувати, що в усіх його діях по усьому світі його екологічна характеристика буде відповідати сучасним вимогам, і що свої операції здійснює у спосіб, прийнятний для місцевих громад».

У 1990 р. ІСІ була однією з перших хімічних компаній, що визначила завдання екологічного удосконалення, і з 1992 р. компанія оприлюднює щорічну групову доповідь, де описує досягнення щодо його виконання.

Одинадцять ділянок ІСІ були сертифіковані відповідно до Європейської системи екоуправління та аудиту (SEMA) і до ISO 14001.

Планування ОЕХ

ІСІ повідомляла про відходи та викиди у довкілля (повітря, води, ґрунти), в одиницях маси — тоннах. Їх поділили на небезпечні та без-

печні. Компанія фіксувала окремі забруднювальні речовини, ідентифіковані у Великій Британії, Сполучених Штатах Америки, а також забруднювачі зазначені в Європейських екологічних регулятивних актах разом з іншими речовинами як вважає ІСІ, також долучаються до потенційного екологічного впливу внаслідок виробничої діяльності.

Визнаючи недостатність використання у дослідженні лише показників маси, ІСІ протягом 18 місяців, починаючи з 1995 р. розробила новий метод оцінювання потенційного екологічного впливу своїх викидів, який ІСІ назвала «підходом з позицій екологічного навантаження» (ЕН). Метою ІСІ було знайти інформативний і науково обґрунтований спосіб для того, щоб кількісно визначити екологічну характеристику компанії, яка має підприємства в усьому світі, і таким чином встановити завдання щодо вдосконалення та забезпечення моніторингу їх виконання. Це потребувало замість простої констатації стосовно кількості відходів та викидів розроблення нового методу визначення потенційних екологічних впливів.

Метод ЕН компанії нескладний щодо можливості його вдосконалення для отримання нових наукових даних, наприклад, щодо впливів небезпечних викидів на людину та екосистему. Цей метод використовують в операціях компанії, зокрема в ухваленні рішень стосовно придбань або ліквідації виробництва. Надалі дослідження будуть включати й дані, необхідні для опису ланцюга постачання, пов'язаного з продуктом компанії, як на вході до неї, так і на виході. Компанія вже зробила кроки у цьому напрямку, включивши до розгляду ефекти зовнішнього виробництва енергії.

Обирання індикаторів для ОЕХ

ІСІ обрала індикатори для ОЕХ, які відповідають специфіці та масштабам її виробництва, що і дозволяє компанії та зацікавленим сторонам спостерігати за досягненням екологічних цілей; звіт має назву «БЗЕ кидає виклик цілям 2000». За базовий (реперний) рівень узяли величини кожного індикатора в 1995 р.; цілі встановили на 2000 р. Відібрано двадцять індикаторів, зокрема:

- дотримання нормативних вимог (4 індикатори);
- дотримання соціальних вимог (2 індикатори);
- збереження ресурсів (2 індикатори);
- позбавлення відходів (5 індикаторів);
- екологічне навантаження (7 індикаторів).

Із цих 20 індикаторів сім індикаторів стосуються зусиль керівництва компанії щодо поліпшення екологічної характеристики, решта — екологічної характеристики діяльності ІСІ.

Екологічні аспекти компанії є складними, тому для всебічного оцінювання екологічної характеристики відібрали комбінацію пов'язаних з ними індикаторів.

Індикатори характеристики керування (ІХК)

Обрали такі ІХК, які дають інформацію про досягнення ІСІ у впровадженні проголошеної політики, а також мають допомогти оцінити зусилля керівництва компанії щодо поліпшення цих досягнень. Цілі та відповідні індикатори є такими:

Політика ІСІ:

Гарантувати, що технологій ІСІ дотримуються у спосіб, прийнятний для місцевих громад.

Відповідний ІХК:

Загальна кількість скарг, отриманих протягом визначеного звітного періоду. Наведений нижче ІХК також стосується описаної вище політики ІСІ.

Мета: цілковите дотримання регулятивних актів усюди, де працює ІСІ.

Відповідний ІХК:

— відсоток результатів аналізів проб від їх загальної кількості, які повною мірою відповідають нормам скидань у воду;

— відсоток результатів аналізів проб від їх загальної кількості, які повною мірою відповідають нормам викидів у повітря;

— кількість випадків притягнення до відповідальності та сума штрафів.

Для кожної виробничої ділянки ІСІ є обов'язковим дотримання вимог місцевого і національного законодавства та регулятивних актів, що діють у місці її розташування, стосовно викидів у довкілля. Кожний підрозділ доповідає за свій відсоток дотримання дозволених рівнів емісії, після чого узагальнені дані долучають до екологічного звіту групи.

Мета: дотримуватись світового стандарту ІСІ щодо будівництва нових заводів.

Відповідний ІХК:

Список заводів, будівництво яких завершили і тих, що будують протягом визначеного звітного періоду.

Мета: уникати неконтрольованих викидів забруднювальних речовин і запобігати аварійним ситуаціям.

Відповідний ІХК:

Кількість і географічне місце розташування аварійних стоків, які могли заподіяти чи заподіяли громадську стурбованість чи шкоду довкіллю.

Додаткові ІХК мають на меті оцінити щорічні екологічні витрати.

Індикатори операційної характеристики (ІОХ)

ІСІ обрала п'ять ІОХ, співвідносних із конкретними цілями на 2000 р., встановлених програмою «БЗЕ кидас виклик цілям 2000» або ж скорочено «БЗЕ виклик 2000», та 8 індикаторів, які мають таку узагальнену неконкретизовану мету, як мінімізування відходів, і показують лише тенденції. Із 13 обраних ІОХ отримали сім з використанням підходу ЕН.

Відходи та викиди ІСІ утворює виробниче устаткування, за яким компанія має безпосередній чи опосередкований контроль. Наприклад, викиди діоксиду вуглецю, що можуть бути спричинені роботою як електростанцій, що належать ІСІ, так і електростанцій, з яких ІСІ імпортує електроенергію.

Мета: мінімізувати відходи.

Відповідні ІОХ:

— загальна маса відходів у мільйонах тонн, викинутих у повітря, видалених на полігон відходів або скинутих у воду на рік;

— маса небезпечних відходів у тисячах тонн, видалених на полігон відходів на рік;

— маса безпечних відходів у тисячах тонн, видалених на полігон відходів на рік;

— маса завислих речовин у тисячах тонн, викинутих у повітря на рік;

— маса відходів, не пов'язаних із технологічним процесом виробництва (наприклад, будівельне сміття), видалених на полігон відходів на рік.

ІСІ повідомляє також про вивільнення знешкоджених відходів та викидів у довкілля, якщо компанія має договірні відносини з переробниками відходів. Наприклад, на підприємстві *ІСІ Тюксид Гуелва* (Іспа-

нія) кислі тверді відходи, які класифікують як небезпечні, коли вони вивільняються з підприємства, нейтралізується до інертного стану на розміщеному поблизу муніципальному переробному заводі.

У доповіді ці відходи вказують як безпечні, тому що саме у такому безпечному стані їх остаточно вивільняють для видалення.

Мета: до кінця 2000 р. поліпшити на 10 % ефективність використання енергії на тонну продукції проти рівня 1995 р.

Відповідний ІОХ:

Використана енергія на тонну продукції у відсотках до 1995 р.

ІОХ з погляду екологічного навантаження (ЕН)

ІСІ та група його міжнародних експертів розглянули діяльність компанії та ідентифікували набір міжнародно визнаних типів екологічних впливів, які можуть створити підприємства компанії своїми викидами у повітря і скиданнями у воду.

Щодо викидів газів експерти вирішили, що треба окремо розглядати такі, які можуть призвести до:

- атмосферного закислення;
- глобальної зміни клімату;
- небезпечних впливів на здоров'я людей;
- виснаження озонового шару;
- утворення фотохімічного озону (тобто смогу).

Серед впливів на здоров'я людей розглядали тільки такі, які викликають онкологічні захворювання, чому активно протистоять місцеві громади. Інших потенційних впливів на здоров'я не розглядали, хоча їх також можна проаналізувати.

Серед скидань у воду ІСІ виявила речовини, які можуть призвести до:

- закислення;
- знекиснення води;
- збільшення екотоксичності для водних організмів (наприклад, будь-які метали та їх сполуки або інші токсичні речовини, що скидають у воду).

Цілі ЕН згідно з програмою «БЗЕ виклик 2000»:

Зменшити на 50 % ЕН компанії до кінця 2000 р. для таких чотирьох видів екологічного впливу:

- 1) екотоксичність;

- 2) потреба води у кисні;
- 3) атмосферне та водне закислення;
- 4) потенційно небезпечні (наприклад, канцерогенні) викиди у повітря.

IOX (EH):

— ЕН (екотоксичність), вимірювана у тоннах вироблених на рік міді/формальдегіду еквівалента;

— ЕН (потреба води у кисні), вимірюване у тоннах на рік БСК що скидається;

— ЕН (закислення), вимірюване у тоннах на рік викидами іону водню, що випускається;

— ЕН (канцерогени), вимірювані у тоннах на рік еквівалента бензолу, що випускається.

ІСІ зосередив увагу на цих конкретних видах шкідливого екологічного впливу, задовольняючи вимоги регулятивних органів влади і місцевих громад, що мешкають поблизу підприємств ІСІ.

ІСІ також здійснює моніторинг і складає доповіді про ЕН стосовно трьох інших зазначених вище екологічних впливів (тобто глобального потепління, виснаження озонового шару та фотохімічного смогу), тому що компанія вважає їх важливими, зважаючи на характер своєї діяльності.

Додаткові IOX (EH):

— ЕН (глобальна зміна клімату) вимірюють у тоннах на рік — викидів еквіваленту діоксиду вуглецю;

— ЕН (виснаження озону) вимірюють у тоннах на рік — викидів еквіваленту хлорфтор вуглецю СРС-11;

— ЕН (фотохімічний озон) вимірюване у тоннах на рік викидів еквіваленту етилену.

Використання даних та інформації

Аналіз і конвертування даних для IOX (EH)

Розроблення кожного ЕН/IOX включало два додаткових кроки після ідентифікації набору восьми визначених видів екологічного впливу внаслідок різних викидів компанії у повітря та воду.

У першу чергу для кожної індивідуальної речовини встановлювали фактор його можливого (потенційного) впливу — фактори потенційності (ФП).

Він відображає потенціал індивідуальної емісії щодо внеску до конкретного виду екологічного впливу. Для визначення ФП, найбільш придатного для кожної індивідуальної емісії та для кожного екологічного впливу, використовували дані, оприлюднені незалежними фахівцями. Якщо таких даних не було, за порадою Екологічної лабораторії Бріксхам фактори визначали за аналогією до оприлюднених даних.

Одну речовину обирали як базис або стандарт для кожного типу екологічного впливу, і для неї встановлювали величину ФП = 1. Так, для атмосферного закислення базисною речовиною є діоксид сірки (див. приклад обчислення ЕН). Величину ФП для інших речовин визначали шляхом порівняння їх потенційності з потенційністю базисної речовини. Так, для атмосферного закислення одна тонна аміаку має більший потенціал створювати атмосферне закислення, ніж одна тонна діоксиду сірки, і вона має ФП = 1,88. З іншого боку, одна і та сама маса діоксиду азоту має менший потенціал створення атмосферного закислення, ніж діоксид сірки та аміак, і тому діоксид азоту має меншу величину ФП = 0,7.

Кожна емісія речовини потенційно спричиняє одну чи більше кількості екологічних впливів. Наприклад, речовина може спричинити фотохімічний смог і також здатна виснажувати озон. Потенція речовини, а отже, і її ФП, можуть змінюватись залежно від того, який конкретно екологічний вплив розглядають.

Обчислення та застосування факторів потенційності описані в додатку до цього прикладу.

І нарешті, з використанням формули, у якій маса кожної вивільненої речовини перемножується на її фактор потенційності, обчислювали ЕН кожного викиду для кожного типу екологічного впливу.

Формула

Аналіз ЕН дозволяє оцінити відносний потенціал екологічного впливу різноманітних емісій ІСІ.

Він відображає як масу, так і потенційність викиду кожної речовини, щоб виявити її можливий негативний вплив.

ЕН для до кожного виду екологічного впливу розраховують за формулою:

$$EH = (m_a \cdot \Phi P_a) + (m_b \cdot \Phi P_b) + (m_c \cdot \Phi P_c) + \dots$$

де m — маса в тоннах кожної речовини, що вивільнюється; a, b, c, \dots означає конкретна речовина, що вивільнюється; ФП — фактор потенційності для конкретної речовини відносно конкретного типу екологічного впливу.

Підхід ЕН передбачає дотримання чинних норм і забезпечує систему вимірювання для дальшого покращення цих норм. Іншими ключовими моментами використання підходу ЕН є такі:

— індивідуальні хімікати можуть бути віднесені до більш ніж одного типу екологічного впливу (наприклад, аміак впливає як на водну екотоксичність, так і на атмосферну кислотність);

— кожен хімікат має конкретний фактор потенційності для кожного типу екологічного впливу, і ці фактори можуть бути різними (наприклад, бензол має фактор потенційності 0,1 для водної екотоксичності та фактор потенційності 0,33 утворення фотохімічного смогу);

— кожний тип екологічного впливу має кожен свої характеристики та одиниці вимірювання;

— навантаження для кожного типу екологічного впливу не можна скласти разом, щоб отримати загальний ЕН, тому що вони так відрізняються один від одного, як «крейда від сиру»;

— ЕН не стосується таких локальних проблем як шум і запахи.

ЕН можна використовувати для:

— порівняння екологічної характеристики із характеристиками за минулі роки;

— порівняння викидів з іншими об'єднаними джерелами впливів інших підприємств чи природних джерел, які потенційно спричиняють екологічні ефекти;

— формулювання завдань вдосконалення екоконтролю.

Принцип роботи ЕН-моделі такий, щоб ІСІ могла встановити пріоритети та зосередити зусилля на тих складових діяльності, які потребують більшої уваги. ІСІ також усвідомлює, що це динамічна модель, яка має багато напрямів для розвитку, і необхідно забезпечити, щоб система була гнучкою, і її можна було б удосконалювати завдяки новим розробкам, якщо це буде доцільним.

Приклад обчислення ЕН

Нижче наведений приклад гіпотетичного негативного впливу, такого як атмосферне закислення.

По-перше, визначаємо масу m , кожного викиду окремої речовини з потенціалом впливу на атмосферне закислення. У цьому прикладі повна маса — 32 т.

По-друге, визначають фактор потенційності (ФП) для викидів кожної речовини (табл. Д3.8).

Маса та фактори потенційності емісії речовини у гіпотетичному прикладі атмосферного закислення

Викиди речовини	Маса, т	Фактор потенційності атмосферного закислення
Аміак (NH ₃)	20	1,88
Хлорид водню (HCl)	3	0,88
Діоксид азоту (NO ₂)	4	0,70
Діоксид сірки (SO ₂)	5	1,00

Для атмосферного закислення діоксид сірки є реперною (базовою) речовиною; одиницею вимірювання обчисленого навантаження є еквівалент тонни діоксиду сірки.

По-третє, для отримання величини ЕН для атмосферного закислення використовують формулу

$$EH = (m_a \cdot \Phi_{Pa}) + (m_b \cdot \Phi_{Pb}) + (m_c \cdot \Phi_{Pc}) + \dots,$$

підставляючи у неї дані кожної речовини

$$EH = [NH_3] (20 \cdot 1,88) + [HCl] (3 \cdot 0,88) + [NO_2] (4 \cdot 0,70) + [SO_2] (5 \cdot 1,00) = 48,04.$$

Тобто величина ЕН (атмосферне закислення) дорівнює 48,04 еквівалент-тоннам діоксиду сірки.

ЕН змінюється, якщо змінюється група викидів речовин, навіть коли загальний їх тоннаж залишається тим самим. Наприклад, якщо величини викидів аміаку та діоксиду азоту поміняти місцями (тобто 4 тонни аміаку і 20 тонн діоксиду азоту) загальний тоннаж буде, як і раніше, — 32 тонни. Проте тоді:

$$EH = [NH_3] (4 \cdot 1,88) + [HCl] (3 \cdot 0,88) + [NO_2] (20 \cdot 0,70) + [SO_2] (5 \cdot 1,00) = 29,16$$

замість 48,04, що означає менший потенційний вплив на атмосферне закислення цієї групи викидів.

Відмінності ЕН від екологічного впливу

ЕН — це кількісний індикатор рівня, до якого викиди можуть справляти екологічний ефект. Він суттєво відрізняється від екологічного впливу, який визначають як зміну стану компонентів довкілля в

результаті діяльності, виробництва продукції або надання послуг організації.

Деякі викиди можуть зруйнуватись одразу після їх вивільнення, і тому вони ніколи не створюють негативного екологічного впливу. Інші речовини не можуть зберегти досить довго свого активного стану і не встигають заподіяти несприятливий ефект.

Наприклад, скидання до водного об'єкта стічної води, потенційно токсичної для риби, може супроводжуватись швидкими процесами дисперсії та розбавлення, тобто це не завдасть шкоди рибі.

Підхід ЕН дозволяє компанії виявити повний потенціал своїх викидів щодо заподіяння екологічної шкоди. ІСІ та його експерти вважають, що цей підхід забезпечує певний природоохоронний запас, тому що він розглядає повний внесок емісій, не розглядаючи їх дальшої деградації чи дії послаблювальних факторів, що можуть мати місце після викидів речовин.

Звітвання та зв'язок

Результати ОЕХ широко повідомляють усім зацікавленим колам як усередині компанії, так і за її межами шляхом оприлюднення щорічного звіту щодо безпеки, охорони здоров'я й екологічної характеристики компанії. Окрім цілеспрямованого оприлюднення звіту в колах, що формують громадську думку та серед зацікавлених сторін, звіт розміщують в Інтернеті за адресою: <http://www.ici.com>, де також можна прочитати публікацію, що описує підхід «Екологічне навантаження», розроблений ІСІ.

Огляд і вдосконалення ОЕХ

Налагодження ЕН для врахування продажу і придбання

Зміна ділового профілю ІСІ, що триває, може викривити дані щодо викидів, у разі порівнювання вимірювань з минулим реперним (базовим) рівнем. Таким рівнем для аналізу ЕН компанії будуть її емісії у 1995 р. Цей реперний рівень коригуватимуть у процесі продажу підприємств компанії, чи придбання нових. Якщо придбають новий бізнес, викиди від нього в 1995 р. додаватимуть до величини ЕН компанії у 1995 р., у такий спосіб пристосовуючи реперний рівень ЕН до нових умов. У наступні роки емісії від нового бізнесу будуть розглядати у такий самий спосіб, як і ті, що походять від інших бізнесів (підприємств). Величини викидів нового бізнесу протягом конкретного року включені в повний аналіз ЕН за цей рік. Якщо бізнес чи його частину

продали, відповідні емісії будуть вилучені з реперного рівня 1995 р. і не будуть відображені у наступні роки.

Величини ЕН заводів, що зупинились, не вилучатимуться з первинного реперного рівня, тому що такі закриття є зазвичай частиною програми модернізації, призначеної для поліпшення ділової та екологічної характеристики компанії.

Аналіз ЕН — на майбутнє

Сировина

Майбутнє вдосконалення системи аналізу ЕН вбачають у розширенні цього підходу до використання сировини. Це дозволило б компанії оцінити різні варіанти отримання сировини й обрати найкращі з погляду їх потенційного ЕН.

ІСІ має намір звернутись до питань використання ресурсів вимірюванням підвищення ефективності виробничого процесу під час виконання програми «БЗЕ виклик 2000».

Основна маса вуглеводнів і вичерпання ресурсів

ІСІ використовує деякі вуглеводні як паливо. Їх оцінюють в аналізі ЕН як викиди діоксиду вуглецю, що чинить глобальний негативний вплив на зміну клімату. Однак є значні кількості вуглеводнів, які використовують як сировину і не пов'язані з жодним з відібраних видів екологічного впливу. Тому ІСІ розробляє відповідні заходи, щоб зробити процес перероблення ефективнішим (тобто перероблення сировини на продукцію). Це дозволяє ввести індекс, що пов'язує тонни нафти, природного газу або вугілля, використані на тонну кінцевої виробленої продукції.

Єврофікація

Це екологічний вплив, який часто враховують у дослідженнях «Оцінювання життєвого циклу» для того, щоб виміряти потенційний ефект продукції або процесу на водне середовище такого, як випускання живильних речовин, таких як азот або фосфор. ІСІ не вважає, що викиди його технологічного процесу роблять значний внесок у цей вид екологічного впливу, але ІСІ виконує дальші дослідження, щоб розглянути це припущення.

Викиди завислих речовин

Частки, розміром менше ніж 10 мкм у діаметрі, привертають до себе дедалі більшу увагу. Натепер ІСІ має небагато даних щодо таких

викидів і не здатна оцінити їх потенційний вплив. ІСІ буде продовжувати вивчення цього питання. Тим часом ІСІ буде продовжувати звітувати про обсяг викидів таких частинок у повітря, насамперед від установок, що споживають пальне.

Межі системи

Застосування проекту ЕН обмежене переважно відходами та видами, які є результатом діяльності групи ІСІ. Можливо, що ці межі можна буде розширити включенням до проекту показників:

- постачання сировини;
- видалення відходів та придбання обладнання з їх перероблення;
- використання продукції.

Окремі виробництва вже зміщують ці межі вгору та вниз ланцюга виробництва з використанням методів «Оцінювання життєвого циклу».

Токсиканти у повітрі

Нині ІСІ зосереджує увагу на важливому питанні наявності канцерогенів у повітрі. ІСІ визнає, що існують інші питання здоров'я, пов'язані зі стандартами якості повітря, і ретельно здійснює моніторинг змін у цьому напрямку.

Подібні підходи інших організацій

ІСІ відомо, що аналогічний підхід до екологічного навантаження здійснюють також інші компанії, зокрема компанія «Доу Кемікал» в Європі та США. ІСІ має намір продовжити порівняння її підходу ЕН з іншими аналогічними методологіями, щоб упевнитися, що застосовує порівняно кращу практику оцінювання та зменшення потенційного екологічного впливу її відходів та викидів.

Висновки

Екологічні аспекти компанії ІСІ є складними, тому вона обрала комбінацію з 20 індикаторів для ОЕХ, щоб забезпечити всебічне оцінювання екологічної характеристики таких аспектів. ІСІ розробляє процес ОЕХ з 1990 р., коли вона вперше поставила завдання екологічних поліпшень. Відібрані індикатори відображають характер і масштаби операцій компанії для того, щоб дозволити їй та зацікавленим сторонам слідкувати за просуванням до встановлених екологічних цілей. Із 13 обраних ІОХ 7 отримані із застосуванням підходу екологічного навантаження.

ІСІ та група її наукових експертів вважають підхід екологічного навантаження (ЕН) інформативним і науково обґрунтованим методом кількісного визначання екологічної характеристики компанії, що працює по усьому світі, оскільки він дозволяє вдосконалити та забезпечити моніторинг цього процесу. Цей підхід сприяє розвитку наукового напрямку, що ставить себе мету оцінити потенційні екологічні впливи, не обмежуючись лише констатацією кількостей відходів і викидів. Індикатори дібрані так, щоб зосередити увагу на екологічних аспектах діяльності компанії, які є найбільш болючими і які можна вдосконалити.

Підхід ЕН є сумісним з настановою ISO 14031. ІСІ та група її наукових експертів вважають, що він може допомогти іншим компаніям переробної промисловості чи компаніям в інших секторах як цінний інструмент оцінювання екологічної характеристики, як для внутрішнього екологічного управління, так і для зовнішнього звітування. Детально підхід екологічного навантаження розглянутий у доповіді «Екологічне навантаження: підхід ІСІ», та у доповідях ІСІ «Безпека, здоров'я та довкілля».

Приклад 5. МІСТО СІЕТЛ, ШТАТ ВАШИНГТОН, США

(Велике місто, у якому більше як 530 тис. постійних мешканців, працюють приблизно 10 тис. міських службовців і працівників, приклад його ілюструє впровадження ОЕХ і використання індикаторів для ОЕХ місцевими органами влади)

Місто Сіетл (штат Вашингтон) розташоване в центрі найбільшої урбанізованої території Тихоокеанського Північно-західного регіону Сполучених Штатів Америки. У місті понад 530 тис. постійних мешканців, а разом з приміськими територіями населення великого Сіетла перевищує 3 млн постійних мешканців. Особлива стурбованість населення регіону Сіетла пов'язана з підтриманням традиційно високої якості повітря та води на цій території. Із цим також пов'язана охорона унікальної живої природи в регіоні (зокрема популяції лисого орла та лосося на шляхах його міграції до місця ікрометання).

Для обслуговування потреб місцевого населення місто займається різноманітною діяльністю у 21-у департаменті, залучаючи до неї приблизно 10 тис. найманих працівників. Ці працівники зайняті багатьма видами діяльності, яка потенційно негативно впливає на довкілля. Наприклад, діяльність у місті включає:

- операції з комунальних послуг (наприклад, електро- та водопостачання, очищення стічних вод);
- догляд парку та його експлуатація;
- будівельну діяльність;

- транспортне обслуговування;
- експлуатацію та ремонт офісних будівель та дозвіллових місць;
- загальну адміністративну діяльність.

Керівники міського управління та системи обслуговування міста прагнуть розвинути цю традицію впровадження програми постійного поліпшення екологічних характеристик. Настановою для цього слугує серія стандартів ISO 14000.

Планування ОЕХ

Місто Сіетл виявляє ініціативу щодо стратегічного, загальноміського екологічного управління. Мета ініціативи полягає у поліпшенні екологічної характеристики діяльності у місті шляхом розроблення та впровадження відповідних програм екологічного управління. Окрім того, до використання низки стандартів ISO як настанов місто також планує включити інші корисні концепції розроблення екологічної програми (наприклад, настанови з документа Світового інституту ресурсів (CIP) «Природний крок», інституту Глобальної ініціативи екологічного управління (ГІЕК). Щоб створити механізм для вимірювання екологічної характеристики екологічної програми та інструмент для їх підтримання і постійного вдосконалення, місто вирішило запровадити оцінювання екологічної характеристики (ОЕХ), використовуючи ISO 14031, а також концепції CIP і ГІЕК як настанови.

Добирання індикаторів для ОЕХ

Увагу прибічники поточної ініціативи зосередили на екологічних аспектах, пов'язаних з реальною діяльністю міста — вимірюваних індикаторах характеристики керування (ІХК) та індикаторах операційної характеристики (ІОХ). У місті Сіетл на екологічну характеристику впливає соціальна, і тому необхідно розглянути індикатори екологічного стану (ІЕС), визначені в ISO 14031. У той час, як поточну ініціативу зосередили на операціях у місті, з ініціативи мешканців робоча група розробила набір індикаторів ІЕС, які вимірюють періодично та доповідають про них громадськості. Тому було важливо розробити модулі характеристики (ІХК та ІОХ) для поточної ініціативи в межах контексту наявних міських індикаторів ІЕС і окреслити очевидний зв'язок між двома типами модулів. Ці зв'язки з використанням фактичних індикаторів, розроблених як приклади, наведено у табл. ДЗ.9.

Процес розроблення індикаторів для ОЕХ розпочався з його обговорення у місцевій команді екологічних фахівців, які вивчили екологічні аспекти та впливи інфраструктури міста.

Таблиця ДЗ.9

Індикатори екологічної характеристики

ІХК		ІОХ		ІЕС
Приклади	Приклади	Використання матеріалу	Обсяг рециклінгу	Приклади
Навчання Аудитування Інвестиції в об- ладнання	Програми рециклінгу Забезпечення велоси- педних доріжок Програми збереження енергії Програми збереження води	Закупівля паперу	Обсяг рециклінгу	Якість води Якість повітря Площа, зайнята де- ревами Повернення лосося до річок
		Використання екологічно кращих продуктів		
		Споживання енергії/води	Споживання енергії на людину Споживання води на людину Регулярні поїздки на людину Транзитні поїздки	
		Споживання енергії Споживання води Споживання палива		
		Потік відходів Утворилося твердих відходів Утворилося небезпечних відходів Утворилося зелених відходів		
		Інші заходи Посилення регуляторних вимог/штрафи Відвідування виробничих майданчиків Оцінювання дотримуваних вимог Захист місць перебування (та протидія впливам)		
		Операції міста Сіетлу	Посаджено дерев Сіетл загалом	Сіетл і регіональне довкілля
Операції міста Сіетлу	Сіетл загалом	Операції міста Сіетлу	Сіетл загалом	Сіетл і регіональне довкілля

За роботою місцевої команди слідувала місцева група нагляду, яку організували з метою забезпечення управління та розуміння екологічної діяльності міста. Ця група складалась із місцевих екологів-фахівців, представників різних зацікавлених сторін та напрямків. Група нагляду включала представників СЕК і головних міських департаментів, регулятивного агентства, груп екологічних активістів, великої компанії, розташованої у цьому районі, університету штату Вашингтон та інших місцевих зацікавлених сторін.

Місцева команда спочатку виявила критерії, якими можна було б керуватись у виборі індикаторів. Критерії початкового відбирання індикаторів для ОЕХ повинні:

- відповідати найбільш важливим екологічним проблемам, таким як глобальна зміна клімату, втрата лісів, якість місцевого повітря та води;

- представляти усі зацікавлені сторони міста (наприклад, працівники, громадяни, міська рада);

- такими, які легко вимірювати та збирати;

- легко зрозумілими (доступними);

- такими, що допоможуть заощадити кошти міста;

- придатними до широкого застосування міськими департаментами.

Місцева команда з ідентифікації індикаторів, які відповідають виявленим критеріям, провела обговорення за методом «мозкового штурму». Визначена система індикаторів наведена в табл. ДЗ.10. Спочатку вирішили, що необхідно зосередитися на індикаторах операційної характеристики (ІОХ). Їх розглядали на рівні міста як найбільш важливий тип індикатора, тому що цей тип метрики простежує реальні екологічні результати, кількість екологічного навантаження міста на довкілля. Індикатори характеристики керування (ІХК) визначали після прийняття і впровадження ІОХ.

Ідентифікувавши систему індикаторів, робоча група склала висновки, у якому описаний процес ОЕХ загалом, розроблення індикаторів і вибрані індикатори. Письмовий текст висновків поширили серед ключових зацікавлених сторін для зауважень, які включили до остаточного тексту проекту. Наприклад, вирішили для початку поставити лише кілька чітких завдань для вдосконалення ІОХ. Представники наглядової групи вважали, що спочатку місто має зосередитись на збиранні даних і встановленні тенденцій характеристики. Додаткові ж «важкі» цілі визначали поступово.

Таблиця ДЗ.10

Система індикаторів ОЕХ для міста Сіетл

Екологічні цілі	Індикатори екологічної характеристики	Завдання	Фінансові вигоди	Вигоди для довкілля та здоров'я людини	Хто відповідає за збирання даних
Дотримання норм та правил	Порушення норм та правил: — кількість порушень; — кількість штрафів; — величина штрафів; — кількість залпових викидів	Нульові порушення і штрафи Нуль випадкових викидів, скидів	Скорочення штрафів	Різні	Центральний офіс зводить дані без змін у правовій структурі звітування
	Відвідування виробничого майданчика. Відсоток виробничого майданчика. Ставлення працівників до інспекторів	Відвідування виробничого майданчика: — 50 % у 1999 р. — 50 % у 2000 р.			
	Оцінювання рівня дотримання норм і правил. Здійснено коригувальних дій	100 % коригувальних дій здійснити за графіком			
Зменшити забруднення джерелом	Використання хімікатів (з доповненнями на 2000 р.). Кількість куплених небезпечних матеріалів. Кількість продуктів, знятих з виробництва. Кількість застосовуваних пестицидів	Тенденція: — зменшення для придбання і застосувань; — утору для ліквідованих виробів	Зменшення: — витрат на закупівлю небезпечних матеріалів; — витрат на видалення; — витрат на схов; — витрат, пов'язаних з ризиком; — витрат на ведення обліку	Зменшення: — видалення відходів на полігоні або до інших мість; — піддавання шкідливим впливам працівників/населення; — аварійні викиди/скиди; — вивільнення від дифузії жерел. Поліпшення: — якості повітря та води	Базові дані мають бути зібрані у 1999 р. Дані збирають усі департаменти. Центральний офіс буде їх зводити й аналізувати

Екологічні цілі	Індикатори екологічної характеристики	Завдання	Фінансові вигоди	Вигоди для довкілля та здоров'я людини	Хто відповідає за збирання даних
		Постійно поліпшувати екологічну характеристику			
	Утворення небезпечних відходів. Кількість видалених відходів. Вартість видалення відходів	Тенденція: зменшення	Зменшення витрат на видалення відходів; забезпечення/дотримання норм, правил; закупівля небезпечних матеріалів	Зменшення: — площ земель, відведених для полігонів відходів; — витрат енергії на транспортування відходів	Центральний офіс зводить дані
Зменшити забруднення джерелом	Утворення твердих відходів, т	Тенденція: зменшення	Зменшення витрат на видалення відходів	Зменшення: — площ земель, відведених для полігони відходів; — газових викидів метану; — витрат енергії та транспортування відходів	Служби комунального господарства
	<i>Зелені</i> відходи (з додаванням на 2000 р.). Кількість <i>зелених</i> відходів, рецикльованих з комерційною метою чи видалених	Тенденція: зменшення обсягу	Зменшення витрат на видалення відходів; придбання комерційних матів; використання води (зрошення)	Зменшення: — витрат енергії на транспортування матеріалу до місць видалення; — запаху біля компостувального устаткування за межами ділянки	Центральний офіс зводить дані
Зменшити споживання ресурсів	Закупівля паперу. Закуплена кількість	Тенденція: зменшення споживання			Департамент міського управління закупівлі

Екологічні цілі	Індикатори екологічної характеристики	Завдання	Фінансові вигоди	Вигоди для довкілля та здоров'я людини	Хто відповідає за збирання даних
		Постійно поліпшувати екологічну характеристику			
	Використання продуктів, яким слід надавати перевагу в екологічному сенсі (наприклад, рецикльоване мастило). Кількість використаного мастила. Відсоток використаного мастила, що є рецикльованим продуктом	Тенденція: зростання (поточна мета — рециклювати 80 % відходів)	Заохочує ринкове використання рецикльованих товарів	Зменшення впливів від добування природних ресурсів	Департамент автотранспорту/закупівель міського управління
		Постійно поліпшувати екологічну характеристику			
Екологічні цілі	Енергія, споживана устаткуванням міста. Використання енергії устаткуванням. Загальна вартість енергії	Тенденція: зменшення використання	Зменшення вартості енергії	Запобігання витратам на будівництво нових джерел постачання (електроенергії). Поліпшення якості повітря (зменшення споживання викопного пального)	Департаменти збирають дані та доповідають про споживання енергії спорудами/устаткуванням. Аналіз ліміту для репрезентативних споруд/устаткування
	<i>Зелені</i> відходи з додаванням на 2000 р.). Кількість <i>зелених</i> відходів, рецикльованих з комерційною метою чи видалених	Тенденція: зменшення обсягів	Зменшення витрат на видалення відходів; придбання комерційних матів; використання води (зрошення)	Зменшення: — витрат енергії на транспортування матеріалу до місць видалення; — запаху біля компостувального устаткування за межами ділянки	Центральний офіс зводить дані

Екологічні цілі	Індикатори екологічної характеристики	Завдання	Фінансові вигоди	Вигоди для довкілля та здоров'я людини	Хто відповідає за збирання даних
Зменшити споживання ресурсів	Закупівля паперу — Закуплена кількість	Тенденція: зменшення споживання	Фінансові вигоди	Вигоди для довкілля та здоров'я людини	Хто відповідає за збирання даних
	Використання продуктів, яким слід надавати перевагу в екологічному перевау (поточна мета — рецикловати 80 % відходів). Кількість використаного мастила. Відсоток використаного мастила, що є рецикльованим продуктом	Тенденція: зростання (поточна мета — рецикловати 80 % відходів)	Заохочує ринок до використання рецикльованих товарів	Зменшення впливів від добування природних ресурсів	Департамент міського управління закупівель Департамент автотранку/ закупівель міського управління
	Енергія, споживана устаткуванням міста. Споживання енергії устаткуванням. Загальна вартість енергії	Тенденція: униз	Зменшення вартості енергії	Запобігання витратам на будівництво нових джерел постачання (електроенергії). Поліпшення якості повітря (зменшення споживання викопного пального)	Департаменти збирають дані та доповідають про використання енергії спорудами/ устаткуванням. Аналіз ліміту для репрезентативних споруд/ устаткування

Екологічні цілі	Індикатори екологічної характеристики	Завдання	Фінансові вигоди	Вигоди для довкілля та здоров'я людини	Хто відповідає за збирання даних
Зменшити споживання ресурсів	Енергія, що спожита міським транспортом. Відстань, що наїжджена транспортними засобами (без врахування даних служби громадської безпеки). Відстань, що наїжджена з використанням альтернативних видів пального. Кількість спожитого бензину та дизельного палива. Середня ефективність використання палива транспортними засобами	Постійно поліпшувати екологічну характеристику Зменшити наїжджену відстань на X % до 2002 р. Збільшити наїжджену відстань на X % до 2002 р. з використанням альтернативних видів пального (без врахування даних про ТЗ служб громадської безпеки). Зменшити врахування даних про ТЗ використання палива транспортними засобами	Зменшення вартості енергії	Зменшення: викидів у повітря, які сприяють глобальне потепління та забруднення. Використання невідновлюваних природних ресурсів. Поліпшення: якості повітря	Департаменти збирають дані. Центральний офіс зводить і аналізує дані
	Вода, використовувана міським устаткуванням. Кількість використаної води	Тенденція: униз	Зменшення витрат на водопостачання та каналізацію	Зменшення об'єму стічної води, що потребує очищення. Збільшення об'єму води водному об'єкті. Поліпшення якості води	Департаменти збирають дані та доповідають про використання води спорудами/устаткуванням. Центральний офіс зводить і аналізує дані. Аналіз ліміту для репрезентативних споруд/ устаткування

Майбутні кроки впровадження ОЕХ

Крок 1

Першим кроком впровадження ОЕХ буде запровадження механізмів моніторингу в усіх міських департаментах з метою визначення їх досягнень у використанні початкового набору індикаторів, ідентифікованих у колонці «Індикатори екологічної характеристики» табл. ДЗ.10.

Крок 2

Другий крок впровадження, який починали у 1999 р., включав:

— формулювання додаткових чітких цілей стосовно поліпшення характеристики щодо ІОХ;

— розгляд індикаторів характеристики керування (ІХК), які могли б привести у дію ІОХ, та розгляд додаткових ІОХ, які в табл. ДЗ.9 позначені «мають бути розглянуті пізніше»;

— повідомлення про екологічні результати працівників та мешканців кожні два роки в оприлюдненому корпоративному екологічному звіті.

Крок 3

Третій крок передбачає розгляд нових ІЕС для міста загалом. Їх розробляє Офіс стратегічного планування спільно з іншими зацікавленими департаментами та будуть розширювати набір ІЕС вже ідентифікований у Комплексному плані Сіетлу (1996), з урахуванням завдань щодо характеристик, встановлених для операцій міста.

Висновки

ОЕХ забезпечує корисний інструмент для міста Сіетлу та сприяє постійному вдосконаленню міської екологічної політики різноманітних груп департаментів і операцій. Окрім того, вона забезпечує основу для інформування про екологічну характеристику міста ключових зацікавлених сторін розробленням періодичних екологічних звітів.



Додаток 4

ПРИКЛАД ПРОЕКТНОЇ ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ФОРМУВАННЯ КЛАСТЕРНОЇ МОДЕЛІ ІЗ СИНЕРГЕТИЧНИМ ЕФЕКТОМ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний авіаційний університет

Проектна пропозиція НАУ щодо реалізації законодавчо визначеного принципу сприяння сталому розвитку суспільства шляхом інноваційної взаємодії національних систем освіти, науки, бізнесу та держави згідно із Законом України «Про вищу освіту»

КЛАСТЕРНА МОДЕЛЬ

інноваційного розвитку регіонів із синергетичним ефектом
підвищення потенціалу конкурентоспроможності

Методологічні засади вдосконалення регіональних стратегій сталого інноваційного розвитку згідно з вимогами чинного законодавства із застосуванням кластерних моделей

Авторський колектив:

Ісаєнко В. М., Бабікова К. О.,
Саталкін Ю. М.

Зміст

Вступ

1. Кластерні стратегії створення конкурентних переваг.
2. Синергетичні основи кластерної моделі інноваційного регіонального розвитку.
3. Кластерна модель як ефективний інструмент досягнення конкурентних переваг.
4. Синергетичний ефект кластерних стратегій.
5. Загальна структура інтегрованого управління кластерами.
6. Розвиток кластерів і роль адміністрації.
7. Європейський та вітчизняний досвід кластеризації економіки, регіонів.
8. Екологічно зумовлені конкурентні переваги кластерів.

Література

Вступ

У світовій практиці переходу від сировинної, індустріальної економіки до інноваційної, екологізованої застосовують кластерні моделі територіально-інноваційного, збалансованого регіонального розвитку із синергетичним ефектом. Рівень кластеризації економічної діяльності в розвинених країнах надзвичайно високий. У США існує близько 380 кластерних компаній, діяльність яких охоплює широкий спектр послуг і переробні галузі промисловості. Усього в них зайнято 57 % робочої сили США, вони виробляють 61 % промислової продукції країни [3].

За результатами дослідження Банку Італії, продуктивність і повернення інвестицій підприємств, об'єднаних в «індустріальні кластери», на 2–5 % вищі навіть у час спаду економіки за рахунок синергетичного ефекту [9].

На сучасному глобальному ринку конкурують, зазвичай, не окремі підприємства, а взаємоінтегровані групи підприємств — регіонально-територіальні кластери, що об'єднують продуктивні сили регіону — природно-ресурсні, інноваційні, освітні, підприємницькі, адміністративні, громадські, та утворюють конкурентоспроможну, інвестиційно привабливу структуру повного екологізованого ЖЗП. Саме такі, добровільно об'єднані державно-підприємницькі, інноваційні територіальні структури-кластери є рушійною силою, «центрами» інноваційного, збалансованого регіонального розвитку, що забезпечують синергетичний (додатковий) ефект за рахунок цільової інтеграції інтелектуального, природно-ресурсного, підприємницького, інвести-

ційного потенціалів розвитку; кооперації суб'єктів життєвого циклу інвестиційних процесів, виробництва, продукції.

Стратегія регіонального розвитку повинна сприяти формуванню та розвитку територіально-регіональних конкурентоспроможних кластерів на синергетичних принципах самоорганізації, інтеграції, екологічно безпечного і «чистою» життєвого циклу проєктів, технологій, продукції; соціального партнерства. Порядок розроблення, проведення моніторингу та оцінювання реалізації регіональних стратегій розвитку, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 16 листопада 2011 р. № 1186, передбачає пошук конкурентних переваг та оцінювання обмежень розвитку, зокрема екологічних, природно-ресурсних, із застосуванням методології SWOT-аналізу. Це забезпечує формування альтернативних стратегій розвитку з комбінування недоліків і переваг, особливостей; можливостей (потенціалів) і загроз (ризиків); вибір з альтернативних варіантів стратегій таких, що забезпечують комплексне вирішення кількох проблем із застосуванням кластерних моделей.

Методологію екологічного SWOT-аналізу необхідно застосовувати до реалізації державної екологічної політики, її цілей екологізації галузей економіки, регіонального розвитку [1].

Важливу роль у цьому відіграють наукові та освітні заклади, що сприяють розвитку інноваційного потенціалу, формуванню та реалізації необхідних систем знань, компетенцій; вибору кластерних інноваційних моделей як інструментів самоорганізації, спільної дії регіональних інституцій-фундаторів інноваційних кластерів (державних, підприємницьких, наукових, освітніх, інвестиційних, фінансових).

Мета цих рекомендацій полягає у формуванні системи спеціальних методологічних знань для підвищення рівня професійної компетентності посадових осіб, державних службовців, що відповідають за реалізацію державних стратегій регіонального розвитку, державної екологічної політики.

Система спеціальних знань орієнтована на удосконалення та екологізацію регіональних стратегій розвитку із застосуванням методології кластерних моделей.

Рекомендації можуть бути корисні для викладачів вищих навчальних закладів.

1. Кластерні стратегії створених конкурентних переваг

Комплексне, системне обґрунтування ролі та перспективності територіальних (регіональних) економічних мереж (кластерів) у сучасній

глобальній економіці було здійснено у праці класика сучасної теорії конкуренції М. Портера «Конкурентні переваги нації» (1990) [9].

Кластер він визначає як одну з форм об'єднання (кооперації, інтеграції) та цільової спільноти, взаємодії (синергізму) територіально локалізованих, пов'язаних між собою життєвим циклом інвестицій, продукції взаємодоповнювальних підприємств і організацій (наукових, освітніх, громадських), що кооперуються з метою набуття конкурентних переваг, взаємної підтримки і координації конкурентних стратегій, політики розвитку та діяльності. Кластери можуть об'єднувати всі регіональні суспільні інституції (державні, підприємницькі, інноваційні, освітні, соціальні, фінансові, інвестиційні тощо) і тоді вони стають регіональними «центрами» інноваційного та соціально-економічного розвитку, рушійними силами зміни моделей виробництва та споживання з максимальним використанням ресурсу знань, інноваційного потенціалу і мінімізування використання природно-ресурсного потенціалу в інтересах не тільки підприємницьких структур кластера, але і регіональних громад, суспільства. Саме це істотно відрізняє кластери від технопарків, картелів, фінансових груп чи транснаціональних компаній.

Відмінною характеристикою кластерів є те, що організаційна, інтеграційна структура суб'єктів підприємства, господарювання орієнтована на повний життєвий цикл продукції від видобування та постачання ресурсів до випуску кінцевої продукції, утилізації відходів. Це дозволяє виробляти цілісну інноваційну, екологічну, конкурентну політику, досягати синергетичного ефекту за рахунок інноваційно-підприємницької кооперації суб'єктів територіальних кластерів та збалансованої інтеграції територіальних економічних, екологічних, соціальних, природно-ресурсних потенціалів розвитку кластерів, регіонів з метою створення рівня привабливих інвестиційних умов для досягнення конкурентних переваг, що виходять за межі конкурентоспроможності окремих суб'єктів.

Сучасні кластерні стратегії будують на таких засадах:

— синергізмі знань: усіх інноваційних методів, кластерних моделей підтримуваних системою знань, компетенцій; наукових шкіл, а також інформації;

— інноваційна синергія бізнесу, науки, освіти, держави та громадськості: цільова спільна дія, взаємодія, взаємодоповнення на засадах самоорганізації, кооперування;

— збалансованість потенціалів розвитку: економічного, інноваційного, природно-ресурсного, соціального;

— зменшення енерговитрат, запобігання забрудненню, відмова від брудних технологій, моделей виробництва та споживання і перехід до інноваційних, екологічно чистих, природозберігальних.

Суттєвою особливістю європейської кластерної стратегії є орієнтовність, насамперед, на еколого-соціальну складову інноваційного процесу; створення екологізованих підприємств, кластерів інноваційного типу та підтримання систем знань, що забезпечують конкурентну перевагу за рахунок постійного удосконалення продукції, екологізації її життєвого циклу [9].

2. Синергетичні основи кластерних моделей регіонального розвитку

Синергізм — це явище скооперованої взаємодії, спільноти окремих систем, структур між собою, унаслідок чого вони починають діяти як системна цілісність із синергетичною (додатковою) ефективністю. Характерними ознаками кластерних моделей є технологічна та ресурсна скооперованість, територіальна інтеграція, взаємодія; соціальна самоорганізація та самоврядування; екологізація життєвих циклів продукції; інтегроване управління кластерами та синергетичний (додатковий) ефект за рахунок спільної дії всіх складових кластерної моделі: кооперування; самоорганізації, інтеграції, екологізації. Усе це ознаки синергізму процесів формування кластерів як галузево-територіальних добровільних; об'єднань підприємницьких структур, що ефективно співпрацюють із науковими та освітніми установами, громадськими організаціями та органами місцевої влади та самоврядування з метою підвищення конкурентоспроможності власної продукції та сприяння реалізації регіональних стратегій збалансованого розвитку [2].

Кластерна модель — це методологічний інструментарій, що дозволяє перевірити, кількісно визначити й оптимізувати шлях, який обраний у стратегії розвитку регіону з метою досягнення конкурентних переваг, збалансованості соціальних, економічних, енергетичних та екологічних потенціалів розвитку; синергізму процесів розвитку та нарощування інноваційного потенціалу. Постійне підтримання синергетичної збалансованості потенціалів розвитку забезпечить підтримку та нарощування за рахунок синергетичного ефекту конкурентних переваг на міжрегіональному, глобальному ринках технологій, продукції.

Виникнення синергетичного ефекту є результатом взаємодії, спільноти чотирьох взаємопов'язаних складових кластерів-генераторів конкурентних переваг (рис. Д4.1). Перевага за однією складовою не є достатньою передумовою конкурентної переваги на ринку послуг, інвестицій, продукції.

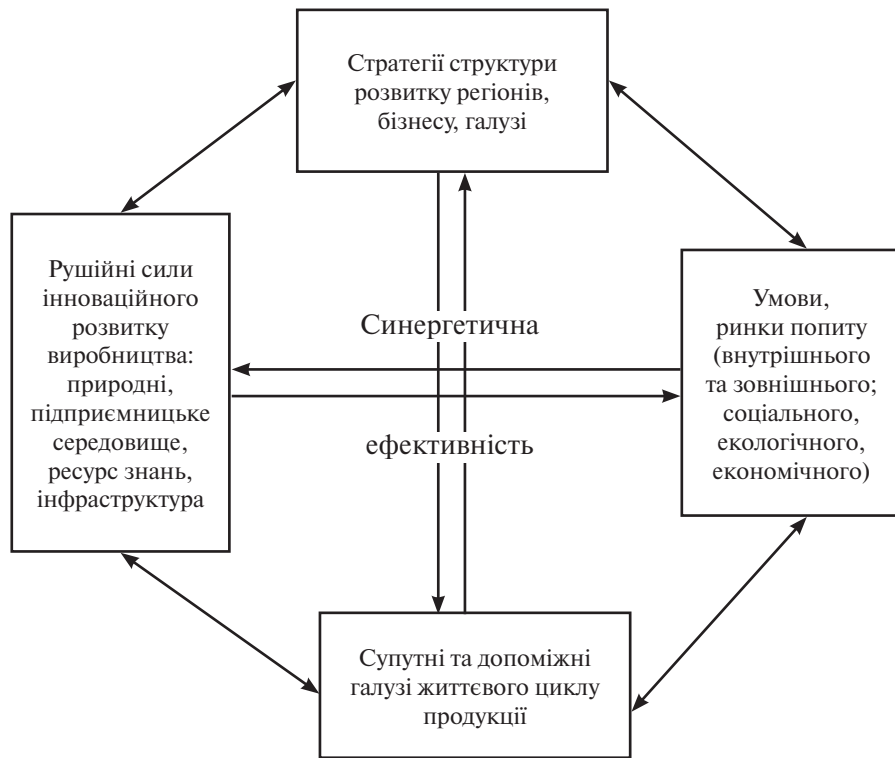


Рис. Д4.1. Синергетична модель конкурентних переваг та забезпечення синергетичної ефективності

Саме синергізм усіх чотирьох системоутворювальних доміант забезпечує синергетичний ефект самопідсилювання конкурентоспроможності. Кластерні стратегії моделі необхідно розробляти на базі показаній на рис. Д.4.1 синергетичної моделі кластероутворення із синергетичним ефектом збалансованості інтересів бізнесу та соціально-екологічних інтересів територіальних громад, суспільства як соціо-природної цілісності.

Залежно від цільових орієнтирів кластерні стратегії можуть бути:

— територіальними (регіональними) — створеними на певній території регіону сприятливих умов (ресурсних, підприємницьких, інвестиційних тощо) для скооперованості суб'єктів виробництва конкурентного продукту (наприклад, альтернативної енергії);

— технологічними: сукупність галузей, які користуються однією і тією самою технологією (як, наприклад, біотехнологічний кластер);

— продуктово-виробничими: співпраця виробників, супутніх підприємств, об'єднаних однотипними повними життєвими циклами продукції (наприклад, будівництво «під ключ»);

— просторовими: у кластер об'єднують підприємства різних галузей, які можуть забезпечити конкурентні переваги за рахунок ефекту масштабу, що створює нові, інколи навіть непередбачувані, продуктові та технологічні комбінації (наприклад, мультимедійний кластер);

— екологічними: у кластер об'єднують підприємства екологічного підприємництва, які спеціалізуються на вирішенні екологічних або еколого-енергетичних проблем регіону (наприклад, утилізація твердих побутових відходів, вироблення електроенергії з альтернативних джерел тощо).

Залежно від вибору загальної регіональної стратегії створення конкурентних переваг кластерні стратегії для вже сформованого кластера існують:

— піонерна або пілотна стратегія: орієнтована на інноваційні технології, що дають можливість якісних змін у виробництві нової унікальної продукції, або модернізувати традиційні з порівняно меншими витратами й надають конкурентну перевагу регіону в боротьбі за експортні ринки;

— традиційна стратегія, що дає змогу підтримувати конкурентоспроможність шляхом зниження виробничих витрат за рахунок масштабів виробництва та низької заробітної плати (наприклад, технологічні та продуктові регіональні кластери з дешевою робочою силою);

— стратегія «наздоганяльного розвитку» — це опанування випуску наукомісткої продукції, із запозиченням інноваційного досвіду на фазі «зрілості» ЖЦП.

На рис. Д4.2 показано структуру зазначених регіональних кластерних стратегій.

Комбінації різних стратегій (цільових або розвиткових, тобто таких, що спрямовані на розвиток чинних кластерів) дають змішану або інтегровану кластерну стратегію підсилення потенціалу конкурентоспроможності. Така стратегія застосовна, наприклад, до розроблення стратегій екологізації галузево-регіонального розвитку із синергетичним (соціально-економічним, енергетичним, інвестиційним) ефектом.

3. Кластерна модель як ефективний інструментарій досягнення конкурентних переваг і збалансованості регіонального розвитку

Конкурентоспроможність країн світу у глобальному рейтингу визначають як систему інтегральних критеріїв, з яких переважають критерії технологічного розвитку та інноваційності — 50 %. Інші 50 %

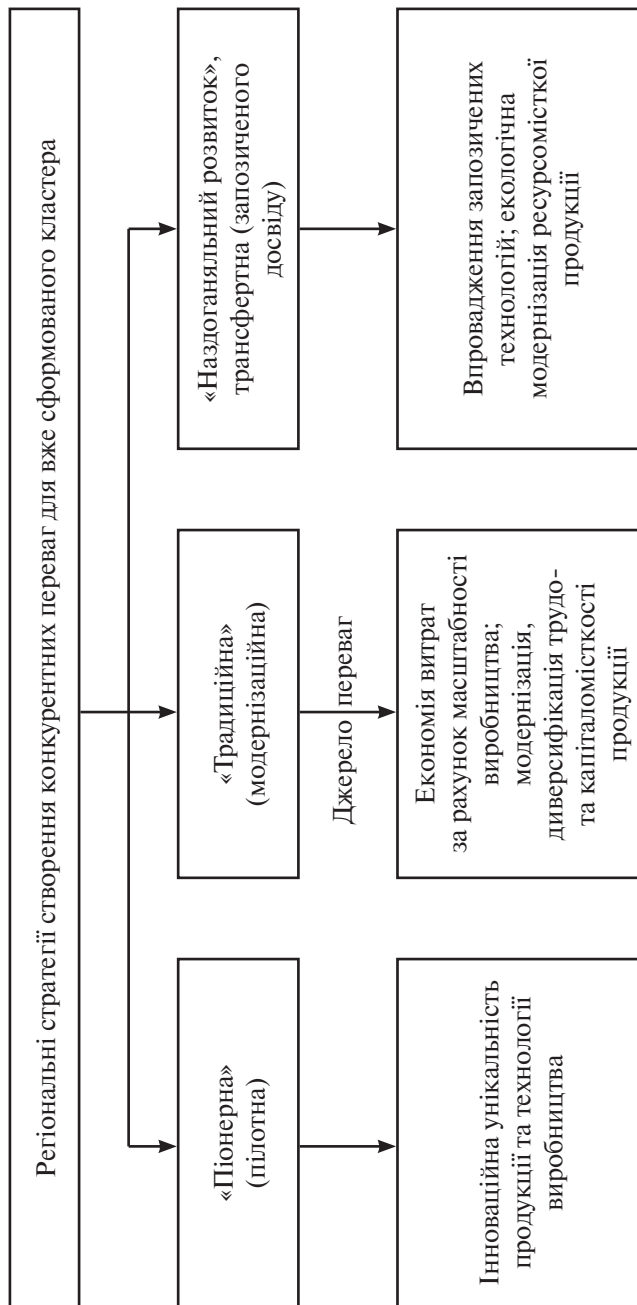


Рис. Д4.2. Кластерні стратегії створення конкурентних переваг для чинного кластера

припадають на економічний розвиток та критерії якості життя, функціонування суспільних і державних інституцій. Критерії і на їх основі оцінювання ґрунтуються на об'єктивних статистичних показниках і експертних оцінках понад 11 тис. керівників світового бізнесу. Організує рейтингове оцінювання давоський Всесвітній економічний форум (ВЕФ).

Сучасна методологія системного управління з його механізмами стратегічного оцінювання національного потенціалу, визначення національних пріоритетів, стратегічного планування розвитку регіонів орієнтована на кінцевий результат — досягнення рівня та якості життя населення, суспільства. У системі національних показників (табл. Д4.1) рівень безпеки й якість життя в Україні мають стратегічне значення для національної безпеки. Про це свідчить демографічна ситуація, рівень бідності, тривалість життя, кризовий стан довкілля.

Таблиця Д4.1

Загальна модель національної конкурентоздатності України з кластерними моделями досягнення

Критерії міжнародної конкурентоспроможності	Національні показники рівня і якості життя, конкурентоспроможності							
	Показники рівня життя				Показники якості життя			
	рівня безпеки		рівня добробуту та комфорту		якості соціального захисту		якості природного середовища	
Економічні критерії								
Соціально-екологічні критерії								
Критерії технологічного розвитку та інноваційності					Синергетичні моделі та індикатори конкурентоспроможності територіальних громад, регіонів, виробничих комплексів. Кластерні стратегії, моделі досягнення конкурентних переваг			
Критерії інклюзивності функціонування суспільних інституцій (державних, ринкових, громадських, наукових, освітніх)								

Стратегії регіонального розвитку орієнтовані не тільки на досягнення європейського або комфортного для людини рівня добробуту і якості життя населення, територіальних громад, але і забезпечення конкурентних переваг вітчизняного товаровиробника, що повинні ґрунтуватися на базових кластерних стратегіях, моделях. Синергізм економічних, соціальних, екологічних, суспільних інтересів, їх збалансованість здатна забезпечити кластерна модель регіонального розвитку, що відповідає всесвітнім принципам сталого (збалансованого) розвитку суспільства.

Кластерна модель, своєю чергою, має бути теж збалансованою за економічними, соціальними та екологічними критеріями, аспектами життєдіяльності суспільства. Проте залежно від стартових умов формування стратегії регіонального розвитку, кластерної стратегії, які визначають із застосуванням системної методології SWOT-аналізу, можуть бути різні варіанти кластерних моделей регіонального розвитку відповідно від регіональних пріоритетів досягнення конкурентних переваг. Це теж необхідно визначити у процесі SWOT-аналізу недоліків і переваг сторін, можливостей (потенціалів) та загроз (ризиків).

Сучасна системна методологія державного управління передбачає володіння державними посадовими особами, відповідальними за прийняття рішень, окрім методології SWOT-аналізу, такими методологічними підходами, які можна використовувати в процесі кластероутворення, зокрема:

— інтеграційним (синергетичним) підходом, що має забезпечити процес узгодження економічних, соціальних і екологічних цілей як в усіх галузях життєдіяльності, так і секторіальній, регіональній політиці формування системи інтегральних індикаторів розвитку та синергетичної ефективності (соціо-еколого-економічної);

— системним підходом, що забезпечує системну взаємозумовленість і цілісність проблем, політики, стратегічних цілей та управлінських механізмів їх досягнення; процес гармонізування всіх галузей життєдіяльності у природному середовищі; ефективність реалізації прийнятих рішень;

— комплексним підходом надає можливість звести до мінімуму міжвідомчі та міжрегіональні конфлікти під час підготовки і реалізації рішень; полегшити процес їх узгодження; комплексного врахування суспільних інтересів, їх екологічних, соціальних та економічних чинників; комплексного здійснення заходів пришвидшення процесу досягнення стратегічних цілей;

— екосистемним підходом, що спирається на природну доміную життєдіяльності суспільства, яка гарантує збереження природного капіталу, навколишнього природного середовища для прийдешніх поколінь з одночасним підвищенням його якості для сучасних потреб населення.

4. Загальна структура інтегрованого управління кластерами

Аналіз функціонування сучасних кластерів свідчить, що їх утворення у певному регіоні передбачає розроблення та реалізацію таких системних заходів:

— розроблення регіональних регламентів формування кластерів та кластерних стратегій, законодавчої бази їх функціонування з врахуванням комплексного оцінювання життєвого циклу, сертифікації продукції; системи комплексного контролю якості товарів і послуг, впливу на навколишнє природне середовище;

— розроблення систем, структур інтегрованого управління кластерами з формуванням конкурентної політики, політики соціально-екологічної відповідальності, раціонального природокористування; формування в системах державної влади, адміністрації (регіональної, місцевої) оргструктур, що займаються проблемами кластерів; формування інноваційної політики кластерів з науковими розробками у галузі міжсекторальних, міжрегіональних, внутрішньокластерних взаємозв'язків типу «держава—бізнес», «бізнес—громадськість», «бізнес—природа», освітніми спеціалізованими міждисциплінарними та багатодисциплінарними програмами, зорієнтованими на набуття професійних компетенцій з інтегрованого управління кластерами;

— формування інноваційно-економічних механізмів, залучення внутрішніх та зовнішніх інвестицій, максимального використання місцевих, альтернативних, сировинних та енергетичних ресурсів; створення локальних фінансово-промислових груп та інвестиційних фондів; упровадження технологій з глибшою циклічністю, рециклінгом використання сировини, утилізації відходів; нарощення попиту на продукцію з кластерів;

— упровадження сучасних методів екологізованості життєвого циклу продукції, технологій; міжнародних стандартів оцінювання ЖЦП з метою отримання додаткових конкурентних переваг, виходу на ринки екологічно чистої та безпечної продукції;

— розроблення та впровадження кластерної системи підтримання рівня професійної компетентності персоналу;

— створення інфраструктурних передумов для розвитку кластерів шляхом поліпшення транспортної мережі регіону, комунікацій, природоохоронних споруд, соціальної сфери життєзабезпечення.

З погляду системного управління кластери як об'єкти управління є складною територіально-галузевою інтеграційною структурою з багатьма суб'єктами управління, які мають інтегрувати окремі базові функції управління (інноваційні, інвестиційні, інфраструктурні, екологічні, соціальні тощо) в координаційно-консалтінговий орган управління кластером. Це, фактично, і є інтегрованим управлінням кластерами на принципах демократичності, самоорганізації, кооперування, інноваційності, соціальної відповідальності. Інтеграційна сутність такої системи управління полягає у функціональній інтеграції суб'єктів управління (адміністративних, громадських, підприємницьких наукових, освітніх тощо) та технологічній інтеграції об'єктів управління з повним життєвим циклом продукції (сировинно-ресурсна база, інвестиції, виробництво, транспорт, маркетинг, логістика тощо). Інтегрують також функції інноваційного, інвестиційного, виробничого, соціального, екологічного менеджменту. Така багатоступенева модель управління кластером за своєю інтеграційною сутністю є синергетичною моделлю, яка має функціонувати за законами інституційної синергії, тобто інтеграції результатів діяльності окремих інституцій, суб'єктів, за якої спільний (консолідований, інтегральний) результат є більшим за просте складання умовно окремих результатів. Тобто, досягають додаткового синергетичного ефекту інтегрованого управління кластерами.

Перші спроби використання синергетичної моделі управління кластером за ініціативою економіста Вольфганга Прайса (США) здійснені в Україні у 1998 р. [3]. Ідею створення спеціалізованих кластерів — швейного, будівельних матеріалів та агропромислового — підтримала Хмельницька обласна держадміністрація. Оскільки регіон не має достатньо розвинутого промислового потенціалу, вибір спеціалізації кластерів зробили шляхом інтеграції малих і середніх підприємств різних форм власності з метою розвитку в регіоні виробництва високонкурентної продукції шляхом об'єднання у кластери всіх внутрішніх резервів регіону, за сприяння обласної держадміністрації, наукових, навчальних закладів, фінансово-банківських структур. Для управління кластерами створили державно-громадську організацію «Поділля Перше» [3] (рис. Д4.3).

Окрім Хмельницької області, діяльність спеціалізованих кластерів поширили на Тернопільську, Вінницьку та Івано-Франківську області. Так, будівельний кластер налічує 22 підприємства, які спеціалізуються на повному інвестиційному циклі з введенням об'єктів «під ключ»: виробництво будівельних матеріалів, проєк-

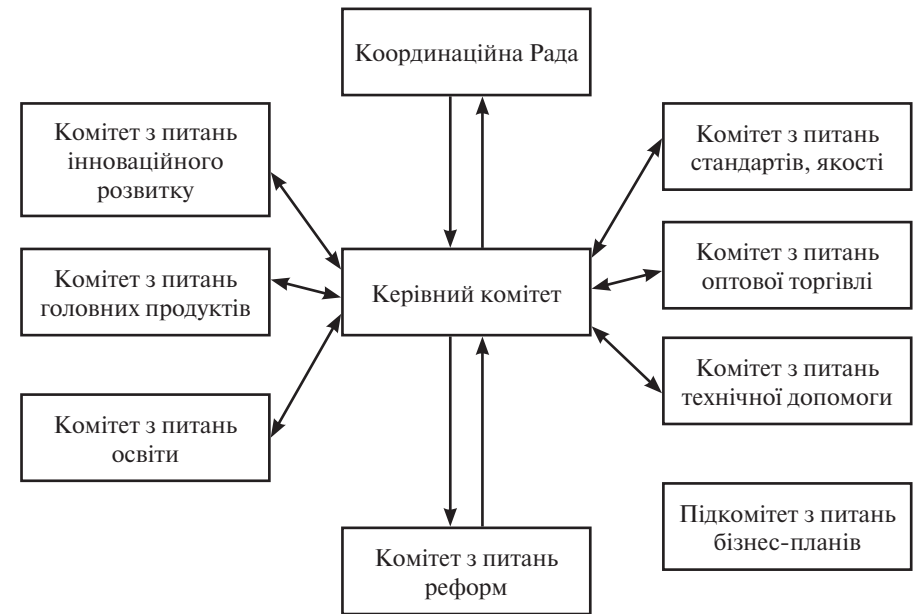


Рис. Д4.3. Структура управління кластером через громадську організацію «Поділля Перше»

тувальні, транспортні, юридичні, банківські, маркетингові, освітні та інформаційні послуги. Діяльність усіх об'єктів будівельного кластера спрямована на забезпечення власних корпоративних інтересів у межах стратегії розвитку та цілей функціонування кластеру, тобто суб'єкти кластерної мережі функціонально, технологічно, соціально співпрацюють, що не передбачає внутрішньокластерової конкуренції. Проте досвід кластеризації не набув поширення.

5. Розвиток кластерів і роль адміністрації

Наведена на рис. Д4.4 структура управління кластерами не повною мірою відповідає принципам інтегрованого управління та сучасним напрямкам розвитку, які полягають у такому:

— орієнтованість на повний екологізований життєвий цикл продукції від видобування, постачання сировини, енергоресурсів до утилізації відходів, продукції. Це потребує технологічної інтеграції управління повним ЖЦП. Його екологізація створить додаткові конкурентні переваги для суб'єктів кластера — вихід на ринок екологічних послуг, продукції. Таку технологічну інтегрованість управління може забезпечити тільки кластерна модель;

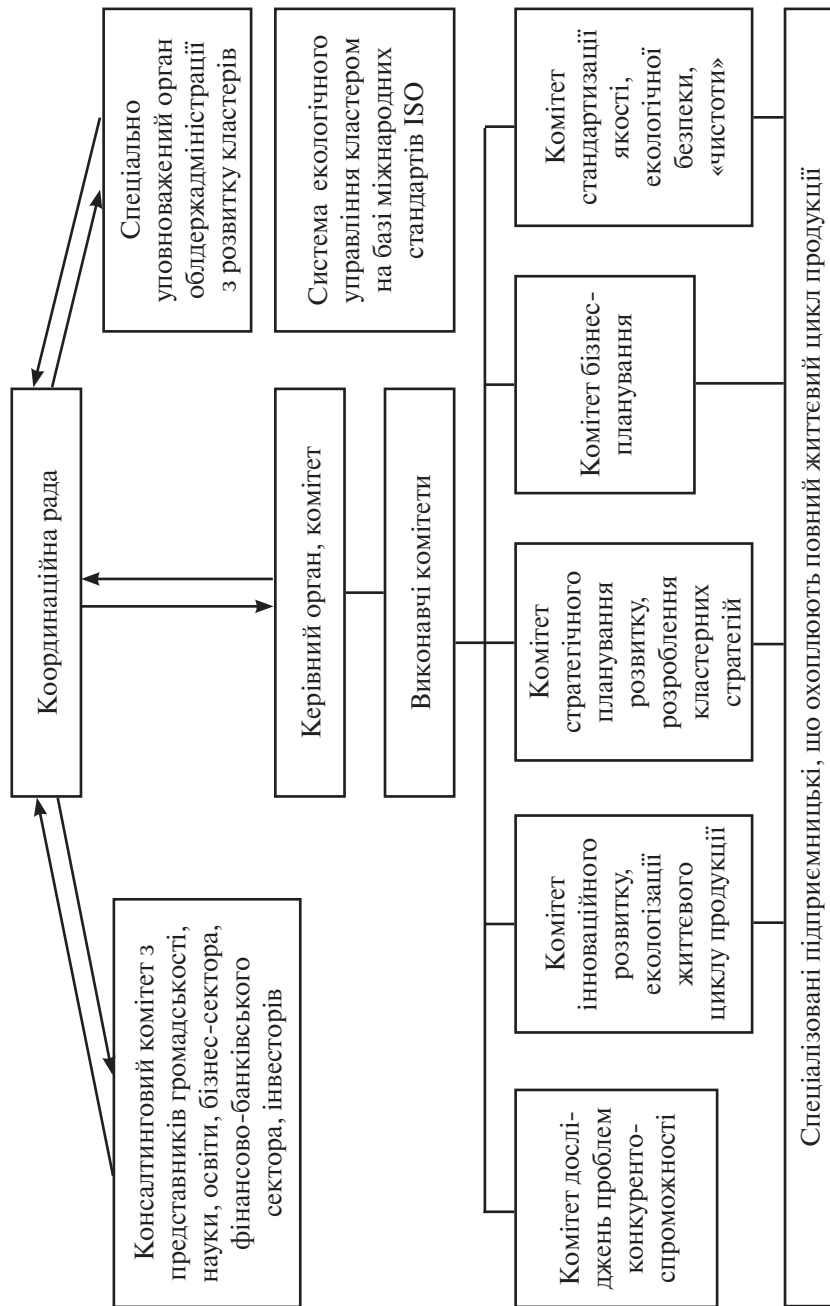


Рис. Д.4.4. Структура інтегрованого управління кластером

— кластерна модель має розвиватися на принципах соціальної та екологічної відповідальності всіх суб'єктів кластерної системи щодо вирішення проблем розвитку територій, регіонів; збалансованого природокористування та природовідтворення у взаємозв'язку з рівнем, якістю життя за якість навколишнього природного середовища. Інтегроване управління збалансованим економіко-соціо-екологічним розвитком кластера зробить привабливим інвестиційний клімат регіону, кластера;

— кластерна модель має забезпечити оптимальне поєднання державного адміністрування з ринковим саморегулюванням (збалансована інтеграція державних і ринкових функцій), що забезпечить стійкі регіональні правовідносини між власниками об'єктів кластера (землі, ресурсів, виробничих потужностей тощо) та інвесторами;

— орієнтованість на посилення інноваційного потенціалу кластерів забезпечить мінімізування сукупних суспільних витрат, собівартості продукції, збереження природно-ресурсного потенціалу, оптимізування процесу забезпечення дальшого збільшення суспільних потреб в умовах нестачі природних ресурсів.

Таким чином, кластерну модель територіально-галузевого інноваційного розвитку слід удосконалювати на чотирьох базових синергетичних принципах:

- 1) самоорганізації та самоврядування відносин, взаємодії суб'єктів кластера за активної підтримки обласних (регіональних) держадміністрацій;
- 2) інноваційності виробничого процесу, що охоплює ПЖЦ технологій, продукції;
- 3) екологізації ПЖЦ продукції як фактора набуття додаткових конкурентних переваг;
- 4) синергії (спільності, взаємодії) влади, бізнесу, науки і освіти та громадськості у вирішенні проблем збалансованого розвитку регіону, територій; посилення потенціалу конкурентоспроможності.

Відповідно до цих принципів на рис. Д.4.4 показана структура інтегрованого управління кластером.

6. Європейський та вітчизняний досвід кластеризації регіонів, економіки

Закордоном кластерну модель використовують для створення «полюсів зростання». Цими полюсами є, зазвичай, міста, де зосереджені підприємства, виробничо-технологічні, економічні та трудові ресурсні зв'язки, які впливають на суміжні території, підвищуючи рівень їх

конкурентоздатності, економічного та соціального розвитку. Визначаючи «полюси зростання», враховують конкурентні переваги суб'єктів кластера, включно з місцевим природно-ресурсним, інтелектуальним, соціально-економічним, інфраструктурним та іншими видами потенціалів, гео економічним положенням тощо. Навколо кластерів, таким чином, зосереджується регіональний і місцевий розвиток, вони створюють умови для зосередження технопарків, логістичних центрів, технополісів та інших інноваційних ринкових форм організації економічної діяльності. При цьому до діяльності кластерів долучаються освітні, науково-дослідні, проектно-конструкторські та інші заклади й організації, пов'язані як з розробленням нових технологій, так і з доведенням наявних розробок до практичного впровадження, поступово формуючи інтегральний взаємопов'язаний виробничий комплекс регіону.

Кластеризування економіки закордоном набуло значного поширення насамперед як засіб підвищення їх конкурентоспроможності, а також як механізм гнучкого реагування на кон'юнктуру світових ринків, зростання стабільності функціонування завдяки інтеграції конкурентних переваг конкретних об'єктів економічної діяльності.

Так, один із найбільш відомих транскордонних біофармацевтичних кластерів «Біодолина» був створений у 1996 р. у долині річки Верхній Рейн (на кордоні Франції, Швейцарії та Німеччини). Приблизно 250 тис. осіб (10 % від загальної кількості населення) зайняті у біофармацевтичній галузі, яку традиційно формують відомі наукові установи (чотири університети, численні дослідницькі центри); штаб-квартирами таких світових фармацевтичних гігантів, як «Новартис», «Рош», «Сіба», філіями великих фармацевтичних підприємств («Джонсон і Джонсон», «Файзер», «Санофі-Авентис»). Окрім того, важливу роль у створенні «Біодолини» відіграли політичний інтерес суміжних держав і підтримка з боку місцевих та регіональних органів влади.

Серед інших відомих транскордонних закордонних кластерів доцільно згадати:

— «Долину Медікон», розташовану на кордоні Данії та Швеції навколо затоки Ересуни. Вона нараховує 26 лікарень, 12 університетів з 4000 дослідниками та 135 000 студентами. Діяльність цього кластера сприяла утворенню 30 000 робочих місць більш ніж на 160 підприємствах;

— кластер біотехнологій, регіон Орезунд (Данія—Швеція), який об'єднує мережу численних фармацевтичних і біотехнологічних фірм, університетські лікарні та університети;

— німецько-голландський транскордонний кластер (м. Твенте), який охоплює регіональні кластери та мережі в технологічних секторах пластмас, металооброблення та біомедицині;

— німецько-голландська мережа регіональних кластерів поставальників, технічних агентств та інноваційних установ навколо транснаціональних корпорацій *Ocu i Nedcar* (м. Венло);

— «Долину Доммель» (Бельгія та Нідерланди), яка складається з регіональних кластерів фірм високих технологій та інновацій;

— автомобільний кластер, розташований у прикордонних регіонах Португалії та Іспанії;

— кластер скла, розташований на суміжних територіях Австрії, Німеччини та Чехії;

— текстильний кластер, який функціонує на території прикордонних регіонів Австрії та Чехії;

— технологічний кластер, який діє на суміжних територіях Австрії та Словенії.

В Україні, де також є певний досвід кластерної організації економіки, має місце започаткування процесів формування транскордонних кластерних ініціатив та розвитку транскордонних кластерів.

Так, у Хмельницькій області досить успішно функціонують будівельний і швейний кластери, існують туристичні кластери «Кам'янець» та «Дивосвіт», кластер сільського «зеленого» туризму «Оберіг», які мають усі можливості для дальшого розвитку, зокрема і у транскордонному вимірі, за наявності регіональних кластерних стратегій.

Сьогодні здійснюють організаційні заходи щодо формування транскордонного кластеру в Закарпатській області.

У Львівській області опрацьовують питання створення транскордонного туристичного кластеру, відповідно до «Спільної стратегії розвитку українсько-польського транскордонного регіону (Волинська, Львівська, Закарпатська області та Люблінське і Підкарпатське воєводства) на період до 2015 року», яка визначає туристично-рекреаційну діяльність як один із пріоритетів розвитку цього регіону.

У Чернівецькій області розглядають можливість створення туристично-транскордонного кластеру на основі мережі регіонів-переможців Всеукраїнського конкурсу «Сім чудес України».

Разом із тим в Україні кластерна стратегія ще не набула достатнього розвитку та поширення. Відсутні досконалі інвестиційно-інноваційні механізми формування і функціонування кластерів, малоефективними є фінансові механізми державного регулювання їх діяльності.

7. Екологічно зумовлені конкурентні переваги кластерів

Конкурентні переваги кластерів складаються не тільки з інноваційних факторів розвитку, технологічної кооперації та спеціалізації, але і з екологізації ПЖЦ продукції. За своїм екологічним ефектом екологізація — це теж інноваційний процес, орієнтований на економію сировини, енергетичних ресурсів, упровадження екологічно чистих безпечних технологій, продукції, яка користується підвищеним попитом на глобальному європейському, регіональному та міжрегіональному ринках продукції. Окрім того, системна екологізація кластерів сприяє створенню не тільки інвестиційно-привабливого клімату, але й соціально-привабливому іміджу, що зумовлює поширення кластерної моделі в регіоні, суспільстві.

Системна екологізація життєвого циклу продукції має ґрунтуватися на системі міжнародних стандартів 180 (відповідно до національних ДСТУ 180), з екологічного управління, а саме:

— ДСТУ ISO 14001:2007 «Системи управління навколишнім середовищем»;

— ДСТУ ISO 19011:2003 «Настанови щодо здійснення аудитів систем управління якістю і (або) екологічного управління»;

— ДСТУ Н 4340:2004 «Настанови щодо внесення екологічних вимог до стандартів на продукцію»;

— ДСТУ ISO 14024:2002 «Екологічне маркування та декларації»;

— ДСТУ ISO 14041:2004 «Оцінювання життєвого циклу»;

— ДСТУ ISO 14031:2004 «Настанови щодо оцінювання екологічної характеристики».

Це основний перелік стандартів з екологізації не тільки повного життєвого циклу продукції, але й кластера загалом як загального об'єкта екологізації.

Процес екологізації має починатися зі створення кластерної системи екологічного управління на базі стандартів ДСТУ ISO 14001:2007 та ДСТУ ISO 19011:2003. Для цього необхідно розробити власний клас-тений регламент з екологічного управління, адекватний міжнародним (національним) стандартам і адаптований до регіональних територіальних умов та ринків збуту продукції.

Екологічний ринок, екологічний бізнес, екологічні послуги, екологічна індустрія, продукція — усе це перспективна галузь ринкової діяльності кластерів будь-якої спеціалізації, яка потребує своєї системи адаптації кластерів до сучасних тенденцій екологічного розвитку ринкового середовища. Сприяття такій екосистемній адаптації кластерів має власна, кластерна екологічна інфраструктура, яка має бути цілісною складовою екоінфраструктури території, регіону, населеного пункту.

Література

1. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» // Відомості Верховної Ради. — 2019. — № 16. — ст. 70.
2. Про затвердження Порядку розроблення, проведення моніторингу та оцінки реалізації регіональних стратегій розвитку. Постанова Кабінету Міністрів України від 16 листопада 2011 року № 1186 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/932-2015-p>.
3. Куйбіда В. С. Транскордонне співробітництво та розвиток транскордонних кластерів / В. С. Куйбіда, А. Ф. Ткачук, В. В. Толкованов та ін. — Київ : Крамар, 2009.
4. Білоус В. С. Синергетика та самоорганізація в економічній діяльності : навч. посіб. / В. С. Білоус. — К. : КИПУ, 2007.
5. Баженов В. А. Основи інтегрованого управління природокористуванням і розвитком інфраструктур : монографія / В. А. Баженов, Ю. М. Саталкін, Т. В. Тимочко ; за заг. ред. О. І. Бондаря. — К. : Каравела, 2010. — 320 с.
6. Пахомова Н. В. Экологический менеджмент / Н. В. Пахомова, А. Эндерс, К. Рихтер. — СПб. : Питер, 2003. — 352 с.
7. Гурман В. И. Моделирование социо-эколого-экономической системы региона / В. И. Гурман, Н. Э. Кульбака, Рюмина Е. В. и др. — М. : Наука, 2001. — 175 с..
8. Екологічне управління : підручник / В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, Г. О. Білявський та ін. — К. : Либідь, 2004. — 432 с.
9. Міжнародні стратегії економічного розвитку : нав. посіб. / А. О. Задоя [та ін.] ; ред. А. О. Задоя. — К. : Знання, 2007. — 332 с.
10. Малицька, Н. М. Спиртовий промислово-інноваційний кластер як інструмент розвитку «зеленої» економіки / Н. М. Малицька // Бібліотека Всеукраїнської екологічної ліги. — 2013. — № 1. — С. 21–25.
11. Стаценко, И. Н. Создание кластеров «Эко-энерго» как реальный путь обеспечения инновационного развития энергетики в регионах / И. Н. Стаценко, В. Ю. Бурлаченко // Екологічний вісник. — 2008. — № 5. — С. 18–19.
12. Захаркевич Н. П. Розроблення регіональної стратегії підвищення конкурентоспроможності галузі / Н. П. Захаркевич // Екологічний вісник : науково-популярний щомісячний екологічний журнал. — 2008. — № 2. — С. 22–23.

ПРИКЛАД КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПІДХОДУ
ЩОДО СТВОРЕННЯ ГАЛУЗЕВИХ
ІННОВАЦІЙНИХ СИСТЕМ
СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Приклад концептуального підходу до створення галузевих інноваційних систем спільного вироблення інноваційних рішень щодо сприяння пришвидшенню сталого розвитку галузей економіки проривних технологічних перетворень.

Спільне вироблення інноваційних рішень будь-якого стратегічного рівня інноваційної політики (національного, регіонального, галузевого) передбачає синергетичну взаємодію, спільну дію суб'єктів інноваційного процесу: держава, наука, освіта, бізнес, громадськість, органи самоврядування. На рис. Д5.1 зображена концептуальна синергетична модель спільного вироблення інноваційних рішень із відкритою інформаційно-комунікаційною платформою (ІК-платформа) інноваційної взаємодії, спільної дії суб'єктів інноваційного процесу. За аналог була взята модель відкритих комунікаційних майданчиків спільного вироблення рішень Інституту економіки промисловості НАН України¹.

Держава, влада всіх ієрархічних рівнів мають здійснювати конституційну функцію гаранта інноваційних змін у суспільстві, його інституціях, галузях економіки. Найгострішою проблемою залишається слабкість взаємодії наукових та освітніх інституцій із промисловістю та бізнесом за державної підтримки на сучасній цифровій платформі інформаційно-комунікаційної індустрії (ІК-індустрії) та на принципах Глобального інноваційного імперативу: оновлених глобальних цілей сталого розвитку на період до 2030 р., Паризької кліматичної угоди на період до 2050 р. та четвертої промислової революції (Індустрія 4.0). Показана на рис. Д5.1 синергетична модель інноваційної взаємодії суб'єктів інноваційних процесів, зокрема галузевих, може слугувати за базову системну модель формування інноваційних систем проривних технологічних перетворень та досягнення цілей сталого розвитку інноваційного спрямування.

¹ Незручна правда. Які бар'єри дійсно стоять на шляху інноваційного оновлення економіки України / І. Підоричева ; Інститут економіки промисловості України // «Дзеркало тижня», №15 (361), 2018.

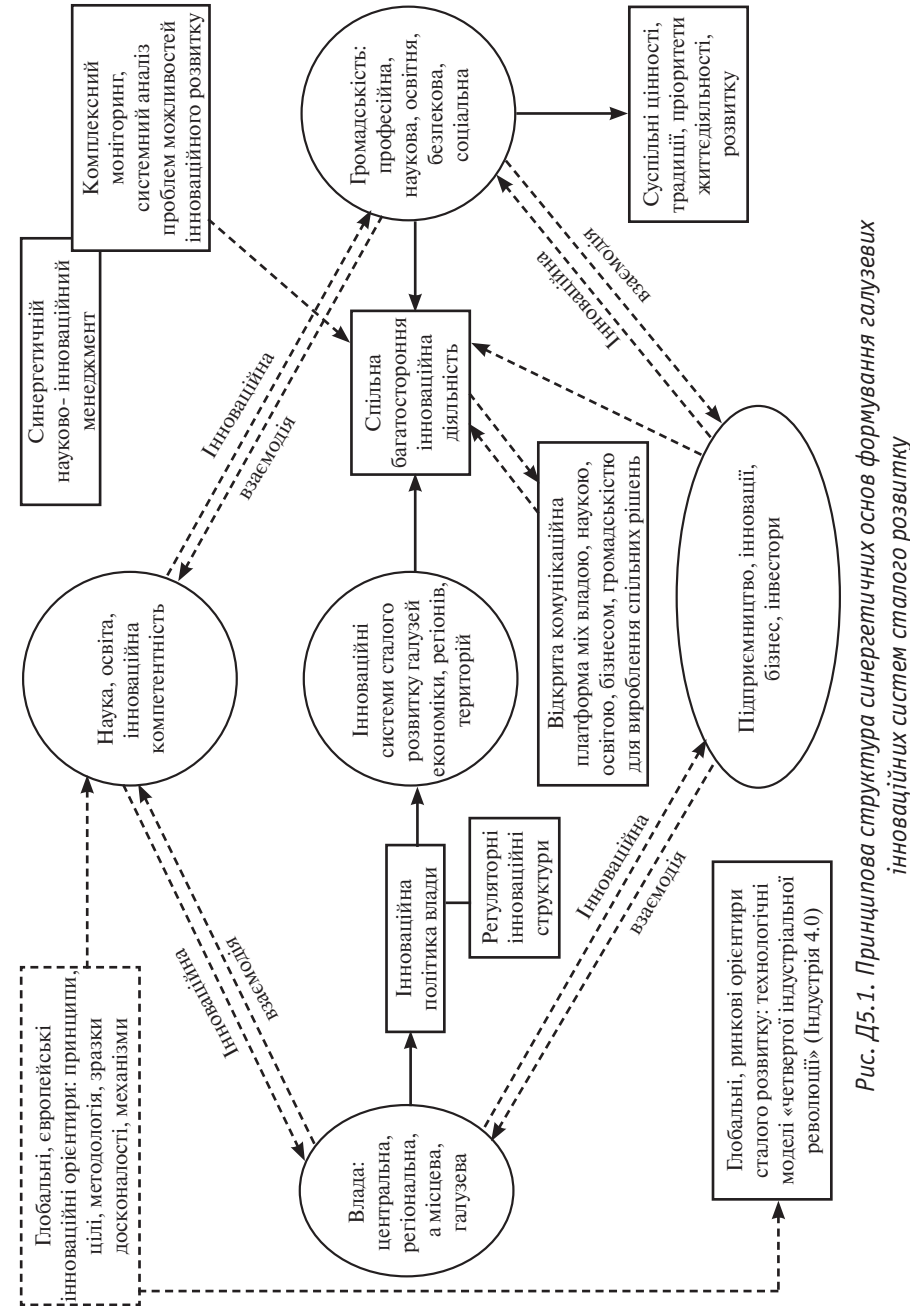


Рис. Д5.1. Принципова структура синергетичних основ формування галузевих інноваційних систем сталого розвитку

Додаток 6

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ОРІЄНТИРІВ
СПІЛЬНОГО ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ІНЖЕНЕРНО-
ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ ТА ГАЛУЗЕЙ ІНДУСТРІЇ (ГАЛУЗЕВОЇ ІНЖЕНЕРІЇ)

**Володимир Ісаєнко — ректор Національного авіаційного університету,
д-р біол. наук, проф., канд. техн. наук**

Мислити глобально — діяти локально.

*Парадигма сталого розвитку.
Програма дій ООН: Майбутнє,
якого ми бажаємо, 2012 р.*

Інноваційні засади розвитку, діяльності закладів вищої освіти (ЗВО) визначені в Законі України «Про вищу освіту». Ключовим принципом інноваційної спрямованості є «сприяння сталому розвитку суспільства шляхом підготовки конкурентоспроможного людського капіталу (інтелектуального ресурсу) та створення умов для освіти протягом життя», а основною метою інноваційної діяльності є «здобуття нових наукових знань... для забезпечення інноваційного розвитку суспільства, підготовки фахівців інноваційного типу (фармації)» [1].

Зауважимо, що провідне місце в країнах сталого розвитку (Канада, Швеція, Норвегія, Фінляндія, Китай, Японія тощо) належить інноваційним індустріальним структурам (технопарки, індустріальні кластери) з «центрами досконалості» якісно нового технологічного укладу, в яких головну роль відіграє інтелектуальний ресурс та джерела його формування — дослідницькі університети, коледжі нової формації [7].

В Україні, на жаль, немає національної інноваційної політики та стратегії сталого інноваційного розвитку. Міжнародний аудит стану дослідницької та інноваційної системи України засвідчив «малу історію успіху» в інноваційній сфері, а державна політика була особливо непослідовною й на урядовому рівні «бездумна» [8].

Окремі вітчизняні успіхи в рамках науково-інноваційної програми ЄС «Горизонт-2020» не роблять загальнодержавної інноваційної «погоди», хоча і мають позитивне значення для всієї системи вітчизняної науки з погляду наближення до вимог європейського дослідницького простору. Дуже важливо для визначення інноваційної стратегії сформулювати систему глобальних європейських та національних стратегічних інноваційних орієнтирів, цінностей, які визначають довго-

строкову інноваційну перспективу та провідну роль національних дослідницьких університетів як «центрів інноваційної досконалості» у випереджальній підготовці конкурентоздатного інженерного ресурсу нової формації для реалізації національної інноваційної стратегії.

Науковцями Національного авіаційного університету запропоновано розглядати «глобальний інноваційний імператив» як системну цілісність домінуючих у XXI столітті глобальних інноваційних стратегій, що створюють світовий інноваційно-дослідницький простір спільного інноваційного розвитку науки, освіти, індустрії, а саме:

— глобальна інноваційна стратегія сталого розвитку, що визначена оновленими цілями ООН на період до 2030 року [5];

— глобальна інноваційна кліматична стратегія на період до 2050 року, що визначена Паризькою кліматичною угодою ООН в 2015 році [9];

— глобальна інноваційна технологічна стратегія 5-го, 6-го укладів (четвертої індустріальної революції — Індустрія 4.0) [10; 14];

— глобальна інноваційна інформаційно-цифрова стратегія ІТ-індустрії;

— глобальна інноваційна стратегія неперервної освіти (протягом життя); підтримки, оновлення, інноваційних компонентностей [15];

— глобальна інноваційна стратегія системно-інноваційного менеджменту складних інноваційних проектів, структур, систем [14].

Наведені шість інноваційних домінант створюють сучасний глобальний інноваційний імператив, який визначає глобальні інноваційні орієнтири для будь-якої масштабної стратегії розвитку: країни, галузі, зокрема галузевої аерокосмічної системи вищої освіти, національних університетів. Розглянемо ці домінанти.

1. Домінанта оновлених глобальних цілей та інноваційних стратегій сталого розвитку на період до 2030 р. Визначено на саміті ООН з прийняття Порядку денного в галузі розвитку на період після 2015 р.: перетворення нашого світу: сімнадцять цілей у галузі сталого розвитку інноваційного спрямування [5]. Відповідно розроблено проект «Стратегії сталого розвитку України на період до 2030 р. інноваційного спрямування вектора розвитку», який ґрунтується на активному використанні знань та наукових досягнень, стимулюванні інноваційної діяльності, підвищенні інтелектуального рівня людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності країни засобами освіти протягом життя.

2. Домінанта глобального еколого-інноваційного імперативу кліматичної стратегії ООН низьковуглецевого розвитку, запобігання та

адаптації до катастрофічних змін клімату. У Парижі в грудні 2015 р. 196 країн підписали угоду про відмову від використання викопного палива до 2050 р. Міжнародні зобов'язання передбачають нову парадигму відносин і застосування жорстких санкцій [9].

Еколого-інноваційна стратегія ООН охоплює всі сфери життєзабезпечення людства й офіційних доктрин ООН і ЄС щодо зменшення антропогенного впливу на зміни клімату: енергетичні, технологічні, економічні, інфраструктурні тощо.

3. Домінанта глобальної інноваційно-технологічної стратегії 5-го, 6-го технологічних укладів (четверта індустріальна революція — Індустрія 4.0). Характеризується технологічним синергізмом (поєднанням, злиттям) класичних індустріальних, цифрових та біоекологічних технологій; стиранням граней між фізичними, цифровими та біологічними сферами. У статті «Україна і четверта промислова революція: загроза та можливості» (Дзеркало тижня, № 43–44, 19 листопада 2016 р.) президент Української асоціації якості Петро Каліта наводить таке висловлювання відомого швейцарського економіста доктора Клауса Шваба, засновника і керівника Всесвітнього економічного форуму:

«Четверта революція (індустріальна) йде до нас як цунамі! Швидкість цієї революції така висока, що політичній спільноті важко або навіть не можливо встигати за необхідними нормативними та законодавчими рамками».

І далі в статті наводяться посилання на оцінки Mc. Kinsey Global Institute, а саме — «У найближчі роки на глобальну економіку найбільше вплинуть поширення мобільного Інтернету та Інтернету речей; автоматизація рутинної інтелектуальної роботи, хмарні технології та рішення зі збереження енергії; наступні покоління підходів до управління геномами; просунута робототехніка та транспорт без водіїв; 3D-друк та ін.

Ці зміни знищать цілі галузі та професії, зміниться, наголошується в статті, філософія конкуренції — «У світі вже немає ніякої конкуренції товарів, продуктів і послуг. Натомість є конкуренція моделей системного управління (менеджменту)». На продовження думки автора — посилюється конкуренція моделей освіти, професійної підготовки з високою діловою та менеджерською досконалістю.

4. Домінанта інформаційно-цифрової ІТ-індустрії з інноваційними стратегіями, мережами потужних глобальних ІТ-компаній; створення інфраструктури ІТ-бізнесу, ІТ-освіти, ІТ-менеджменту з охопленням усіх сфер життєдіяльності інформаційно-цифрового суспільства.

5. Домінанта неперервної освіти, освіти протягом життя з синергетичними міждисциплінарними моделями неперервної підтримки інноваційної компетентності. Характеризується зміною освітньої парадигми епохи знань на епоху «інноваційних компетентностей», які мають оновлюватися, поглиблювати інтеграцію науки, освіти, бізнесу, індустрія протягом життя [15].

У сучасному світі знання, компетентності змінюються швидше, ніж змінюються освітні традиційні процеси, моделі освіти. У зв'язку з цим американські економісти навіть запровадили термін «напіврозпад компетентності» — період, коли від моменту закінчення ЗВО завдяки оновленню знань, технологій компетентність фахівців знижується на 50 %.

Останніми роками цей період має тенденцію до значного скорочення. Іноді знання, отримані на І курсі, втрачають актуальність уже на IV–V курсах. Усього за чотири роки відбувається «напіврозпад компетентності» менеджерів, науково-педагогічного персоналу. Неперервна освіта стала одним із головних чинників інноваційного, пришвидшеного розвитку суспільства.

6. Домінанта глобальної конкуренції системного менеджменту складних інноваційних проектів, структур, систем з інноваційними моделями, міжнародними стандартами на зразок системного екологічного управління ISO 14000; управління якістю ISO 9000, моделями системного інтегрованого менеджменту з аспектами інноваційної політики корпорацій; підприємств; управління знаннями, компетентністю як інноваційними процесами оновлення виробництва.

Європейський інноваційний імператив визначається «широкою інноваційною стратегією» Європейського Союзу (*a broad-based innovation strategy*), яка запропонована Європейською комісією і спрямована на посилення інноваційно-економічної конкурентоспроможності, інноваційної доданої вартості, інноваційності освіти, знань, компетенцій, на реальну інноваційну продукцію. Ключовими суб'єктами широкої інноваційної стратегії визначено університети [4; 11].

Головні європейські інноваційні орієнтири, механізми [4] спрямовані на:

— розбудову системи сприяння й підтримки сталого інноваційного розвитку та інноваційно-сприятливих освітніх систем;

— реформування науково-дослідницької діяльності (R&D), формування системи державної підтримки інноваційного розвитку, діяльності, посилення науково-дослідницьких зв'язків, дієвості механізмів інтеграції науки, освіти та бізнесу;

— створення європейських інституцій, зокрема європейської технологічної платформи, забезпечення економічної основи інноваційного розвитку, діяльності університетів з визначенням пріоритетних напрямів, тобто інноваційних стратегій університетів;

— перетворення університетів на потужні національні науково-дослідницькі бази, центри інноваційної досконалості, формування наукової, індустріальної еліти суспільства;

— розроблення стратегій розвитку інноваційно спрямованих ринків, регіонального інноваційного розвитку;

— зростання конкурентоспроможності європейського університету шляхом урізноманітнення сфер послуг і науково-дослідницької діяльності із застосуванням міждисциплінарного підходу;

— структурно-функціональної модернізації — формування нових форм стимулювання і підтримки інноваційної діяльності університетів;

— розвиток і посилення інноваційних зв'язків між університетами й економічними та індустріальними структурами.

Результатом реалізації широкої інноваційної стратегії ЄС є якісне оновлення європейської програми інноваційної модернізації університетів, перетворення їх у дослідницькі «центри досконалості». Для України адекватною широкою національною стратегією має стати Угода про асоціацію між Україною та ЄС з її спрямованістю на сприяння сталому розвитку [3, розд. 1, ст. 1].

Відповідно до глави 9 Угоди «Співробітництво у сфері науки та технологій» (інноваційне співробітництво), «Сторони (Україна та ЄС) розвивають та посилюють наукове та технологічне співробітництво (тобто інноваційне) з метою зміцнення свого наукового потенціалу для вирішення національних та глобальних викликів, докладають зусиль для досягнення прогресу в набутті наукових та технологічних знань, важливих для сприяння сталому розвитку, шляхом дослідних потужностей та людського потенціалу» (ст. 374). Це положення Угоди стало ключовим принципом державної політики у сфері вищої освіти згідно із законом України «Про вищу освіту» а, отже ключовим принципом інноваційного розвитку національних університетів, їх інноваційної модернізації та набуття дослідницького статусу, що має сприяти залученню України до Європейського дослідницького простору (ст. 375, п. 2).

У ст. 376 Угоди визначені загальні механізми інноваційного співробітництва, які мають бути враховані у процесі розробки стратегій інноваційного розвитку національного університету, а саме:

— обмін інформацією щодо політики, зокрема інноваційної, у сфері науки та технологій, індустрії;

— участь у Рамкових програмах ЄС з досліджень та інновацій: «Горизонт 2020», EUREKA, COST. Натепер ухвалено вже 61 позитивне рішення щодо заявок з участю України в науково-інноваційній програмі «Горизонт 2020» та визначено за необхідне активізувати участь в інноваційній програмі EUREKA і досягти членства в COST [8];

— спільна реалізація наукових та інноваційних програм і дослідницької діяльності;

— організація спільних заходів, механізмів щодо наукового (інноваційного) та індустріального розвитку;

— навчання шляхом реалізації програм обміну для дослідників та фахівців (зокрема наукового та науково-педагогічного персоналу національних університетів);

— вжиття заходів, зокрема правових, спрямованих на розвиток сприятливих умов для проведення досліджень та впровадження нових технологій, а також належного захисту інтелектуальної власності результатів досліджень.

Інноваційні положення, орієнтири на сталий розвиток, угоди про асоціацію між Україною та ЄС набули правової реалізації в Законі України «Про вищу освіту», а саме:

— сприяння сталому (інноваційному) розвитку суспільства шляхом підготовки конкурентоспроможного людського капіталу та створення умов для освіти протягом життя (неперервної освіти, освіти для дорослих);

— державної підтримки інноваційної діяльності університетів, інститутів шляхом надання пільг із оплати податків, зборів та інших обов'язкових платежів ЗВО, що провадять таку діяльність;

— сприяння здійсненню державно-приватного партнерства (зокрема інноваційного) у сфері вищої освіти;

— забезпечення розвитку наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності ЗВО та їх інтеграції з виробництвом (інноваційної інтеграції).

У законі визначені мета і завдання інноваційної діяльності ЗВО, суб'єктами якої є як наукові та науково-педагогічні працівники, особи, що навчаються, а також фахівців галузевої інженерії, які спільно з ЗВО провадять інноваційну діяльність. Основна мета такої діяльності полягає в здобутті наукових знань шляхом проведення наукових досліджень та інноваційних розробок, їх спрямування на створення і впро-

вадження нових конкурентоспроможних технологій для забезпечення інноваційного розвитку суспільства, підготовки фахівців інноваційної формації [1].

Основні напрями інноваційної діяльності ЗВО полягають в інтеграційній взаємодії з науковими установами Національної академії наук України та індустріальних галузевих структур, а саме:

- участь у розробленні та виконання тематичних державних інноваційних програм сталого розвитку;
- проведення спільних наукових міждисциплінарних досліджень проблем інноваційного розвитку, спільних інноваційних розробок;
- участь у створенні спільних інноваційних структур та інших інноваційних форм кооперації, зокрема інноваційних індустріальних парків 5-го та 6-го поколінь (четверта індустріальна революція — Індустрія 4.0, територіально-галузеві інноваційні кластери тощо);
- упровадження спільностворених інноваційних продуктів у виробництво;
- забезпечення набуття, охорони та захисту прав інтелектуальної власності на результати спільної інноваційної діяльності.

У Законі «Про вищу освіту» наведені повноваження Центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки щодо сприяння інноваційній діяльності ЗВО, відповідні організаційні форми провадження на засадах автономії. Тобто створені законодавчі основи інноваційного розвитку університетів, інших ЗВО на засадах самоорганізації та саморегулювання здійснення принципів автономії. Справа за ініціативою керівників ЗВО, їх учених та науково-технічних рад, здатності нарощувати, зміцнювати навчально-виробничий інноваційний потенціал засобами дуальної освіти.

За призначеністю типів ЗВО їх статутна діяльність має бути спрямована на «продовження інноваційної освітньої діяльності», конкретизованій у відповідній статутній Концепції інноваційної освітньої діяльності, у якій має бути відображено «органічне поєднання в освітньому процесі освітньої, наукової та інноваційної діяльності» (ст. 26, 27, 28). Тобто освітня діяльність ЗВО має бути апіорі інноваційною, відповідно до принципу випередження та суспільної ролі освіти як рушійної сили якісних, системних змін у суспільстві, його сталого інноваційного розвитку.

Таким чином, для розроблення і запровадження власних концепцій інноваційної освітньої діяльності та стратегій інноваційного розвитку університетів та інших ЗВО є достатньо законодавчих, правових та орга-

нізаційних підстав. Через невизначеність загальнодержавної інноваційної стратегії університети мають орієнтуватися на глобальні та європейські інноваційні імперативи, стратегії в межах наданої автономії.

Якісна освіта розглядається світовим співтовариством як інноваційна рушійна сила якісних змін у суспільстві, формування конкурентоспроможного людського ресурсу сталого розвитку суспільства, посилення інноваційного потенціалу його інституцій, галузей економіки у взаємозв'язку з наукою.

Для здійснення місії рушійної сили освіта має стати провідною системною інституцією за інноваційною моделлю інтеграції, спільної дії (синергізму) науки, освіти, підприємництва, громадськості та органів влади.

Саме інноваційний підхід до розвитку освіти в синергетичному взаємозв'язку з інтеграційним та компетентнісним підходами є характерними методологічними ознаками сучасної освітньої парадигми, яка за своєю суттю є синергетичною в епоху нелінійних, постійно змінюваних умов життєдіяльності; поєднання, злиття промислових, цифрових, екологічних технологій; міждисциплінарних систем знань.

Сучасна освітня парадигма визначає нову епоху переходу від суспільства знань до інформаційного суспільства життєво компетентних громадян, здатних оновлювати, поглиблювати знання, компетентність протягом життя в умовах стрімкого розвитку четвертої технологічної революції (Індустрії 4.0). Відповідно системи надання освітніх послуг протягом життя мають бути інноваційно спрямовані на систематичну випереджальну модернізацію структури, змісту та менеджменту в контексті інтеграції у світовий та європейський освітній, інноваційний дослідницький простір.

Науковці Національного авіаційного університету (НАУ) за участю експертів Проект розвитку ООН (ПРООН) розробили, а вчена рада схвалила Концепцію інноваційного розвитку НАУ на законодавчо визначених засадах з орієнтацією на глобальні та європейські інноваційні виклики. У Концепції визначено [12]:

1. Стратегічне бачення інноваційного розвитку НАУ у взаємозв'язку з галузевим інноваційним розвитком.
2. Мету інноваційного розвитку — посилення конкурентоспроможності, інтеграції у світовий та європейський освітньо-дослідницький простір як дослідницького університету світового рівня інноваційності.
3. Керівні стратегічні принципи спільного галузево-освітнього інноваційного розвитку на засадах ключового принципу сприяння ста-

лому розвитку суспільства, визначеному в Законі України «Про вищу освіту» та Угоді про асоціацію між Україною та ЄС.

4. Проблеми нарощення інноваційного потенціалу та досягнення статусу дослідницького університету із застосуванням універсального методу SWOT-аналізу проблем та конкурентних переваг.

5. Критерії системної оцінки розвиненості інноваційних потенціалів структурних підрозділів університету з урахуванням законодавчо визначеної критеріальної бази інноваційної та дослідницької діяльності.

6. Вибір пріоритетів спільного з галуззю інноваційного розвитку з урахуванням глобальних інноваційних викликів (домінант).

7. Напрями інноваційного розвитку структурних підрозділів університету з урахуванням галузевої спеціалізації та стану проблем авіаційно-космічного комплексу України.

8. Стратегічні напрями досягнення статусу дослідницького університету світового рівня інноваційності та створення на базі НАУ Національного центру стратегічних досліджень глобальних інноваційних викликів та їх впливу на високотехнологічний авіаційно-космічний міжгалузевий комплекс України.

9. Напрями реалізації Концепції, зокрема розроблення і впровадження через навчання спільної стратегії інноваційного розвитку НАУ.

10. Механізми реалізації Концепції, зокрема галузевий механізм інтеграції дослідницької, освітньої та практичної діяльності, створення галузевих інноваційних структур.

Національний авіаційний університет має потужний ресурсний потенціал, висококваліфіковані кадри для досягнення стратегічної мети інноваційного розвитку. У складі НАУ функціонують навчально-наукові інститути як галузевого спрямування (аерокосмічний, аеронавігації, аеропортів), так і профільні (юридичний, економіки та менеджменту, гуманітарний, міжнародних відносин, інформаційно-діагностичних систем, екологічної безпеки, комп'ютерних інформаційних технологій, неперервної освіти); факультет транспортних технологій, Інститут ІКАО, розгалужена мережа територіально відокремлених галузево-спрямованих структурних підрозділів; науково-навчальні та дослідницькі центри; науково-виробничий центр безпілотної авіації «Віраж» та ін.

Розгалуженими є форми міжнародного співробітництва з університетами Голландії, Франції, Південної Кореї, Китаю, США, Великої Британії, Румунії, Польщі та Швеції.

Університет на постійній основі розвиває та поглиблює галузеву співпрацю та взаємодіє з ДП «Антонов», Державним концерном

«Укроборонпром», компанією МАУ, ДП «Міжнародний аеропорт «Бориспіль»», компанією «ВЕНБЕСТ», ТОВ «Аеропорт Хендлінг» (Міжнародний аеропорт «Одеса»), ТОВ «Джентерм Україна» та ін.

Розроблення і впровадження Стратегії інноваційного розвитку НАУ забезпечить досягнення світового рівня інноваційності як національного дослідного університету, здатного сприяти проривному розвитку держави в авіаційно-космічному комплексі України шляхом підготовки фахівців нової формації та створення спільних інноваційно-технологічних структур 5-го та 6-го поколінь.

Література

1. Закон України «Про вищу освіту» // Відомості Верховної Ради. — 2014. — № 37–38. — Ст. 2004.
2. Закон України «Про наукову та науково-технічну діяльність» // Відомості Верховної Ради. — 2016. — № 3. — Ст. 25.
3. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/984_011.
4. Commission of the european communities, 2006. Putting knowledge into practice: a broad-based innovation strategy fo the EU. COM (2006) 502/ [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.eirma.org/sites/www.eirma.org/files/doc/documents/EU/EU-com-2006-502-innovstrategy.pdf>.
5. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda>.
6. Стратегія сталого розвитку України на період до 2030 року (проект) [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://www.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf.
7. Національні стратегії сталого розвитку. Впровадження стратегічних і скоординованих дій: виклики, підходи та інновації. На основі аналізу досвіду 19 країн 2004. Міжнародний інститут сталого розвитку та Німецьке товариство технологічного співробітництва, 2004 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www.sd4ua.org/wp-content/uploads/2016/08/Natsionalni-strategiyi-stalogo-rozvytku_verstka.pdf

ПРИКЛАД ФОРМУВАННЯ
 ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ
 ВИПУСКНИКА ЗВО ДИЗАЙН-ОСВІТИ

Приклад формування функціональної моделі
 професійної компетентності дизайнера¹

Розглядається триблоковий підхід до формування структурної моделі професійної компетентності випускника ЗВО (табл. Д7.1):

- загальнопрофесійні компетенції (КЗП);
- спеціально-професійні компетенції (КСП);
- функціонально-професійні компетенції (КФП).

Нижче наведено скорочений зміст структурних блоків професійних компонентів, що в сукупності утворюють інтегровану модель професійної компетентності дизайнера-освіти.

Одним із головних завдань запропонованої моделі, на думку автора, є розроблення сучасних науково-методичних комплексів навчальних дисциплін професійного циклу, удосконалення навчальних планів у рамках проблем, пов'язаних із Болонським процесом, з урахуванням перспектив розвитку дизайну; удосконалення змісту навчання, розроблення нових форм та методів навчання за цим напрямом підготовки, а також сучасних засобів оціночного аналізу наявного рівня професійної підготовки на ринку освітніх послуг.

Алгоритм графоаналітичного методу оцінювання становлення професійної компетентності дизайнера за функціональними компонентами передбачає оцінювання рівня сформованості найбільш значущих із професійного погляду компетенцій дизайнера інтер'єру. Зауважимо, що перелік соціально-особистісних, інструментальних, загальнонаукових компетенцій наведено в методичних рекомендаціях МОН з розроблення складових галузевих стандартів вищої освіти 2013 р.

Наведемо перелік *професійних компетенцій* за цим напрямом (табл. Д7.1–Д7.2).

¹ Чирчик С. Оптимізаційна модель «Інтеграл компетентності дизайнера» // Вища шк. — 2014. — № 2 (116).

8. Українська наука в європейському «дзеркалі»: необхідна післямова / Лілія Гриневич, Максим Стріха // ZN,UA. — 2017. — №1 (297). — 13 січня.
9. At COP21, the world agreed to increase emissions [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://climateandcapitalism.com/2015/12/13/cop21-world-agrees-to-increase-emissions>.
10. Ісаєнко В. Освіта сталого розвитку: виклики сьогодення / В. Ісаєнко // Освіта України. — 2015. — 26 жовтня (№ 43). — С. 11.
11. Концепція інноваційного розвитку Національного авіаційного Університету [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://nau.edu.ua/site/variables/news/2017/12/КОНЦЕПЦІЯ%202017_11.pdf.
12. Каліта П. Україна і четверта промислова революція: загроза та можливості / Петро Каліта // Дзеркало тижня. — 2016. — №43–44, 19 листопада.
13. Листопад О. Тенденції розвитку європейського університету в контексті широкої інноваційної стратегії / Листопад Олена // Вища освіта України. — 2011. — №4. — С. 88–94. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vou_2011_4_17.
14. Каліта П. Три ключові проблеми української економіки / Петро Каліта // ZN,UA. — 2017. — №15 (311). — 27 квітня.
15. Стратегія ЄЕК ООН з освіти в інтересах сталого розвитку. Вільнюс, 2005 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.unesco.org/fileadmin/DAM/env/documents/2005/ser/ac.13/ser.ac.13.2005.3.rev.1.r.pdf>.



Таблиця Д7.1

**Перелік професійних компетенцій за напрямом «дизайн інтер'єру»:
Блоки КЗП та КСП**

Компетенція	
Професійні компетенції	
Загальнопрофесійні (блок КЗП)	КЗП
Здатність застосовувати арсенал засобів образотворчого мистецтва: рисунок, колір, пластику, композицію, техніку і технологію для художнього перетворення навколишнього середовища	КЗП-01
Здатність самокритично оцінювати свої творчі здобутки, постійно поповнювати знання, підвищувати професійний рівень	КЗП-02
Здатність викладати дисципліни мистецького напрямку із застосуванням психолого-педагогічних знань	КЗП-03
Здатність застосовувати основні методи аналізу, опису, порівняння, класифікації, оцінювання творів мистецтва та дизайнерських розробок	КЗП-04
Здатність організувати роботу відповідно до вимог безпеки життєдіяльності й охорони праці у галузі	КЗП-05
Здатність використовувати інформаційні технології для розв'язання експериментальних і практичних завдань у галузі професійної діяльності	КЗП-06
Здатність до ділових комунікацій у професійній сфері, володіння основами ділового спілкування, навичками роботи в команді	КЗП-07
Здатність вільно спілкуватися на професійні теми з використанням професійної термінології та графічних засобів	КЗП-08
Здатність засвоювати й адаптувати наукові та культурні досягнення світової цивілізації до власної проектної діяльності	КЗП-09
Здатність застосовувати знання з основ наукових досліджень для планування, організації та проведення наукових досліджень у галузі мистецтва і дизайну	КЗП-10
Здатність застосовувати знання з основ наукових досліджень для планування, організації та проведення наукових досліджень у галузі педагогіки	КЗП-11
Розуміння значення формування художньої культури особистості у вихованні молодого покоління	КЗП-12
Здатність точно і стисло формулювати результати науково-прикладних досліджень із використанням специфічної для мистецької галузі термінології	КЗП-13
Розуміння суті закономірностей процесу відображення навколишнього середовища через призму власного світогляду	КЗП-14
Здатність застосовувати у професійній діяльності знань права на об'єкти інтелектуальної власності	КЗП-15
Знання основних положень, ідей, принципів Болонської декларації і застосування їх у практиці викладання мистецьких дисциплін	КЗП-16

Продовження табл. Д7.1

Компетенція	
Професійна компетенція	
Спеціалізовано-професійні (Блок КСП)	КСП
Здатність засвоювати й адаптувати наукові та культурні досягнення світової цивілізації до традицій національної культури і розвивати національні традиції в дизайні	КСП-01
Здатність самокритично оцінювати свої творчі здобутки, постійно поповнювати знання, підвищувати професійний рівень дизайнера	КСП-02
Здатність планувати етапи розробки та реалізації складних дизайнерських проектів	КСП-03
Глибоке розуміння концептуальних основ сучасного мистецтва і дизайну з погляду їх естетичної сутності	КСП-04
Здатність самостійно чи у співавторстві створювати дизайнерські розробки об'єктів предметно-просторового середовища різноманітної складності з використанням сучасних технічних засобів	КСП-05
Здатність до моніторингу ринку та обґрунтування дизайнерських пропозицій щодо формування та розвитку предметно-просторового середовища	КСП-06
Здатність готувати технічну й супровідну проектну документацію за темою дизайн-розробки	КСП-07
Здатність до генерації інноваційних ідей у дизайні на основі інтеграції знань та практичних навичок з різних видів мистецтв, традиційних технік і новітніх технологій	КСП-08
Здатність застосовувати арсенал засобів образотворчого мистецтва: рисунок, колір, пластику, композицію, техніку і технологію для розробки дизайн-проектів	КСП-09
Здатність застосовувати знання й уявлення про основні закономірності та сучасні досягнення світового і національного дизайну та вміння їх використовувати для розв'язання професійних завдань	КСП-10
Здатність застосовувати знання й уміння в галузі комп'ютерних технологій для вирішення завдань у професійній площині	КСП-11
Уміння здійснювати пошук, систематизацію, аналіз та узагальнення наукової інформації та практичних розробок у сфері дизайну	КСП-12
Здатність координувати роботу з розробки та реалізації дизайнерського проекту як самостійно, так і у творчому колективі	КСП-13
Здатність передбачати та ініціювати тенденції у проектуванні предметно-просторового середовища	КСП-14
Здатність оформляти дизайн-проекти та звіти про проектні та науково-дослідні роботи з дотриманням вимог чинних стандартів	КСП-15
Здатність планувати, організовувати і проводити презентації дизайн-проектів	КСП-16

Закінчення табл. Д7.1

Компетенція	
Професійна компетенція	
Здатність застосовувати сучасні уявлення про філософські основи дизайну у професійній діяльності	КСП-17
Готовність здійснювати пошук та втілювати інноваційні художньо-технологічні рішення й адаптувати їх до умов конкретної реальної проєктної ситуації	КСП-18
Здатність формулювати, аргументувати, візуалізувати та реалізувати авторську ідею при створенні дизайн-проєктів об'єктів різної складності	КСП-19
Здатність аналізувати та застосовувати функціональні, об'ємно-планувальні та художньо-стилістичні засади формування об'єктів предметно-просторового середовища	КСП-20
Здатність прогнозувати тенденції розвитку сучасного дизайну	КСП-21

Таблиця Д7.2

Складові компетентності випускника за напрямом «дизайн інтер'єру» (блок КФП)

Назва виробничої функції	Назва типового завдання діяльності	Функціональний модуль змісту вміння (Блок КФП)	Шифр компетентції (КЗП+КСП)
Дослідницька	Дослідження історичних тенденцій, окремих етапів розвитку дизайну та умов створення об'єктів мистецтва та дизайну	Аналізувати найдавніші зразки матеріальної праукраїнської культури, а також елементи облаштування інтер'єрів, меблювання, внутрішнього та архітектурного декору античної доби, доби середньовіччя, основних стилістичних елементів європейських інтер'єрів XVII—XVIII ст. (бароко, рококо, класицизм, ампір) Аналізувати особливості еволюції просторових рішень в образотворчому мистецтві, виявляти образно-стилістичні характеристики художнього об'єкта Аналізувати елементи облаштування інтер'єрів, меблювання, внутрішнього та архітектурного декору в тенденціях історизму Досліджувати історико-культурологічні аспекти семантики та символіки кольору Досліджувати на практиці композиційні основи та тектонічні особливості ордерної архітектури Аналізувати окремі етапи розвитку дизайну, виявляти фактори, що вплинули на формування цього виду художньо-проєктної діяльності Орієнтуватися в розмаїтті мистецьких явищ давнього світу тощо Встановлювати зв'язки між художньо-образним рішенням твору та релігійними, філософсько-естетичною, етичною думками	КЗП-02, КЗП-04, КЗП-08, КЗП-10, КЗП-13, КЗП-14, КСП-04, КСП-12 КЗП-02, КЗП-04, КЗП-08, КЗП-10, КЗП-13, КЗП-14, КСП-04, КСП-12 КЗП-02, КЗП-04, КЗП-08, КЗП-10, КЗП-13, КЗП-14, КСП-12 КЗП-02, КЗП-04, КЗП-10, КЗП-13, КЗП-14, КСП-12 КЗП-02, КЗП-04, КЗП-10, КЗП-13, КЗП-14, КСП-12 КЗП-02, КЗП-04, КЗП-08, КЗП-10, КЗП-13, КЗП-14, КСП-12 КЗП-02, КЗП-04, КЗП-10, КЗП-13, КЗП-14, КСП-12 КЗП-02, КЗП-04, КЗП-10, КЗП-13, КЗП-14, КСП-12 КЗП-02, КЗП-04, КЗП-10, КЗП-13, КЗП-14, КСП-12 КЗП-02, КЗП-04, КЗП-10, КЗП-13, КЗП-14, КСП-12

Назва виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Функціональний модуль змісту вміння (Блок КФП)	Шифр компетенції (КЗП+КСП)
Аналітична	Аналіз прогресивного досвіду створення середовища об'єктів та об'єктів візуальних комунікацій	Визначати засоби художньої виразності та принципи формоутворення, притаманні українським митцям	КЗП-04, КЗП-14, КСП-01, КСП-04, КСП-10, КСП-20
		Аналізувати зразки сучасного дизайну з погляду стилістики	КЗП-04, КЗП-14, КСП-01, КСП-04, КСП-10, КСП-20
		Аналізувати принципи формоутворення знаково-символічних образів	КЗП-04, КЗП-14, КСП-01, КСП-04, КСП-10, КСП-20
		Аналізувати сучасні тенденції та напрями розроблення мейблів	КЗП-01, КЗП-04, КЗП-14, КСП-01, КСП-04, КСП-10, КСП-20
		Виявляти тенденції розвитку сучасного дизайну	КЗП-04, КЗП-14, КСП-01, КСП-04, КСП-10, КСП-20, КСП-21
		Орієнтуватися у напрямках, стилях і видах декоративно-прикладного мистецтва	КЗП-04, КЗП-14, КСП-04, КСП-20
		Досліджувати новітні елементи графічної подачі проєктів дизайну предметно-просторового середовища	КЗП-04, КЗП-06, ІСЗП-10, КЗП-14, КСП-04, КСП-07, КСП-09, КСП-10, КСП-11, КСП-12, КСП-17, КСП-18, КСП-20, КСП-21

Назва виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Функціональний модуль змісту вміння (Блок КФП)	Шифр компетенції (КЗП+КСП)
Експертна	Експертна оцінка вимог створення дизайн-об'єктів та забезпечення єдності естетичних та функціональних якостей	Досліджувати методологію проєктування об'єктів предметно-просторового середовища в країнах Західної Європи	КЗП-04, КЗП-10, КЗП-14, КСП-04, КСП-07, КСП-09, КСП-10, КСП-11, КСП-12, КСП-17, КСП-18, КСП-20
		Аналізувати особливості формування об'єктів предметно-просторового середовища в сучасному архітектурному середовищі	КЗП-04, КЗП-08, КЗП-09, КСП-01, КСП-03, КСП-04, КСП-05, КСП-06, КСП-20
		Робити аналіз аналогів та дизайн-концепцій вирішення виставкового об'єкта	КЗП-04, КЗП-08, КЗП-09, КСП-01, КСП-03, КСП-04, КСП-05, КСП-06, КСП-20
		Визначати особливості складових елементів інтер'єру	КЗП-04, КСП-03, КСП-04, КСП-06
		Аналізувати принципи побудови структури та способи порціонування графічної композиції	КЗП-01, КЗП-04, КЗП-08, КЗП-14, КСП-09
		Виявляти основні категорії площинної композиції, такі як статика, динаміка, простір, об'єм, деформація	КЗП-01, КЗП-08, КСП-09
		Орієнтуватись у формах та способах пластичного рішення площинної композиції	КЗП-01, КЗП-08, КСП-09
		Проводити аналіз композиційної структури	КЗП-01, КЗП-08, КСП-09
		Аналізувати проєктну ситуацію для підготовки необхідної передпроєктної документації	КЗП-01, КЗП-06, КЗП-08, КЗП-09, КЗП-14, КСП-03, КСП-04, КСП-05, КСП-06, КСП-07, КСП-09, КСП-12, КСП-15, КСП-18, КСП-19
		Аналізувати об'єми скульптурні форми з погляду конструктивно-площинних, пропорційних, пластичних знань	КЗП-04, КЗП-14, КСП-04

Продовження табл. Д7.2

Назва виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Функціональний модуль змісту вміння (Блок КФП)	Шифр компетенції (КЗП+КСП)
		Виявляти особливості об'єкту або об'єкту побудови архітектурного об'єкта в контексті природного оточення або міського середовища	КЗП-01, КЗП-04, КЗП-09, КЗП-14, КСП-03, КСП-04, КСП-09, КСП-10, КСП-12, КСП-18, КСП-20, КСП-21
		Робити композиційний аналіз, виявляти домінуючі, акцентні, елементи, що повторюються, простежувати тектоніку будівлі, особливості застосування матеріалів	КЗП-01, КЗП-04, КЗП-14, КСП-01, КСП-03, КСП-04, КСП-07, КСП-10, КСП-12, КСП-18
		Збирати, обробляти, аналізувати систематизувати науково-технічну інформацію з наукових, історичних та літературних джерел	КЗП-04, КЗП-10, КЗП-13, КЗП-14, КСП-04, КСП-10, КСП-12, КСП-18
		Аналізувати кліматичні умови проектування середовища об'єкта та обирати ефективні рішення	КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-06, КСП-09, КСП-10
		Формулювати головні проєктні проблеми, які необхідно вирішити у процесі проектування об'єкта	КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-06, КСП-10
		Аналізувати та формалізувати характер образу композиції з огляду на функціональне та естетичне значення	КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-06, КСП-10
		Обґрунтувати та доводити доречність і необхідність застосування дизайнерських технологій у процесі проектування предметно-просторового середовища	КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-06, КСП-10
		Враховувати антропометричні, гігієнічні, психофізіологічні і психологічні показники для створення ергономічного дизайну об'єкта	КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-06, КСП-10
Соціально-аналітична	Експертна оцінка вимог безпеки життєдіяльності та екологічної культури	Аналізувати та оцінювати небезпечні ситуації, ефективно оцінювати середовище перебування стосовно особистої безпеки, безпеки колективу, самостійно приймати рішення про вжиття термінових заходів у разі виникнення екстремальних ситуацій	КЗП-05

Продовження табл. Д7.2

Назва виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Функціональний модуль змісту вміння (Блок КФП)	Шифр компетенції (КЗП+КСП)
		Оцінювати обставини, що виникають унаслідок стихійного лиха та аварій, приймати відповідні рішення щодо їх ліквідації	КЗП-05
		Аналізувати психофізіологічні особливості людини та їх роль у забезпеченні особистої безпеки, розробляти і впроваджувати систему заходів, спрямованих на збереження здоров'я людини та її гармонійний розвиток, визначити вимоги законодавчих актів у межах особистої та колективної відповідальності	КЗП-05
		Аналізувати вплив антропогенних факторів на навколишнє середовище	КЗП-05
		Здійснювати заходи щодо самозахисту і захисту персоналу від наслідків стихійного лиха та застосування сучасної зброї, ефективно надавати першу медичну допомогу в екстремальних ситуаціях собі та іншим потерпілим	КЗП-05
Прогностична	Вивчення і формування нових соціальних та естетичних запитів	Виявляти точки перетину образотворчого мистецтва та промисловості Аналізувати основні бізнес-стратегії з метою опанування їх у сучасному бізнесі Здійснювати аналіз ефективності реклами в середовищі Формулювати та обґрунтовувати проблеми, притаманні об'єктам майбутньої розробки в контексті покращення їх дизайнерських та ергономічних показників Визначати та обґрунтовувати стратегію, напрямки подальшої дизайнерської розробки Визначити місце та роль меблів у життєдіяльності людини	КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-06 КСП-06 КСП-06 КСП-06 КЗП-14, КСП-04, КСП-06 КЗП-14, КСП-04, КСП-06 КЗП-04, КЗП-14, КСП-04, КСП-06

Назва виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Функціональний модуль змісту вміння (Блок КФП)	Шифр компетенції (КЗП+КСП)
Образотворча	Формування проєктних пропозицій з урахуванням сучасних тенденцій та новітніх технологій у створенні дизайн-об'єктів	Розробляти композиції на основі стилізованих елементів у двовимірному та тривимірному просторі методами комбінаторних конструкцій Застосовувати закони композиції в об'ємі Враховувати ергономічні аспекти проєктування меблів Враховувати вплив різних форм організації нашого життя на принципи архітектурно-дизайнерських рішень Використовувати технології створення декоративних елементів для інтер'єрів Розробляти малі архітектурні форми, при попередньому аналізі опорної стилістики дизайну об'єкта, визначення елементів, що характеризують заданий стиль Проектувати та створювати малі архітектурні форми в дизайн-інтер'єру Розробляти актуальну та конкурентоспроможну концепцію дизайну Розробляти дизайн-проекти виставкових стендів сучасними техніко-графічними методами Використовувати досвід дизайн-проектування країн Західної Європи Користуватися композиційними прийомами озеленення інтер'єрів	КЗП-01, КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-08, КСП-09, КСП-10, КСП-11 КЗП-01, КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-08, КСП-09 КЗП-06, ІСЗП-09, КСП-03 КЗП-05, КЗП-14, КСП-06 КЗП-01, ІСЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-08, КСП-09 КЗП-01, КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-05, КСП-06, КСП-08, КСП-09, КСП-10 КЗП-01, ІСЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-08, КСП-09 КЗП-01, ІСЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-05, КСП-06, КСП-08, КСП-09, КСП-10 КЗП-01, КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-08, КСП-09, КСП-20 КЗП-01, КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-08, КСП-09

Назва виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Функціональний модуль змісту вміння (Блок КФП)	Шифр компетенції (КЗП+КСП)
Технологічна	Забезпечення деталі проробки та необхідного ступеня опрацювання об'єкта на кожній стадії проєктування	Підпорядковувати дрібні деталі цілісному враженню за допомогою засобів художньої виразності Використовувати прийоми скульптурного ліплення Використовувати в ліпленні різновиди рельєфу та пластики Відтворювати і відчувати кольорову гаму Добирати ефективні засоби для створення дизайн-пропозиції щодо композиційно-пластичного та кольорофактурного рішення завдання Забезпечувати поглиблену проробку об'єкта Розробляти композиції на задану тему для їх подальшого втілення у пластичному матеріалі Готувати та попередньо обробляти пластичний матеріал для подальшого використання при ліпленні Формувати складові проєкту інтер'єру з детального розробкою деталей інтер'єру Розробляти конструктивні вирішення меблевих виробів та елементів з'єднання Аналізувати плани будівель та споруд	ІСЗП-01, КЗП-14, КСП-04, КСП-08, КСП-09 КЗП-01, КЗП-14, КСП-04, КСП-09 КЗП-01, КЗП-14, КСП-04, КСП-09 КЗП-01, КЗП-14, ІССП-04, КСП-09 КЗП-01, КЗП-14, КСП-04, КСП-09 КЗП-01, КЗП-14, КСП-04, ІССП-04, КСП-09 КЗП-01, ІСЗП-14, КСП-04, ІССП-09 КЗП-01, КЗП-05, ІСЗП-14, КСП-04, КСП-05, КСП-06, ІССП-08, КСП-09, ІССП-10 ІСЗП-01, КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-05, КСП-06, КСП-08, КСП-09, КСП-10 ІСЗП-01, КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-05, КСП-06, КСП-08, КСП-09, КСП-10 ІСЗП-01, КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-05, КСП-06, КСП-08, КСП-09, КСП-10

Продовження табл. Д7.2

Назва виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Функціональний модуль змісту вміння (Блок КФП)	Шифр компетенції (КЗП+КСП)
		Розробляти елементи фірмового стилю для об'єкта проектування	КЗП-01, КЗП-14, КСП-04, КСП-09
		Забезпечувати поглиблену проробку проекту в графічному варіанті та об'ємному рішенні ескізних варіантів об'єктів проектування	КЗП-01, КЗП-14, КСП-04, КСП-09
		Забезпечувати редагування властивостей остаточної дизайн-рішень за визначеними моделями об'єкта проектування у вигляді ілюстративного матеріалу	КЗП-01, КЗП-14, КСП-04, КСП-09
Організаційна	Планування часу і послідовності процесу виконання проєктного завдання, контроль за термінами та якістю виконання	Орієнтуватися в основних документах законодавства, посадових інструкціях, структурі проєктної організації або майстерні, плані робіт, зв'язках між структурними підрозділами, між організацією-проєктувальником та вищими органами й організаціями-виконавцями	КЗП-05, КЗП-15, КСП-03, КСП-05, КСП-06
		Готувати необхідну передпроектну документацію після аналізу проєктної ситуації	КЗП-05, КЗП-15, КСП-03, КСП-05, КСП-06, КСП-07
		Планувати основні етапи розроблення та реалізації проєкту	КЗП-01, КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-05, КСП-06, КСП-08, КСП-09, КСП-10
		Використовувати отримані знання для просування власного дизайнерського бренду на ринок індустрії дизайну	КЗП-05, КЗП-15, КСП-03, ІССП-05, КСП-06, КСП-07
		Здійснювати заходи щодо самозахисту і захисту персоналу від наслідків стихійного лиха та застосування сучасної зброї, ефективно надавати першу медичну допомогу в екстремальних ситуаціях собі та іншим потерпілим	КЗП-05

Продовження табл. Д7.2

Назва виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Функціональний модуль змісту вміння (Блок КФП)	Шифр компетенції (КЗП+КСП)
		Оформлювати проєктну документацію згідно з чинними європейськими стандартами та сучасними українськими нормативами	КЗП-05, КЗП-15, КСП-03, КСП-05
	Забезпечення якості виконання проєктної документації згідно з чинними стандартами архітектурно-будівельної галузі	Розраховувати на основі нормативів та стандартів кількість мешканців відповідно до поверхневості будівлі, визначати кількість людей, які мешкають за місцем розробки, аналізувати їх вікове розподілення та потреби у функціональних зонах прибудинкової території	КЗП-01, КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-05, КСП-06, КСП-08, КСП-09, КСП-10
		Враховувати антропометричні ознаки тіла людини при проектуванні дизайн-об'єкта	КЗП-01, КЗП-06, КСП-07, КСП-09
		Точно дотримуватись вимог нормативної документації щодо проектування об'єктів предметно-просторового середовища	КЗП-05, КЗП-15, КСП-03, КСП-05
		Проектувати предметно-просторове середовище відповідно до нормативних та художньо-естетичних вимог	КЗП-01, КЗП-05, КЗП-14, КСП-04, КСП-05, КСП-06, КСП-08, КСП-09, КСП-10
		Складати відповідні таблиці та схеми	КЗП-05, КЗП-15, КСП-03, КСП-05
		Узагальнювати та підпорядковувати загальні характеристики навколишнього середовища та його складові	ІСЗП-05, ІСЗП-15, КСП-03, КСП-05
		Враховувати вимоги нормативної літератури щодо факторів та умов формування міського середовища	КЗП-05, КЗП-15, КСП-03, КСП-05
		Враховувати ергономічні вимоги щодо формування предметно-просторового середовища	КЗП-05, КЗП-15, КСП-03, КСП-05

Назва виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Функціональний модуль змісту вміння (Блок КФП)	Шифр компетенції (КЗП+КСП)
		Візуально визначати пропорційні співвідношення між зображуваними частинами обличчя	КЗП-01, КСП-04, КСП-09
		Враховувати індивідуально-психологічні відмінності під час малювання голови натурника	КЗП-01, КСП-04, КСП-09
		Підпорядкувати деталі моделювання цілісному враженню	КЗП-01, КСП-04, КСП-09
		Дотримуватися правил виконання лінійно-конструктивної побудови малюнка половини фігури людини	КЗП-01, КСП-04, КСП-09
		Виявляти об'єм засобами світлотіні, дотримуючись суворої методичної послідовності будови зображення	КЗП-01, КСП-04, КСП-09
		Визначати конструктивні пропорції тіла людини під одягом та зв'язок одягу з пластичною формою людини	КЗП-01, КСП-04, КСП-09
		Виявляти конструктивно-структурні, пропорційні і динамічні закономірності фігури людини	КЗП-01, КСП-04, КСП-09
		Відтворювати ритм, загальний рух та характерні пропорції фігур у взаємодії	КЗП-01, КСП-04, КСП-09
		Визначати характер руху та виявляти цілісність живої рухомої фігури	КЗП-01, КСП-04, КСП-09

**ОГЛЯД СИНЕРГЕТИЧНИХ МЕХАНІЗМІВ СПРИЯННЯ
СТАЛОМУ ІННОВАЦІЙНОМУ РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА
ЗАСОБАМИ НОВОЇ ОСВІТНЬОЇ МЕТОДОЛОГІЇ
(УЗАГАЛЬНЮВАЛЬНИЙ ПІДХІД)**

Реалізація законодавчо визначеного, євроінтеграційного принципу сприяння сталому розвитку суспільства має відбуватись на засадах нової освітньої методології, адекватної синергетичної методології сталого розвитку як мегаметодології сталого розвитку методології соціо-природної цілісності спільносвіту; збалансованої, когерентної інтеграції інтелектуального, інноваційного та природного потенціалів сталого розвитку соціоприродного суспільства. Це методологія нової синергетичної освіти сталого розвитку, для якої характерним є міждисциплінарний компетентнісний та інноваційний підходи, що функціонують у системно-синергетичній цілісності та взаємодоповненості для різних моделей самоорганізації процесів навчання і розвитку особистості¹. Саме така модель синергетичної освіти і відповідно системно-синергетична методологія розглядаються в навчальному посібнику В. С. Білуса «Синергетика і самоорганізація в економічній діяльності»².

На рис. Д8.1 зображена концептуальна трикомпонентна модель нової синергетичної освітньої мегаметодології як динамічного поєднання у синергетичній взаємодії міждисциплінарного, компетентнісного та інноваційного методологічних підходів з утворенням цілісної методологічної системи синергетичної освіти, орієнтованої на сприяння сталому інноваційному розвитку суспільства з синергетичними механізмами саморозвитку, самовдосконалення у процесі навчання протягом життя, неперервного продукування та оновлення знань. За своєю взаємною конвергенційною сутністю нова освітня синергетична методологія — це методологія нооперетворень у всіх сферах життєдіяльності, інституціях нового для України соціоприродного суспільства знань, суспільства сталого інтелектуального (ноосферного) розвитку.

Концептуальна модель нової синергетичної освітньої методології (рис. Д8.1) є характерною для сучасної професійної освіти, орієнтованої на глобальний інноваційний імператив, що складається з головних цілей сталого розвитку на період до 2030 року, вимог Паризької кліма-

¹ Стратегія СЕК ООН з освіти для сталого розвитку. Вільнюс, 2005.

² Білус В.С. Синергетика і самоорганізація в економічній діяльності : навч. посібник. — К. : КНЕУ, 2007.

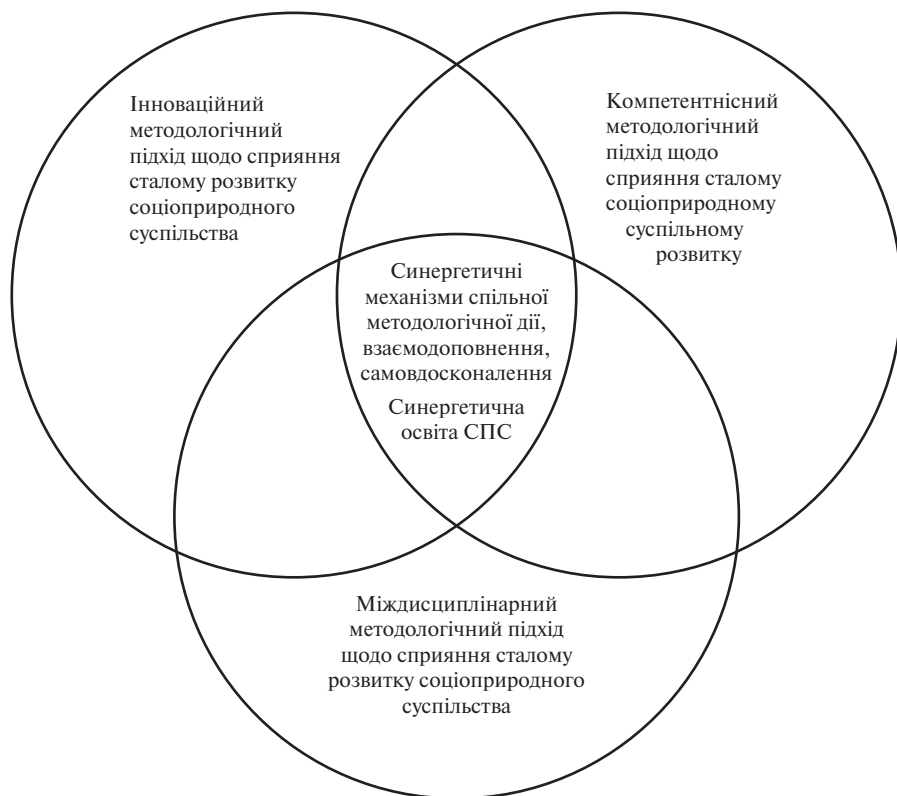


Рис. Д8.1. Концептуальна модель нової освітньої методології сприяння сталому інноваційному розвитку соціоприродного суспільства

тичної угоди на період до 2050 року та тенденцій стрімкого поширення інноваційних моделей четвертої промислової революції з 5-м та 6-м технологічними укладами на цифрових платформах.

Це освітня синергетична методологія суспільства знань та ноопетворень, нарощення інтелектуального потенціалу. Розглянемо концептуально її системні базові складові: інноваційний компетентнісний та міждисциплінарний підходи до сприяння засобами синергетичної освіти протягом життя сталому розвитку СПС та синергетичні механізми світоглядної цілісності методологічних підходів; самоорганізації процесів розвитку креативного та системно синергетичного мислення; саморозвиток навичок неперервного навчання, оновлення знань, компетенцій; цільової когерентності (узгодженості) методологічних

підходів (цілі сталого розвитку); методологічної інтегрованості; багатостороннього партнерства; синергетичні методи навчання.

Інноваційний методологічний підхід. Правові засади визначені в Законі України «Про вищу освіту», а саме:

— інноваційна інтеграція систем, зокрема методологічних, освіти, науки, бізнесу та держави (єдина інноваційна система синергетичної методології сталого розвитку);

— інноваційна інтеграція процесів навчання і розвитку як базового принципу Європейської освітньої стратегії;

— створення спільних інноваційних розробок, структур на базі дослідницьких ЗВО та синергетичної методології сталого розвитку (інноваційні кластери, індустріальні парки тощо).

Компетентнісний методологічний підхід. Компетентність визначена в Законі України «Про вищу освіту» та Європейському освітньому просторі як результат навчання, а якість вищої освіти характеризується рівнем компетентності. В основі методології компетентнісного підходу покладено процес формування та функціональної оптимізації інтегрованої (синергетичної) моделі компетентності, що складається з профільних професійних компетенцій, зокрема міждисциплінарних. Рівні компетентності, як якість освіти, пропонується визначати із застосуванням методу графоаналітичного моделювання становлення професійної компетентності за функціональними компонентами¹.

Міждисциплінарний методологічний підхід. Визначений у Стратегії СЕК ООН з освіти для сталого розвитку, як підхід, що ґрунтується на спільному розгляді багатьох дисциплін на єдиній основі: цільовій, тематичній². Акцентується на взаємозв'язку між різними поглядами.

Застосування міждисциплінарного підходу характерно для навчально-практичного методу роботи над проектом з орієнтацією на розв'язання проблем сталого інноваційного розвитку, коли необхідно провести міждисциплінарні дослідження синергетичних взаємозв'язків між теорією і практикою, проблемами різного спрямування: екологічними, економічними, соціальними, технологічними.

Синергетичні механізми спільної реалізації методологічних підходів у системній методологічній цілісності синергетичної освіти СПС показані на рис. Д8.1.

¹ Чирчик С. Оптимізаційна модель «Інтеграл компетентності дизайнера». Вища шк. — 2014. — № 2 (116).

² Стратегія СЕК ООН з освіти для сталого розвитку. Вільнюс, 2005.

Світоглядна цілісність ґрунтується на розумінні методологічної ролі освіти як рушійної сили якісних змін у суспільстві, налагодженні синергетичних зв'язків між навчанням протягом життя та нарощенні інтелектуального й інноваційного потенціалів сталого розвитку СПС, його ноосферного середовища.

Самоорганізація процесів розвитку креативного та системно-синергетичного мислення особистості є методологічною передумовою формування, підготовки фахівців інноваційної формації, компетентності; одержання конкурентоспроможного людського ресурсу¹. Саморозвиток навичок неперервного навчання оновлення знань особистості являє собою базову складову формування європейської моделі інтегрованої компетентності зі складовою компетенцією навчання протягом життя; системно-синергетичну передумову переходу на освіту протягом життя.

Цільова когерентність методологічних підходів орієнтована на спільні цілі, проблеми сталого розвитку; створення інноваційних систем управління знаннями в суспільстві знань, досягнення узгодженості попиту на знання та їх пропозицію.

Методологічна інтегрованість систем формальної та неформальної освіти, складових систем дуальної освіти; процесів, методів навчання і практичної діяльності спрямована на системно-синергетичні перетворення всіх підходів і сфер, що відображають збалансованість, а не лише часткові зміни. Інтеграція передбачає збільшення орієнтації освітньої діяльності на міждисциплінарні та трансдисциплінарні дослідження синергетичних взаємозв'язків між предметами, дисциплінами, процесами та проблемами.

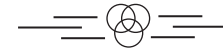
Багатостороннє партнерство між суб'єктами та об'єктами навчання, що ґрунтується на спільних цілях та підходах до бачення проблем.

Синергетичні механізми самоорганізація та саморозвиток, когерентність, інтеграційність, системність, збалансованість, світоглядна цілісність, синергетичні методи навчання.

Синергетичні методи навчання — це поєднання, спільна дія різних освітніх технологій на цифровій основі з продукціонуванням нових знань із випередженням темпів розвитку під впливом четвертої промислової революції та переважанням розвитку компетенцій когнітивних, системних здібностей, розв'язання складних проблем, концептуального моделювання, передбачення тенденцій; здібностей до постійної адаптації та набуття нових навичок засобами Інтернет-самоосвіти.

¹ Білоус В.С. Синергетика і самоорганізація в економічній діяльності : навч. посібник. — К. : КНЕУ, 2007.

На думку Клауса Шваба, головним спротивом для більш «рішучого» поширення нових випереджальних освітніх методологій, технологій, систем є нерозуміння тенденцій проривних змін, відсутність кореляції між освітніми та інноваційними стратегіями, тиск фактора прибутковості (споживацької філософії)¹.



¹ Чирчик С. Оптимізаційна модель «Інтеграл компетентності дизайнера». Вища шк. — 2014. — № 2 (116).

Навчальне видання

ІСАЄНКО Володимир Миколайович
БАБІКОВА Катерина Олександрівна
САТАЛКІН Юрій Миколайович
РОМАНОВ Микола Сергійович

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

Підручник

*Друге видання,
актуалізоване на принципах
сприяння сталому інноваційному розвитку
та засадах синергетичного
і компетентнісного підходів*

За загальною редакцією
доктора біологічних наук, професора В. М. Ісаєнка

Відповідальний за видання *Л. В. Акіндєєв*
Редактори *Н. М. Гурович, Р. М. Шultzженко, Л. М. Дудченко, З. О. Остап'юк*
Технічний редактор *А. І. Лавринович*
Коректори *Л. М. Романова, О. О. Крусь*

Підп. до друку 21.10.2019 р. Формат 60x84/16. Папір офс.
Ум. друк. арк. 26,27. Обл.-вид. арк. 28,25.
Тираж 50 прим. Замовлення № _____ -1

Видавець і виготівник
Національний авіаційний університет
03680, м. Київ-58, просп. Космонавта Комарова, 1,
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002