

Національний транспортний університет
Міністерство освіти і науки України
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

БАРАБАШ ОЛЕНА ВАСИЛІВНА

УДК 504.064.3:574.2:65.012.32

ДИСЕРТАЦІЯ

**НАУКОВІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ БІОТЕСТУВАННЯ
ТА БІОІНДИКАЦІЇ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ
БЕЗПЕКОЮ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ**

21.06.01 – екологічна безпека
Галузь знань – технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ О. В. Барабаш

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий консультант Хрутьба Вікторія Олександрівна докт.техн.наук, професор

КИЇВ – 2020

АНОТАЦІЯ

Барабаш О. В. Наукові основи застосування методів біотестування та біоіндикації в системах управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Національний транспортний університет Міністерства освіти і науки України, Київ, 2021.

Захист дисертації відбудеться на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.880.01 Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Київ, 2021.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної проблеми створення наукових основ застосування методів біотестування та біоіндикації в системах управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.

В результаті проведення комплексу теоретичних і експериментальних досліджень у дисертації запропоновано та обґрунтовано нові наукові положення, висновки та рекомендації, які дозволяють визначати та підвищувати рівень екологічної безпеки та організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання для розвитку систем управління екологічною безпекою із застосуванням методів біотестування та біоіндикації як додаткових інструментів під час комплексного моніторингу запропонованими методами визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності систем екологічного управління та вибору типу СЕУ за ефективністю функціонування.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовані ідея, мета і завдання досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації, структуру і обсяг роботи.

Перший розділ присвячений огляду й аналізу літературних праць вітчизняних і закордонних вчених щодо становлення концепції збалансованого розвитку, шляхів підвищення екологічної безпеки та необхідності застосування інструментів та механізмів для контролювання та зменшення впливу діяльності СГ на стан природних компонентів довкілля.

За результатами аналізу стану навколишнього середовища виявлено проблеми взаємовідносин екологічних і соціально-економічних систем та встановлено, що одним із небезпечних чинників для реалізації екологічно орієнтованих економічних інтересів розвитку України є низький рівень екологічної безпеки суб'єктів господарювання, що приводить до великих екологічних збитків, пов'язаних із суттєвим забрудненням природних компонентів довкілля. Встановлено, що керівництво суб'єктів господарювання не враховує світовий досвід щодо особливостей упровадження СЕУ через направлені організаційні зміни діяльності, можливості застосування комплексу методів для проведення моніторингових досліджень для оцінювання ефективності функціонування СЕУ. Відсутність методів контролю екологічної діяльності СГ унеможливорює розвиток системи екологічного управління та приводить до підвищення рівня екологічної небезпеки підприємств та організацій й погіршення стану природних компонентів довкілля. Викладене вище дало підставу для визначення **ідеї роботи**, яка полягає у припущенні, що застосування методів біотестування та біоіндикації, як додаткових інструментів моніторингових досліджень під час розроблення, впровадження та функціонування СЕУ, дасть змогу отримувати інформацію про стан природних компонентів довкілля в межах впливу суб'єктів господарювання та визначати їх рівень ЕБ.

У **другому** розділі запропоновано загальну методологію дисертаційного дослідження, методи та методики проведення досліджень, які передбачали застосування як теоретичних так і експериментальних методів, зокрема системний аналіз; математичне моделювання; методи біоіндикації та біотестування; розрахункові; хімічні та фізико-хімічні методи тощо. Приведені відомості про об'єкти та методи досліджень, що виконані в роботі. Описані методи відбору проб та методики біоіндикаційних досліджень та біотестування для визначення ступеня токсичності, збереження та відновлення стану природних компонентів довкілля на основі реакції-відповіді біоіндикаторів та тест-об'єктів. Розглянуто методики інвентаризації джерел викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря СГ. Проведено системний аналіз СЕУ для встановлення комплексу параметрів регулювання та керування процесами, що позначаються на загальному рівні організаційних змін діяльності

та рівні ЕБ СГ в результаті впровадження СЕУ. За допомогою програмного забезпечення *MATLAB* та *Process Modeler* сформовано системну модель СЕУ суб'єктів господарювання, яка включає підсистеми «середовище суб'єкту господарювання», «організаційна структура та лідерство», «планування», «підтримування СЕУ», «виробництво» і дозволяє встановити вхідні та вихідні параметри відповідних процесів функціонування для визначення методів оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою СГ. Описано метод нечіткого моделювання, за допомогою якого проведено оцінку ефективності управлінських рішень для визначення організаційних змін діяльності СГ та визначення типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування. Описано метод кластеризації інформації, який дозволяє провести візуалізацію рівня розвитку функціонуючих систем управління екологічною безпекою СГ.

У **третьому** розділі проведено дослідження структури, процесів, форми та механізму організації діяльності СГ під час організаційних змін діяльності пов'язаних із розробкою, впровадженням та функціонуванням СЕУ. Встановлено, що механізм забезпечення таких змін полягає у постійному контролі та поліпшуванні запропонованих показників: екологічної результативності, ефективності управління та екологічної дієвості. На основі проведених теоретичних досліджень розроблено структурну модель контексту системи «Суб'єкт господарювання» та її трьох підсистем – «Внутрішнє середовище», «Зовнішні стейкхолдери» та «Довкілля». Розкрито взаємозв'язки між елементами підсистем, які суттєво впливають на ефективність функціонування СЕУ. Встановлення того, що всі організаційні зміни діяльності в системі «Суб'єкт господарювання» потребують використання управлінських підходів, дозволило розробити процедури вибору та застосування управлінських підходів для кожного етапу розробки, впровадження та функціонування СЕУ.

Запропоновано методологію оцінки рівня розвитку систем управління екологічною безпекою СГ, яка заснована на поєднанні запропонованих методів, а саме: визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ та вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування.

У **четвертому** розділі за результатами інвентаризації забруднювальних речовин, що надходять в атмосферне повітря внаслідок діяльності СГ та на основі експериментальних досліджень із застосуванням методів біоіндикації та

біотестування встановлено залежність між реакцією-відповіддю чутливих індикаторів, скороченням викидів в атмосферне повітря токсичних сполук та станом природних компонентів довкілля до та після впровадження СЕУ.

Виявлено, що рівень некротичних ушкоджень тканин вегетативних органів *Tilia cordata* Mill. є інформативним показником скорочення потужності викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря СГ. Зменшення викидів в атмосферне повітря СГ від 2 до 10% позначається покращенням стану ґрунтового покриву, підземних вод, якості протікання процесів розвитку та життєздатності *T. cordata* на 12–37%. Експериментально доведено залежність між некротичними пошкодженнями й хлорозами хвої *Pinus sylvestris* L. та викидами в атмосферне повітря СГ сполук із вмістом азоту, сірки, хлору та фреонів. Скорочення викидів хлористого водню, сполук азоту та сірки після впровадження СЕУ на 18%, привело до зменшення некротичних пошкоджень тканин вегетативних органів *P. sylvestris* від 5 до 23%. Доведено залежність між пиловим забрудненням листкових пластинок *T. cordata*, станом їх розвитку та викидами речовин у вигляді суспендованих твердих частинок (ТЧ) недиференційованих за складом до та після впровадження СЕУ в межах санітарно-захисної зони досліджуваних СГ. Встановлено, що в результаті організаційних змін діяльності СГ відбулось скорочення викидів ТЧ в атмосферне повітря від 3 до 21%, що позначилось на вегетативному розвитку *T. cordata* збільшенням площі листкових пластинок від 4,3 до 5,72 см² та зменшенням їх пилового забруднення від 31 до 53%. Експериментально визначено, що скорочення потужності викидів забруднювальних речовин СГ в результаті впровадження СЕУ від 11 до 24% приводить до зменшення проявів дестабілізації *Betula pendula* Roth., які відбуваються під час онтогенезу в результаті деформації взаємодії між організмом та навколишнім середовищем внаслідок техногенного тиску, що позначається на рівні флуктуаційної асиметрії змінами її значень з критичного рівня до середнього. Експериментально доведено, що рівень токсичності ґрунту, внаслідок його кумулятивного ефекту, залежить від рівня токсичності атмосферних опадів. Встановлено, що зменшення викидів сполук металів на 35% внаслідок виконання екологічної програми СЕУ досліджуваних СГ, приводить до зменшення рівня токсичності атмосферних опадів на 73%, а ґрунтів на 62%, що зміщує показник рН в бік нейтрального

середовища та оптимізує проростання *Lepidium sativum L.* на всіх стадіях онтогенезу. Експериментально підтверджено, що тест-об'єкт *Daphnia magna Straus.* має високий ступінь чутливості до забруднення природних та штучних водойм повільного водообміну. Визначено, що ступінь токсичності водойм м. Києва, які знаходяться на рівновіддаленій відстані від досліджуваних СГ характеризується як помірно токсична.

У п'ятому розділі на основі апріорної та статистичної інформації СГ сформовано методику для визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ. Базовими параметрами, що покладено до системи розрахунків є нормування динаміки зміни значень показників за період спостереження: до та після впровадження СЕУ СГ. За результатами дослідження окремих одиничних чинників сформовано групи об'єднувальних показників, які дозволили визначити групові показники екологічної результативності, ефективності управління та екологічної дієвості СЕУ. За результатами проведених теоретичних та експериментальних досліджень сформовано математичну модель розрахунку комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ із врахуванням вагомості групових показників, що дозволило враховувати вплив діяльності СГ на довкілля та визначити їх рівень екологічної безпеки. Сформовано алгоритм нечіткого виведення значень лінгвістичних змінних з використанням різних функцій належності та лінгвістичних правил їх розрахунку, використовуючи сучасні комп'ютерні засоби та продукти, а саме пакет *MatLab*. Проведено декомпозицію структурного графу визначення рівня організаційних змін діяльності СГ, що дозволило сформулювати та провести дослідження ієрархічних дерев логічного виведення на всіх рівнях дослідження системи для визначення типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування. Проаналізовано та розглянуто систему показників для моделювання типу СЕУ за ефективністю функціонування для СГ з n -входами та одним виходом. Сформовано три типи моделей СЕУ за ефективністю функціонування – *Environmentally hot*, *Environmentally cold*, *Environmentally soft*, що дало змогу СГ визначати рівень проведених необхідних організаційних змін діяльності та при необхідності застосувати точкові коригувальні дії у підсистемах системи «Суб'єкт господарювання».

У шостому розділі проведено експериментальний та обчислювальний експеримент для десяти суб'єктів господарювання, які здійснюють свою діяльність у різних адміністративно-територіальних районах м. Києва для визначення комплексного критерію екологічної діяльності СЕУ. За результатами теоретичних та експериментальних досліджень було встановлено, що значення об'єднувальних показників, які входять до розрахунку групових показників екологічної результативності, ефективності управління та екологічної дієвості змінюються від 0,47, що є показником бездіяльності або мінімального управлінського внеску, до 1, що свідчить про високий рівень контролю екологічної діяльності СЕУ.

За результатами проведених обчислень отримано значення комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління (*SEM*), що дало змогу визначити рівень екологічної безпеки СГ. Найвищий рівень ЕБ, який забезпечується контролем екологічної діяльності СЕУ, має СГ, що здійснює свою діяльність у Дарницькому районі (0,802), що на 34% більше від рівня екологічної безпеки підприємства Подільського району (0,599).

Для експериментальної перевірки запропонованого методу вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування було змодельовано рівень організаційних змін діяльності для дослідних суб'єктів господарювання. Встановлено, що три суб'єкти господарювання складають тип СЕУ *Environmentally hot* і характеризуються рівнем організаційних змін діяльності в межах від 74,6 до 77,1%. П'ять суб'єктів господарювання склали групу з *Environmentally soft* типом СЕУ за рівнем організаційних змін діяльності від 30,2 до 50,0%. Найнижчий рівень організаційних змін діяльності, що вимагає невідкладного втручання в процеси управління відзначено у трьох суб'єктів господарювання з *Environmentally cold* типом СЕУ.

За допомогою методу кластеризації за принципом «найближчого сусіда» та застосувавши агломеративний ієрархічний алгоритм класифікації, для узагальнення отриманих результатів визначено три кластери рівня розвитку систем управління екологічною безпекою СГ відповідно до рівня організаційних змін та контролю екологічної діяльності СЕУ:

– перший кластер (оптимальний рівень розвитку системи управління екологічною безпекою) – суб’єкти господарювання, що здійснюють свою діяльність у Голосіївському, Дарницькому та Деснянському районах;

– другий кластер (середній рівень розвитку системи управління екологічною безпекою) – суб’єкти господарювання, що здійснюють свою діяльність у Оболонському, Шевченківському та Солом’янському районах;

– третій кластер (мінімальний рівень розвитку системи управління екологічною безпекою) – СГ, що здійснюють свою діяльність у Дніпровському, Печерському, Подільському та Святошинському районах.

Встановлено, що найбільший кластер складають СГ, рівень розвитку системи управління екологічною безпекою яких має критичний характер і вимагає негайного втручання та коригування управлінських рішень.

Отже, застосування інновацій як в організаційній діяльності суб’єктів господарювання так і під час контролю екологічної діяльності СЕУ впливають на рівень розвитку їх систем управління екологічною безпекою.

Ключові слова: екологічна безпека, система екологічного управління, ефективність функціонування, екологічна дієвість, організаційні зміни діяльності, природні компоненти довкілля, біоіндикація, біотестування.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Varabash O. V. Evaluation of bottle water quality in well room complexes of Kyiv. Ecology and human health: monograph / O. V. Varabash, Czestochova. 2018. P. 121–131.
2. Барабаш О. В. Оцінювання ефективності функціонування систем екологічного управління суб’єктів господарювання. / О. В. Барабаш, Київ. 2020. 236 с.

Статті, які входять до наукометричних баз даних та до фахових видань України

3. Барабаш О. В., Рубежняк І. Г., Ковальова О. В. Оцінка забруднення урбанізованих екосистем. *Вісник Національного транспортного університету*. 2009. Вип. 18. С. 147–151. *Авторці належить аналіз показників, що оцінюють ефект одночасної дії декількох речовин, які знаходяться в атмосферному повітрі, на рослинні організми залежно від відстані до джерела забруднення.*

4. Барабаш О. В., Бойко Т. І. Ідентифікація екологічних аспектів та створення екологічної політики для автотранспортного підприємства. *Вісник Національного транспортного університету*. 2010. Вип. 20. С. 71–74. Авторка брала участь у проведенні попереднього аналізу діяльності підприємства та ідентифікації суттєвих екологічних аспектів впливу на стан довкілля.
5. Барабаш О. В., Солодка Ю. В. Оцінка інтенсивності забруднення снігового покриву придорожньої зони м. Києва як показник забруднення атмосферного повітря. *Вісник Національного транспортного університету*. 2011. Вип. 22. С. 46–52. Авторці належить встановлення залежності між просторовим розподілом забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та наявністю їх у сніговому покриві як депонуючому середовищі для визначення ступеня впливу діяльності підприємств на стан навколишнього середовища.
6. Барабаш О. В., Рубежняк І. Г. Крес-салат (*Lepidium sativum* L.) як фітоіндикатор вмісту іонів важких металів у депонованих середовищах повітря-сніг. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2012. С. 131–134. Авторка брала участь у проведенні експериментальних досліджень щодо наявності важких металів у зразках та визначенні їх впливу на морфометричні показники тест-об'єктів.
7. Барабаш О. В., Кобзиста О. П. Аудит як ефективний інструмент екологічної діяльності підприємств харчової галузі. *Вісник Національного транспортного університету*. 2013. Вип. 27. С. 350–358. Автору належить добувач ідентифікація екологічних аспектів та впливу діяльності підприємства на стан довкілля, визначення етапів проведення екологічного аудиту та запропоновані заходи щодо покращення екологічної діяльності.
8. Барабаш О. В. Оцінка рівня екологічної безпеки водних об'єктів м. Києва. *Вісник Національного транспортного університету*. 2014. Вип. 30 (1). С. 31–38.
9. Барабаш О. В., Титикало Я. А. Досвід впровадження системи екологічного менеджменту підприємства. *Вісник Національного транспортного університету*. 2015. Вип. 2 (32). С. 352–361. Авторці належить розроблення шляхів оптимізації впровадження системи екологічного менеджменту за допомогою керівних принципів Вінтера.
10. Барабаш О. В., Виноградова Д. О. Екологічний моніторинг забруднення ґрунтів з використанням біологічних тест-об'єктів. *Вісник Національного*

транспортного університету. 2015. Вип. 2(32). С. 342–351. Авторці належить проведення та обробка експериментальних досліджень щодо оцінки токсичності ґрунтів, відібраних у різних районах м. Києва.

11. Varabash O. V. Combination of approaches of management for effective introduction and functioning of the environmental management system. *Acta Carpatica*. 2015. 24. P. 81–88.

12. Varabash O. V. Bioindication estimation of urban ecosystems pollution in Kyiv. *Acta Carpatica*. 2016. 25–26. P. 105–112.

13. Барабаш О. В., Корнієнко Д. В., Антонюк М. В. Розробка системи екологічного менеджменту для підприємств промислового комплексу як механізм сталого розвитку регіону. *Правничий вісник університету «КРОК»*. 2017. Вип. 29. С. 166–172. Авторці належить встановлення залежності зменшення впливу діяльності підприємств промислового комплексу шляхом впровадження систем екологічного менеджменту на розвиток регіону.

14. Барабаш О. В., Вознюк Я. Ю. Екологічний слід як індикатор природного капіталу екосистем. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2018. № 1(20). С. 109–114. Авторці належить проведення обчислення екологічного дефіциту та природного капіталу екосистем регіону.

15. Барабаш О. В. Впровадження системи екологічного менеджменту на підприємствах як інструмент забезпечення екологічної безпеки агломерацій. *Shipbuilding & marine infrastructure*. 2018. Вип. 2 (10). С. 222–227.

16. Барабаш О. В. Ефективність системи екологічного менеджменту як індикатор екологічної безпеки агломерацій. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2018. Вип. 4 (23). С. 14–19.

17. Барабаш О. В., Кухтик Н. О. Розробка системи екологічного менеджменту на підприємствах хімічної промисловості як основа сталого розвитку. *Scientific letters of academic society of Michal Baludansky*. 2018. 6, 2A. P. 29–33. Авторка брала участь у проведенні попереднього екологічного аналізу та ідентифікації екологічних аспектів діяльності підприємства хімічної галузі.

18. Varabash O. V., Lozova T. M., Kozlova T. A. Assessment of the urban environment quality in Kyiv. *Acta Carpatica*. 2018. 27. P. 5–11. Авторці належить обробка експериментальних даних щодо залежності стабільності розвитку

морфологічних структур деревних насаджень від екологічної діяльності підприємств, що розташовані на прилеглий території.

19. Барабаш О. В., Лозова Т. М., Козлова Т. А. Оцінка інтенсивності антропогенного впливу за рівнем флуктуаційної асиметрії морфологічних структур. *Біологія та екологія*. 2018. Т.4, № 1. С. 66–73. *Авторці належить обробка експериментальних даних для оцінювання якості середовища за реакцією-відповіддю організмів у період індивідуального розвитку.*

20. Барабаш О. В. Оцінка рівня екологічної безпеки урбоекосистем за станом атмосферного повітря. *Екологічна безпека та природокористування*. Вип. 3 (31). 2019. С. 57–63.

21. Барабаш О. В. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря методом дендроіндикації. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. Вип. 4 (27). 2019. С. 102–108.

22. Varabash O. V., Khrutba V. O. Assessment of atmospheric air pollution level in Kyiv. *Environmental problems*. Vol. 4, № 3, 2019. P. 156–160. *Авторці належить обробка експериментальних досліджень щодо встановлення залежності зміни пилового забруднення та морфологічних параметрів вегетативних органів *T. cordata* Mill. на відстані від джерела пилоутворення.*

23. Барабаш О. В. Оцінка ступеня токсичності поверхневих вод м. Києва. *Екологічна безпека. Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*. 2019. №2 (28). С. 31–37.

24. Барабаш О. В. Особливості моделей впровадження та функціонування системи екологічного управління на промислових підприємствах. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. Вип. 1 (475). 2019. С. 237–242.

25. Барабаш О. В. Визначення контексту підприємства для впровадження екологічно дієвої системи екологічного управління. *Shipbuilding & marine infrastructure*. № 2 (12). 2019. С. 42–47.

26. Varabash O. V. Ecological hazard assessment of the atmospheric air at the urban ecosystem by the state of the deposit environment. *Вісник авіаційного університету*. 2019. Т. 81, № 4. С. 57–63.

27. Барабаш О. В. Сучасний стан впровадження та функціонування систем екологічного управління суб'єктів господарювання в Україні та світі. *Збірник*

наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Вип. 2 (476). 2019. С. 67–72.

28. Барабаш О. В. Оцінка екологічної небезпеки атмосферного повітря урбоекосистеми за станом депонуючого середовища. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*. 2019. № 1(20). С. 71–78.

29. Барабаш О. В. Удосконалення організації діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження системи екологічного управління. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. Вип. 4 (28). 2020. С.135–140

30. Хрутьба В. О., Барабаш О. В., Зюзюн В. І., Невєдров Д. С. Застосування біомоніторингу для виявлення небезпек в проектах критичної інфраструктури. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія «Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами». 2020. № 2. С. 71–77. Авторці належить обробка експериментальних досліджень щодо встановлення наявності некротичних пошкоджень вегетативних органів *P. sylvestris L.* залежно від відстані до об'єктів критичної інфраструктури.

31. Barabash O., Weigang G. Mathematical Modeling of the Summarizing Index for the Biosystems Status as a Tool to Control the Functioning of the Environmental Management System at Business Entities. *Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020)*. 2020. Vol. 1265. P.56–66. **Scopus**. Авторка брала участь у формуванні методики визначення групового показника екологічної дієвості СЕУ (ЕЕ), що базується на системі узагальнювальних індикаторів.

32. Хрутьба В. О., Барабаш О. В., Невєдров Д. С., Зюзюн В. І. Формування системи критеріїв оцінки впливу на довкілля в проектах будівництва та реконструкції об'єктів критичної інфраструктури. *Вісник Національного транспортного університету*. Серія «Технічні науки». Вип. 1 (46). 2020. С.405–415. Авторці належить формування та деталізація критерію «техногенне середовище» для оцінювання впливу на довкілля в проектах будівництва та реконструкції об'єктів КІ.

Підручники та навчальні посібники

33. Дмитриченко М. Ф, Дмитрієв М. М, Матейчик В. П., Гутаревич Ю. Ф., Грищук О. К., Хрутьба В. О., Кобзиста О. П., Барабаш О. В., Гусєв Г. Ф., Рутковська І. А., Ляковський В. П., Крюковська Л. І., Горідько Н. М., Боціон А. П., Никонович С. О. Екологічний менеджмент : навч. посібник. Київ : НТУ.

2010. 193 с. *Авторці належить формування розділу екологічно-правового регулювання впровадження системи екологічного менеджменту.*

34. Барабаш О. В. Біоіндикація. Словник-довідник. К. : НТУ. 2017. 97с.

Публікації в матеріалах конференцій

35. Старікова Т. В., Барабаш О. В., Рубежняк І. Г. Вміст цинку та міді в рослинних зразках берези звичайної на ділянці Броварського проспекту м. Києва. *Актуальні проблеми життєдіяльності суспільства: тези всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів. (Кременчук, 9–10 квітня 2009 р.). Кременчук. 2009. С. 174–175. Авторці належить аналіз показників для оцінки ефекту одночасної дії декількох речовин, що знаходяться в атмосферному повітрі на рослинні організми.*

36. Бойко Т. І., Барабаш О. В. Ідентифікація екологічних аспектів та створення екологічної політики для автотранспортного підприємства. Наука. Молодь. Екологія – 2010: тези VI всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених. (Житомир, 26–28 травня 2010 р.). Житомир. 2010. С. 200–203. *Авторкою сформульовано ідею, проблему та методика досліджень, узагальнено результати досліджень, складено висновки.*

37. Барабаш О. В., Бойко Т. І. Розробка програми менеджменту навколишнього середовища автотранспортного підприємства. *LXVI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. (Київ, 12–14 травня 2010 р.). Київ: НТУ, 2010. С. 92–93. Авторці належить розробка програми менеджменту навколишнього середовища автотранспортного підприємства.*

38. Барабаш О. В., Стахнюк І. Л. Екологічний аудит ЗАТ «Линовицький цукровий завод «Красний». *LXVII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. (Київ, 11–13 травня 2011 р.). Київ: НТУ, 2011. С. 80–81. Авторкою сформульовано програму екологічного аудиту для ЗАТ «Линовицький цукровий завод «Красний».*

39. Барабаш О. В., Солодка Ю. В. Оцінка інтенсивності забруднення снігового покриву придорожньої зони м. Києва як показник забруднення атмосферного повітря: тези доповідей науково-практичної конференції, приуроченої 100-річчю з дня народження Юрія Юркевича. (Київ, 28 січня 2011 р.). Київ, 2011. С. 24–25.

Авторці належить розробка алгоритму експрес-оцінювання інтенсивності забруднення снігового покриву придорожньої зони м. Києва.

40. Барабаш О. В., Роздобудько Л. В. Оцінка ступеня забруднення снігового покриву поблизу автомобільних магістралей м. Києва. *Екологія та екологічна освіта: тези І всеукраїнської студентської наукової конференції.* (Київ, 2011 р.). Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2011. С.28–29. *Авторка брала участь у проведенні лабораторних досліджень снігового покриву відібраного поблизу автомобільних магістралей м. Києва.*

41. Барабаш О. В., Гнаповська О. О. Структурно-функціональні зміни рослинності в умовах техногенного забруднення. *LXVIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.* (Київ, 16–18 травня 2012 р.). Київ: НТУ, 2012. С. 93–94. *Авторкою сформульовано алгоритм дослідження структурно-функціональних змін рослинності в умовах техногенного забруднення.*

42. Барабаш О. В., Кашка І. О. Розробка системи екологічного менеджменту для ПРАТ «А/т тютюнова компанія «ВАТ-Прилуки». *LXIX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.* (Київ, 23–25 квітня 2013). К. : НТУ, 2013. С. 94. *Авторці належить проведення попереднього екологічного аналізу ПРАТ «А/т тютюнова компанія «ВАТ-Прилуки».*

43. Барабаш О. В., Ковтун Т. О. Моніторинг якості середовища як система попередження змін стану рослинних об'єктів. *LXX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.* (Київ, 14–16 травня 2014 р.). Київ: НТУ, 2014. С. 84. *Авторкою обґрунтовано результати розрахунків для визначення стабільності розвитку рослинних організмів.*

44. Барабаш О. В., Титикало Я. А. Розробка моделі планування та екологічної стратегії на основі керівних принципів СЕМ для ПОСП «Уманський тепличний комбінат». *LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.* (Київ, 16–18 травня 2012). К. : НТУ, 2015. С. 100.

Авторці належить дослідження щодо можливості застосування моделі Вінтера на підприємствах України для впровадження СЕМ.

45. Барабаш О. В., Галанюк І. І. Удосконалення процесів впровадження системи екологічного менеджменту на основі європейського досвіду. *LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.* (Київ, 11–13 травня 2016). К.: НТУ, 2016. С. 84–85. *Авторка брала участь у дослідженні європейського досвіду застосування стратегічних інструментів управління для впровадження системи екологічного управління.*

46. Барабаш О. В., Індутний Є. Г. HRM підприємства в період впровадження та функціонування системи екологічного менеджменту. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.* (Київ, 17–19 травня 2017). К. : НТУ, 2017. С. 101. *Авторці належить дослідження застосування мотиваційного підходу до управління на підприємствах на всіх етапах впровадження системи екологічного менеджменту.*

47. Барабаш О. В., Козлова Т. А. Оцінка токсичності водного середовища за допомогою тест-культур. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.* (Київ, 16–18 травня 2018). К. : НТУ, 2018. С. 106. *Авторці належить обробка експериментальних досліджень щодо визначення ступеня токсичності аналізованих водних об'єктів м. Києва.*

48. Барабаш О. В., Карпушева М. Г. Нормативно-правові аспекти захисту екосистем та розвитку екологічної мережі України. *Екологічні засади збалансованого регіонального розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Івано-Франківськ, 10–11 травня 2016 р.).* Івано-Франківськ, 2016. С. 91–93. *Авторка брала участь у дослідженні проблем законодавства щодо розвитку екологічної мережі України.*

49. Барабаш О. В. Аналіз підходів впровадження системи екологічного менеджменту. *Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції (Дрогобич, 12–14 жовтня 2016р.).* Дрогобич, 2016. С. 12–13.

50. Барабаш Е. В. Мотивационный подход как эффективный инструмент результативной системы экологического менеджмента автотранспортного предприятия. *Наука – образованию, производству, экономике: тезисы XV Международной научно-технической конференции*. Минск. 2017. С. 97–98.
51. Барабаш О. В., Хрутьба В. О. Оцінка рівня екологічної безпеки урбоєкосистем за стабільністю розвитку деревних насаджень. *Проблеми екологічної безпеки: праці XVII міжнародної науково-технічної конференції (Кременчук, 2–4 жовтня 2019 р.)*. Кременчук. 2019. С. 208–212. *Авторці належить обробка експериментальних досліджень щодо визначення флуктуацій деревних насаджень адміністративних районів м. Києва*.
52. Барабаш О. В., Хрутьба В. О. Оцінка пилового забруднення атмосферного повітря м. Києва: праці VII всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю (Вінниця, 25–27 вересня 2019 р.). Вінниця. 2019. С. 110–111. *Авторці належить обробка експериментальних досліджень щодо визначення пилового забруднення атмосферного повітря адміністративних районів м. Києва*.
53. Барабаш О. В. Покращення системи екологічного моніторингу для комплексної оцінки стану компонентів урбоєкосистеми. *Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку / ТЕБ-2019: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції*. (Ірпінь, 04–15 листопада 2019 р.). Ірпінь. 2019. С. 187–190.
54. Barabash O., Weigang G. Mathematical Modeling of the Summarizing Index for the Biosystems Status as a Tool to Control the Functioning of the Environmental Management System at Business Entities. *Mathematical modeling and simulacion of systems Mods'2020: XV International scientific-practical conference*. (Chernihiv, 29 June, 1 July, 2020). Chernihiv. 2020. P. 11. *Авторкою сформульовано методуку визначення групового показника екологічної дієвості СЕУ (ЕЕ)*.

Свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір

55. Літературний письмовий твір наукового характеру «Екологічний менеджмент: посібник». Дмитриченко М. Ф., Дмитрієв М. М., Матейчик В. П., Гутаревич Ю. Ф., Грищук О. К., Хрутьба В. О., Кобзиста О. П., Барабаш О. В., Гусєв Г. Ф., Рутковська І. А., Ляковський В. П., Крюковська Л. І.,

Горідько Н. М., Боціон А. П., Никонович С. О. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на службовий твір №34049 від 12.07.2010.

56. Літературний письмовий твір наукового характеру «Система критеріїв оцінки впливу на довкілля в проектах будівництва та реконструкції об'єктів критичної інфраструктури». В. О. Хрутьба, В. І. Зюзюн, О. В. Барабаш, О. В. Спасіченко, Д. С. Невєдров. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 96544 від 06.03.2020.

57. Літературний письмовий твір наукового характеру «Моделювання контексту системи «Суб'єкт господарювання». Барабаш О. В. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на службовий твір № 96543 від 06.03.2020.

ABSTRACT

Barabash O. V. Scientific basis for the application of biotesting and bioindication methods in environmental management systems of economic entities. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for a degree Doctor of Technical Sciences in specialty 21.06.01 – Environmental Safety. – National Transport University Ministry of education and science of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation will be defended at a meeting of the specialized academic council D 26.880.01 of the State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to the solution of the current scientific and technical problem of creating scientific bases for the application of bioindication and biotesting methods in environmental management systems of economic entities (EE).

As a result of a set of theoretical and experimental studies, new scientific provisions, conclusions and recommendations allowing to determine and increase the level of environmental safety and organizational changes in economic entities providing the development of environmental safety management systems using biotesting and bioindication methods, additional tools during complex monitoring using the proposed methods for defining complex criterion of ecological activity control within environmental management systems (EMS) and a choice of EMS type by functioning efficiency were proposed and substantiated in the dissertation.

The **introduction** substantiates the relevance of the dissertation, formulates the idea, purpose and objectives of the study, determines the scientific novelty and practical utility of the results, provides the information on the personal contribution of the external doctoral candidate, evaluation of the dissertation results, structure and scope of work.

The **first** chapter is devoted to the review and analysis of literary works of domestic and foreign scientists on the concept of sustainable development, ways to improve environmental safety and the need to use tools and mechanisms controlling and reducing the impact of EEs on the natural components of the environment.

According to the analysis results for the state of the environment, the problems of the relationship between ecological and socio-economic systems are revealed and it is established that one of the dangerous factors for the implementation of ecologically oriented economic interests of Ukraine's development is the low level of ecological safety at economic entities associated with significant pollution of natural components of the environment. It is established that the management of economic entities does not take into account the world experience on the features of the EMS implementation through targeted organizational changes, the possibility of applying a set of methods for monitoring studies to assess the EMS effectiveness. The lack of methods for controlling the EE environmental activities makes it impossible to develop an environmental management system and leads to an increase in the level of environmental hazards of enterprises and organizations and the deterioration of the natural components of the environment. The above gave rise to the **idea of the study**, which is based on the assumption that the use of biotesting and bioindication methods as additional tools for monitoring research in the EMS development, implementation and operation will provide information on the state of natural components of the environment within the EE sphere of influence and determine their ES (environmental safety) level.

The **second** chapter provides a general methodology of dissertation research, research methods and techniques, which involved the use of both theoretical and experimental methods, including system analysis; mathematical modeling; bioindication and biotesting methods; calculation; chemical and physicochemical methods, etc. The chapter provides information about the objects and research methods performed in the work. Sampling methods and methods of bioindication and biotesting

research for determining the degree of toxicity, preservation and restoration of natural components of the environment based on the response of bioindicators and test objects are described. Methods of inventory for the EE sources of pollutants emissions into the atmospheric air are considered. The system analysis of EMS is carried out to establish a complex of parameters for the adjustment and management of processes affecting the general level of organizational changes in the activity and ES level at the EE as a result of EMS implementation. A system model of EMS for economic entities, which includes subsystems «economic entity environment», «organizational structure and leadership», «planning», «EMS support», «production» and allows to establish the input and output parameters of the relevant operating processes to determine methods for assessing the level of development for environmental safety management systems at the EE, is created using *MATLAB* and *Process Modeler* software. The method of fuzzy modeling, which allowed to carry out the estimation of the administrative decisions efficiency for definition of organizational changes in the EE activity and definition of EMS model type based on the functioning efficiency, is described. The method of information clustering is described, which allows to visualize the level of development for the functioning systems in environmental safety management at the EE.

The **third** chapter examines the structure, processes, form and mechanism of EE arrangement during the organizational changes related to the EMS development, implementation and operation. It is established that the mechanism for ensuring such changes is to constantly monitor and improve the proposed indicators: environmental performance, management efficiency and environmental efficiency. Based on the conducted theoretical research, a structural model of the context for the “Economic Entity” system and its three subsystems – “Internal Environment”, “External Stakeholders” and “Environment” was developed. The interrelationships between the subsystems elements significantly affecting the EMS efficiency are revealed. Establishing that all organizational changes in the Economic Entity system require the use of management approaches has led to the development of procedures for the selection and application of management approaches for each stage of the EMS development, implementation and operation.

A methodology for assessing the level of EMS development at the EE, which is based on a combination of the proposed methods, namely: determining a

comprehensive criterion for monitoring the EMS environmental performance and choosing the EMS model type by its efficiency, is proposed.

In the **fourth** chapter, the relationship between reaction-response of sensitive indicators, reduction of toxic compounds emissions and the state of natural components and after the EMS introduction was established based on the inventory results for the pollutants entering the air as a result of EE activity and based on the experimental studies using bioindication and biotesting methods.

It was found that the level of necrotic tissue damage in vegetative organs of *Tilia cordata* Mill is an informative indicator of reducing the strength of pollutant emissions into the atmosphere by an EE. Reduction of emissions by EE from 2 to 10% have positive effect on the soil cover, groundwater, quality of development and viability processes of *T. cordata* by 12–37%. The relationship between necrotic lesions and chlorosis of *Pinus sylvestris* L. needles and emissions of compounds containing nitrogen, sulfur, chlorine and CFCs into the atmosphere by EE has been experimentally proven. Reduction of hydrogen chloride, nitrogen compounds and sulfur emissions after the introduction of EMS by 18% led to a reduction in necrotic tissue damage in the vegetative organs of *P. sylvestris* from 5 to 23%. The relationship between dust contamination of *T. cordata* leaf blades, the state of their development and suspended solids emissions (PM) undifferentiated in composition before and after the EMS implementation within the sanitary protection zone of the studied EE has been proved. It was found that there was a reduction of PM emissions into the atmosphere from 3 to 21% as a result of organizational changes in the EE activity, which affected the vegetative development of *T. cordata* by increasing the area of leaf blades from 4.3 to 5.72 cm² and reducing their dust pollution from 31 up to 53%. It has been experimentally determined that the reduction of strength in pollutant emission by EE as a result of EMS implementation from 11 to 24% leads to a decrease in destabilization of *Betula pendula* Roth., which occurs during ontogenesis due to deformation of the interaction between the organism and the environment due to man-made pressure levels of fluctuation asymmetry by changing its values from the critical level to the average. It is experimentally proved that the level of soil toxicity, due to its cumulative effect, depends on the level of precipitation toxicity. It was found that the reduction of metal compounds emissions by 35% due to the environmental program of EMS at the studied EE, reduces the precipitation toxicity by 73% and soils toxicity by 62%, which shifts the pH towards a neutral and optimizes the germination of *Lepidium*

sativum L. at all stages of ontogenesis. It is experimentally confirmed that the test object *Daphnia magna Straus.* has a high degree of sensitivity to pollution in natural and artificial reservoirs with slow water exchange. It was determined that the degree of toxicity in Kyiv reservoirs, which are at an equidistant distance from the studied EE, is characterized as moderately toxic.

In the **fifth** chapter, a methodology for determining a comprehensive criterion for monitoring the environmental activities of the EMS is formed based on a priori and statistical information from the EE. The basic parameters assigned to the system of calculations are the normalization of the changes dynamics in the values of indicators for the observation period: before and after the EMS implementation at the EE. According to the results of the individual units study, groups of unifying indicators were formed, which allowed to determine the group indicators of environmental performance, management efficiency and environmental efficiency for the EMS. Based on the results of theoretical and experimental studies, a mathematical model of calculating a comprehensive criterion for monitoring the environmental activities of EMS, taking into account the importance of group indicators, which allowed to take into account the impact of EE on the environment and determine their level of environmental safety, was created. An algorithm for fuzzy derivation of linguistic variables values using various membership functions and linguistic rules of their calculation, using modern computer tools and products, namely the *MATLAB* package. Decomposition of the structural graph to determine the level of organizational changes at the EE, which allowed to form and conduct research on hierarchical inference trees at all system levels to determine the EMS model type by its efficiency. The system of indicators for the EMS model type based on the efficiency of for EE operation with n -inputs and one output is analyzed and considered. Three types of EMS models were formed by the functioning efficiency - *Environmentally hot*, *Environmentally cold*, and *Environmentally soft*, which allowed to determine the level of necessary organizational changes for EE and, if necessary, apply point corrective actions in the subsystems of the «Economic Entity» system.

In the **sixth** chapter, an experimental and computational experiment was conducted for ten economic entities operating in different administrative-territorial districts of Kyiv to determine a comprehensive criterion of EMS ecological activity. According to the results of theoretical and experimental studies, it was found that the values of the aggregate

indicators included in the calculation of environmental performance group indicators, management efficiency and environmental performance vary from 0.47, which is an indicator of inaction or minimum management contribution, to 1, indicating the high level of control for EMS ecological activity.

According to the calculations results, the value of the complex criterion of ecological activity control for the environmental management system was obtained, which allowed to determine the level of EE environmental safety. The highest level of ES, which is provided by the control of EMS ecological activity, has EE operating in Darnytskyi district (0.802), which is 34% higher than the level of environmental safety of the enterprise in Podilskyi district (0.599).

To experimentally test the proposed method of selecting the EMS model type by the efficiency of operation, the level of organizational changes in the activities of studied entities was modeled. It is established that three economic entities are *Environmentally hot* EMS type and are characterized by the level of organizational change in the range from 74.6 to 77.1%. Five economic entities formed a group with *Environmentally soft* EMS type at the level of organizational changes from 30.2 to 50.0%. The lowest level of organizational changes requiring immediate intervention in management processes was observed in three economic entities with *Environmentally cold* EMS type.

Using the method of clustering based on the principle of “nearest neighbor” and applying an agglomerative hierarchical classification algorithm, to summarize the results identified three clusters of the development level for environmental safety management systems at EE in accordance with the level of organizational change and environmental control EMS were defined:

- the first cluster (optimal level of developed environmental safety management system) - economic entities operating in Holosiivskyi, Darnytskyi and Desnianskyi districts;

- the second cluster (average level of developed environmental safety management system) - economic entities operating in Obolonskyi, Shevchenkivskyi and Solomianskyi districts;

- the third cluster (minimum level of developed environmental safety management system) - EE operating in the Dniprovsyi, Pecherskyi, Podilskyi and Sviatoshynskyi districts.

It is established that the largest cluster consists of EEs, which level of developed environmental safety management system is critical and requires immediate intervention and adjustment of management decisions.

Thus, the application of innovations, both in the organizational activities of economic entities and in the control of EMS ecological activities, affects the level of development in their environmental safety management systems.

Keywords: environmental safety, environmental management system, efficiency, environmental performance, organizational changes in activity, natural components of the environment, bioindication, biotesting.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	30
ВСТУП	31
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ	41
1.1. Становлення концепції збалансованого розвитку	41
1.2. Аналіз сучасного стану та шляхів удосконалення політики розвитку та забезпечення екологічної безпеки суб'єктів господарювання	48
1.3. Загальна характеристика та аналіз впливу діяльності суб'єктів господарювання на стан довкілля	52
1.4. Аналіз динаміки впровадження систем екологічного управління суб'єктами господарювання	61
1.5. Актуальність проблеми застосування методів біоіндикації та біотестування для визначення стану природних компонентів довкілля	70
1.6. Обґрунтування теми дисертаційної роботи.....	79
РОЗДІЛ 2 ЗАГАЛЬНА МЕТОДОЛОГІЯ ТА ВИБІР МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	84
2.1. Загальна методологія досліджень	84
2.2. Методи системного аналізу та математичного моделювання	87
2.2.1. Системний аналіз системи екологічного управління	88
2.2.2. Математичне моделювання як інструмент управління еколого-економічним функціонуванням суб'єктів господарювання.....	99
2.3. Методологія проведення експериментальних досліджень	103
2.3.1. Методи і методики відбору та аналізу проб.....	105
2.3.1.1. Відбір проб та аналіз ґрунту	106

2.3.1.2. Відбір проб та аналіз атмосферних опадів	107
2.3.1.3. Відбір проб та аналіз поверхневих вод....	108
2.3.1.4. Методики відбору рослинних і тваринних організмів	109
2.3.2. Методики експериментальних досліджень	111
2.3.2.1. Методики біоіндикаційних досліджень...	112
2.3.2.2. Методики біотестування	116
2.3.3. Інвентаризація впливу діяльності суб'єктів господарювання на стан довкілля.....	118
2.4. Методи нечіткого моделювання для вибору типу моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування.....	119
2.5. Методи кластеризації інформації як інструмент прийняття ефективних управлінських рішень.....	127
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	132
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ, МЕТОДІВ ТА ПРОЦЕДУР УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ	133
3.1. Системний підхід до організації діяльності суб'єктів господарювання для впровадження систем екологічного управління.....	133
3.2. Розробка контексту системної моделі «Суб'єкт господарювання»	140
3.2.1. Моделювання підсистеми «Внутрішнє середовище»	145
3.2.2. Моделювання підсистеми «Зовнішні стейкхолдери»	149
3.2.3. Моделювання підсистеми «Довкілля».....	151
3.3. Процедури вибору управлінських підходів на етапах впровадження систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.....	154

3.3.1. Модель вибору управлінського підходу на всіх етапах розробки та впровадження систем екологічного управління суб'єктів господарювання	155
3.3.2. Структурна модель реалізації управлінських підходів на всіх етапах впровадження систем екологічного управління суб'єктів господарювання	157
3.4. Розробка методології оцінювання розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.	167
3.4.1. Структура методології оцінювання розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання	167
3.4.2. Метод визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання	168
3.4.3. Метод оцінки вагомості групових показників комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання	178
3.4.4. Метод вибору типу моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування	184
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3	193
РОЗДІЛ 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПРИРОДНИХ КОМПОНЕНТІВ У СТРУКТУРІ КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРІЮ КОНТРОЛЮ ЕКОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ	195
4.1. Мета і програма експериментальних досліджень для визначення групового показника екологічної дієвості системи екологічного управління	195
4.2. Характеристика об'єктів експериментальних досліджень	196
4.3. Результати біоіндикаційних досліджень	200

4.3.1. Дослідження некротичних ушкоджень тканин рослинних організмів (відділ Покритонасінні)	200
4.3.2. Дослідження некротичних ушкоджень тканин рослинних організмів (відділ Голонасінні).....	204
4.3.3. Дослідження пилового забруднення атмосферного повітря	207
4.3.4. Дослідження стабільності розвитку рослинних організмів за рівнем флуктуаційної асиметрії.....	210
4.4. Біотестування.....	212
4.4.1. Дослідження рівня фітотоксичного ефекту атмосферних опадів та ґрунтового покриву	213
4.4.2. Оцінка ступеня токсичності поверхневих вод	220
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4	224
РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА КОНТРОЛЮ ЕКОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ	226
5.1. Визначення показників комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання.....	226
5.2. Нечітке моделювання організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження систем екологічного управління в пакеті MatLab	243
5.3. Аналіз показників організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання для вибору типу моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування	251
5.4. Формування бази знань для процесу нечіткого виведення типу моделей системи екологічного управління за ефективністю функціонування.....	264
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5	275
РОЗДІЛ 6 ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ РОЗВИТКУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ	278

6.1. Обґрунтування базових характеристик дослідження діяльності суб'єктів господарювання	283
6.2. Розрахунок комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання	314
6.3. Вибір типу моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування методами теорії нечітких множин	307
6.4. Оцінювання рівня розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.....	322
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6.....	329
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	332
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	335
ДОДАТКИ	375
Додаток А Список публікацій здобувача.....	376
Додаток Б Перелік забруднюючих речовин, що надходять у природні компоненти довкілля внаслідок здійснення різних видів економічної діяльності суб'єктами господарювання	382
Додаток В Перелік використаних методик для виконання робіт з інвентаризації викидів забруднюючих речовин суб'єктами господарювання	384
Додаток Г Фрагмент результатів математичної обробки експериментальних даних для визначення фітотоксичного ефекту атмосферних опадів до та після впровадження СЕУ	391
Додаток Д Шляхи потрапляння забруднюючих речовин від діяльності виробничих потужностей суб'єктів господарювання	396
Додаток Е Визначення значення групового показника екологічної результативності (ЕА)	403
Додаток Є Визначення значення групового показника ефективності управління (ЕМ)	411
Додаток Ж Визначення значення узагальнювального індикатора якості довкілля (EEq)	421

Додаток К Визначення значення узагальнювального індикатора стану біосистем (<i>EEb</i>)	432
Додаток Л Результати експериментальних досліджень (анкетування суб'єктів господарювання)	438
Додаток М Опитувальник експертів для оцінювання рівня функціонування системи екологічного управління суб'єкта господарювання.....	441
Додаток Н Акти впровадження	445

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- СГ – суб’єкт господарювання
НС – навколишнє середовище
СЕУ – система екологічного управління
ЗР – забруднюючі речовини
ООН – Організації Об’єднаних Націй
ЄС – Європейський Союз
ЕБ – екологічна безпека
НПП – Національний природний парк
ФА – флуктуаційна асиметрія
ДСТУ – Державний стандарт України
МВВ – методика виконання вимірювань
ISO - International Organization for Standardization
КНД – керівний нормативний документ
РД – робоча документація
ПЗФ – природно-заповідний фонд
КВЕД – класифікація видів економічної діяльності
ЕР – екологічна результативність
ЕД – екологічна дієвість
ГДК – гранично допустима концентрація
НП – некротичні пошкодження
СТВ – ступінь токсичності вод
НПг – некротичні пошкодження Голонасінних
НПп – некротичні пошкодження Покритонасінних
ФЕг – фітотоксичний ефект ґрунтового покриву
ФЕат – фітотоксичний ефект атмосферних опадів
СанПіН – санітарно-епідеміологічні правила і норми
СЗЗ – санітарно-захисна зона

ВСТУП

Актуальність теми. Діяльність суб'єктів господарювання, скерована лише на короткострокову економічну стратегію отримання прибутків, стала однією з причин підвищення їх рівня екологічної небезпеки, що призвело до погіршення якості та ступеня збереження й відновлення екологічних властивостей природних компонентів довкілля. Тому, в умовах зростання техногенного тиску, одним з інструментів підвищення рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання є впровадження системи екологічного управління відповідно до вимог ДСТУ ISO 14001:2015 для постійного поліпшування економічних, екологічних та соціальних показників, шляхом економії ресурсів, застосування природоохоронних технологій, підвищення кваліфікації та компетентності працівників для розширення ринків збуту продукції та послуг, збільшення прибутків від їх реалізації, а також для покращення якості довкілля. Незважаючи на закордонний досвід розроблень, постійне поліпшування систем екологічного управління та наявні наукові напрацювання вчених щодо концептуальних підходів до формування систем екологічного управління, зокрема В. Акуленка, І. Мамчука, Т. Галушкіної, Ю. Кушніра, С. Марової, В. Гассія, О. Сергієнка, О. Безбородової, Н. Вершиніна, Н. Пахомоваї, К. Ріхтера, М. Струкова, А. Хорошавіна та інших, в Україні, за даними International Organization for Standardization, показники динаміки впровадження системи екологічного управління є низькими, і лише 357 підприємств, що здійснюють діяльність у різних секторах економіки, одержали сертифікат її відповідності вимогам ДСТУ ISO 14001:2015.

Під час упровадження та функціонування СЕУ керівництво суб'єктів господарювання недостатньо уваги приділяє моніторинговим дослідженням, що негативно позначається на екологічній діяльності, рівні екологічної безпеки та організаційних змінах діяльності підприємств чи організацій. Відсутність контролю та експресних тестів на всіх етапах упровадження та функціонування СЕУ, які б надали інформацію про стан природних компонентів довкілля, ступінь збереження або відновлення їх екологічних властивостей, унеможливають вчасне проведення коригувальних заходів та призводять до невиконання зобов'язань і намірів, зазначених в екологічній політиці та програмі СЕУ, що позначається на ефективності функціонуючої системи екологічного

управління та рівні загального розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.

Тому, розвиток наукових основ забезпечення застосування методів біоіндикації та біотестування як додаткових методів моніторингу для контролю екологічної діяльності систем екологічного управління є актуальною проблемою, вирішення якої створює передумови підвищення рівня розвитку систем управління екологічною безпекою СГ.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тематика дисертаційної роботи відповідає пріоритетним напрямам розвитку науки і техніки в Україні на період до 2030 року з розділу «Існуючі проблеми та сучасний стан довкілля в Україні», Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» і стратегічним напрямом Закону України «Про основи національної безпеки України». Робота виконувалась відповідно до плану наукових досліджень кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету і є складовою НДР «Удосконалення та розробка методів екологічної безпеки та безпеки життєдіяльності» (№ ДР 0112U004448, 2013-2014 рр.), «Розроблення та удосконалення методів та способів підвищення екологічної безпеки та безпеки життєдіяльності» (№ ДР 0115U002273, 2015–2017 рр.), «Обґрунтування застосування сучасних інноваційних підходів при розробці методів та способів підвищення рівня екологічної безпеки та безпеки людини» (№ ДР 0118U001109, 2018–2019 рр.), «Розробка рекомендацій щодо удосконалення системи природоохоронних дозволів в Україні для формування концепції єдиного екологічного дозволу» (№ ДР 0119U103190, 2019 р.), а також НДР «Наукове обґрунтування забезпечення екологічної безпеки об'єктів критичної інфраструктури м. Києва, що передбачають створення механізму визначення та оцінки рівня екологічної небезпеки цих споруд» (№ ДР 0120U103856, 2020 р.), у яких здобувач брала участь як виконавець.

Ідея роботи полягає у припущенні, що застосування методів біотестування та біоіндикації, як додаткових інструментів моніторингових досліджень під час розроблення, впровадження та функціонування СЕУ, дасть змогу отримувати інформацію про стан природних компонентів довкілля в межах впливу суб'єктів господарювання та визначати їх рівень екологічної безпеки.

Мета і завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи є розроблення науково-методологічних положень, закономірностей та особливостей методів, моделей та методик вибору і застосування біотестування та біоіндикації для оцінювання стану природних компонентів довкілля щодо визначення рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання внаслідок організаційних змін діяльності під час упровадження системи екологічного управління.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- проаналізувати проблеми та сучасний стан розроблення та впровадження систем управління екологічною безпекою підприємств і організацій в Україні та світі на підставі статистичних даних щодо динаміки підтвердження відповідності встановленим вимогам ДСТУ ISO 14001:2015 суб'єктами господарювання, які здійснюють діяльність у різних галузях економіки;

- обґрунтувати методологію, методи та методики теоретичних і експериментальних досліджень та доповнити науково-методичний апарат моніторингових досліджень методиками біотестування та біоіндикації як додатковими інструментами контролю екологічної діяльності та ефективності функціонування систем управління екологічною безпекою СГ;

- провести системний аналіз системи екологічного управління та декомпозицію контексту системи «Суб'єкт господарювання» і сформулювати концептуальні моделі її підсистем;

- розробити структурну модель і процедуру вибору та застосування управлінських підходів для ефективного функціонування СЕУ;

- запропонувати показники, які визначають механізм організації діяльності суб'єктів господарювання під час упровадження системи екологічного управління;

- розробити критерії контролю екологічної діяльності СЕУ для визначення рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання та оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою;

- провести експериментальні дослідження за допомогою методів біотестування та біоіндикації для виявлення реакції-відповіді організмів на стан забруднення природних компонентів та ступінь токсичного впливу внаслідок

діяльності суб'єктів господарювання до та після впровадження систем екологічного управління;

- сформулювати метод визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ з урахуванням коефіцієнтів вагомості окремих чинників та групових показників для встановлення рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання;

- розробити систему показників, що характеризують рівень ефективності функціонування системи екологічного управління та запропонувати метод вибору типу системи екологічного управління за ефективністю функціонування в умовах невизначеності на основі теорії нечітких множин;

- розрахувати комплексний критерій контролю екологічної діяльності СЕУ з урахуванням коефіцієнтів вагомості окремих чинників та групових показників для визначення рівня екологічної безпеки СГ, що здійснюють діяльність в адміністративно-територіальних районах м. Києва;

- змодельовати рівень організаційних змін діяльності та визначити типи моделей системи екологічного управління за ефективністю функціонування для досліджуваних суб'єктів господарювання;

- визначити та оцінити рівень розвитку систем управління екологічною безпекою залежно від контролю екологічної діяльності та рівня організаційних змін діяльності СГ шляхом комп'ютерного моделювання.

Об'єкт дослідження – комплекс процесів у системах моніторингу для оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.

Предмет дослідження – експресні методи моніторингу довкілля, зокрема біоіндикація та біотестування, для оцінювання стану природних компонентів довкілля під час функціонування систем екологічного управління суб'єктів господарювання, що в сукупності забезпечують розроблення ефективних управлінських рішень у сфері екологічної безпеки.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань у дисертаційній роботі використано сучасні методи наукових досліджень: аналіз – при формулюванні наукової проблеми, узагальненні сучасних науково-технічних досягнень щодо впливу діяльності суб'єктів господарювання на природні компоненти довкілля та опрацюванні статистичних даних для

визначення динаміки впровадження та функціонування систем екологічного управління; методи біоіндикації та біотестування – для оцінювання стану природних компонентів довкілля в межах санітарно-захисної зони суб'єктів господарювання за реакцією-відповіддю – *Pinus sylvestris L.*; *Tilia cordata Mill.*; *Betula pendula Roth.* та тест-функцією – *Lepidium sativum L.*; *Daphnia magna Straus.*; фізико-хімічного аналізу – для встановлення кількісно-якісних характеристик атмосферного повітря, ґрунту, води та атмосферних опадів; системного аналізу – для аналізу системи екологічного управління та підсистем системи «Суб'єкт господарювання»; організаційно-розпорядчі – для вибору управлінського підходу на кожному етапі впровадження та функціонування системи екологічного управління; розрахунковий та математичний – для обробки результатів експериментальних досліджень; математичного та комп'ютерного моделювання – для формування комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ, розроблення системи прийняття рішень в умовах невизначеності, графічної інтерпретації та візуалізації рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.

Наукова новизна одержаних результатів:

уперше:

- створено наукові засади застосування методів біотестування та біоіндикації, як додаткового інструменту моніторингових досліджень під час розроблення, впровадження та функціонування СЕУ, що дає змогу отримувати інформацію про стан природних компонентів довкілля в межах впливу суб'єктів господарювання, визначати рівень їх екологічної безпеки та є науковою основою в обґрунтуванні організаційно-управлінських рішень для ефективного функціонування СЕУ;
- розроблено системну модель системи екологічного управління, яка включає такі підсистеми, як «середовище суб'єкта господарювання», «організаційна структура та лідерство», «планування», «підтримування СЕУ», «виробництво» і дозволяє встановити вхідні та вихідні параметри відповідних процесів функціонування для визначення методів оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання;
- на підставі теоретичних узагальнень і результатів натурних досліджень встановлено доцільність застосування методів біотестування та біоіндикації для

оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання та під час ідентифікації стану природних компонентів довкілля за реакцією-відповіддю біоіндикаторів та тест-систем на скорочення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря суб'єктами господарювання в результаті впровадження СЕУ;

– розроблено систему групових критеріїв контролю екологічної діяльності СЕУ, що включають груповий показник екологічної результативності, груповий показник ефективності управління та груповий показник екологічної дієвості (враховує узагальнювальні індикатори стану біосистем та якості довкілля) і дають можливість оцінити екологічну діяльність СЕУ, спрямовану на покращення стану природних компонентів довкілля та рівень ЕБ суб'єктів господарювання після її впровадження;

– запропоновано три типи моделей системи екологічного управління за ефективністю функціонування – *Environmentally hot*, *Environmentally cold*, *Environmentally soft*, що дає можливість суб'єктам господарювання встановлювати рівень проведених організаційних змін діяльності під час впровадження СЕУ та застосовувати точкові коригувальні дії для усунення невідповідностей у системі «Суб'єкт господарювання» та її підсистемах;

удосконалено:

– теоретико-методологічний підхід для проведення моніторингових досліджень та експериментальних випробувань під час контролю екологічної діяльності системи екологічного управління, що на відміну від існуючих створило передумови застосування методів біоіндикації та біотестування для визначення стану біосистем у межах впливу діяльності СГ;

– контекст системи «Суб'єкт господарювання» як єдність трьох підсистем – «Внутрішнє середовище», «Зовнішні стейкхолдери» та «Довкілля», що на відміну від існуючого доповнено моделями цих підсистем у взаємодії, які допомагають виявляти передумови впровадження систем екологічного управління та оцінювати рівень необхідних організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання;

– механізм організації діяльності СГ у вигляді структурної моделі застосування процедур на п'яти етапах розроблення, впровадження та функціонування СЕУ, що на відміну від існуючого включає контролювання

показників екологічної результативності, екологічної дієвості та ефективності управління, а також дозволяє вийти за межі процесного підходу, скориставшись комбінацією управлінських підходів для власної траєкторії функціонування й розвитку системи управління ЕБ СГ;

набуло подальшого розвитку:

– теоретико-методологічне оцінювання вибору та застосування комплексу управлінських підходів для кожного етапу впровадження та функціонування СЕУ, що на відміну від класичного процесного підходу оптимізувало процеси у підсистемі «Внутрішнє середовище» із застосуванням мотиваційного підходу та дозволило створити умови для розроблення процедур швидкого реагування на виявлені невідповідності у підсистемах «Довкілля» та «Внутрішні стейкхолдери» шляхом прийняття ефективних управлінських рішень на основі ситуаційного та кількісного підходів для підвищення рівня ЕБ та організаційних змін діяльності СГ;

– науково-методологічний підхід до оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання, що на відміну від існуючих враховує контроль екологічної діяльності системи екологічного управління та рівень організаційних змін діяльності СГ;

– технологічні рішення з використанням агломеративного ієрархічного алгоритму класифікації за допомогою методу кластеризації для оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою, що на відміну від існуючих дало змогу сформуванню три кластери, що визначають оптимальний, середній та мінімальний рівні розвитку системи управління ЕБ СГ.

Практичне значення і реалізація отриманих результатів

Побудовано алгоритм вибору та структурну модель реалізації управлінських підходів на всіх етапах розроблення, впровадження та функціонування систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання для їх оптимального рівня розвитку.

Розроблено метод визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ СГ із врахуванням експертних висновків щодо вагомості групових показників, що надало можливість:

а) контролювати екологічну діяльність СЕУ за запропонованими груповими показниками екологічної результативності, ефективності управління

та екологічної дієвості, які є ознакою налагодженого механізму організації діяльності СГ під час функціонування СЕУ;

б) визначити рівень екологічної безпеки суб'єктів господарювання за комплексним критерієм контролю екологічної діяльності СЕУ.

Розроблено метод вибору типу моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування на основі системи визначників в умовах невизначеності, що дало змогу на підставі теорії нечітких множин:

- виявити ступінь досягнення СГ екологічних зобов'язань та обов'язкових для дотримання відповідності вимог ДСТУ ISO 14001:2015;
- визначити рівень організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання в результаті впровадження СЕУ;
- визначити тип СЕУ за ефективністю функціонування;
- оцінити рівень розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання за організаційними змінами діяльності суб'єктів господарювання та контролем екологічної діяльності СЕУ.

Результати роботи використані ТОВ «Промекопроект» (довідка про впровадження від 12.01.2020 р.); ТОВ «Проектно-екологічний консалтинг» (довідка про впровадження від 17.11.2019 р.); ТОВ «НВП ВАЛСА-ГТВ» (довідка про впровадження від 25.09.2019 р.); Департаментом екології та природних ресурсів Київської обласної державної адміністрації (довідка про впровадження від 30.01.2020 р. № 06.2-02.2-09/811); Національним транспортним університетом (довідка про впровадження від 14.01.2020 р. № 109/01).

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи забезпечуються відповідністю поставлених завдань обраній методології, методикам досліджень і теоретичною послідовністю. Обґрунтованість основних результатів дослідження засвідчується публікаціями у наукометричних, вітчизняних та закордонних фахових виданнях, а також представленням їх на конференціях. Дослідження забезпечувалось відтворюваністю результатів експериментів, застосуванням обчислювальної математики з використанням програмних комплексів *MatLab* та *Process Modeler (ERwin)*, репрезентативною вибіркою експериментальних зразків, а також шляхом порівняння теоретичних положень із результатами експериментальних досліджень.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаним науковим дослідженням, у якому реалізовано авторське бачення наукових основ застосування методів біотестування та біоіндикації в системах управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання. В роботі прослідковується закономірність застосування методів біотестування та біоіндикації як додаткових інструментів моніторингових досліджень для визначення показника екологічної дієвості, який знаходиться у складі комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ, що дозволило встановити рівень ЕБ СГ та стан розвитку системи управління екологічною безпекою. Авторка брала безпосередню участь у проведенні польових, лабораторно-аналітичних та камеральних досліджень. Також було виконано статистично-математичне оброблення даних, побудовано математичні моделі та здійснено кластерний аналіз для інтерактивної багатокритеріальної оптимізації оцінювання рівня розвитку систем управління ЕБ. Висновки та положення, викладені у тексті роботи, отримані авторкою самостійно.

Основні результати теоретичних та експериментальних досліджень, запропонованих в дисертаційній роботі, наведено в наукових працях, поданих у списку публікацій в авторефераті [1 – 57].

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на: LXIV-LXXVI науково-практичних конференціях науково-педагогічних працівників, аспірантів, студентів та структурних підрозділів Національного транспортного університету (м. Київ, 2006–2020 рр.); науково-практичній конференції, приуроченій 100-річчю з дня народження Юрія Юркевича (м. Київ, 2011 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Теоретичні та прикладні аспекти розвитку природничих дисциплін» (м. Полтава, 2014 р.); Міжнародному екологічному форумі «Екологічна політика: між кризами та реформами» (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні засади збалансованого регіонального розвитку» (м. Івано-Франківськ, 2016 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення» (м. Дрогобич, 2016 р.); XV Международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике» (м. Мінськ, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній

конференції «Природнича освіта і наука для сталого розвитку України: проблеми і перспективи» (м. Глухів, 2017 р.); International Scientific Conference «Human health: Realities and prospects» (Czenstochova – Drohobych, 2018 р.); VII Всеукраїнському з'їзді екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology–2019), (м. Вінниця, 2019 р.); XVII Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми екологічної безпеки» (м. Кременчук, 2019 р.); Інтернет-конференції «Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку / ТЕБ-2019» (м. Ірпінь, 2019 р.); XV International scientific-practical conference «Mathematical modeling and simulacion of systems Mods'2020» (Chernihiv, 2020).

Публікації. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 31 наукову роботу у вітчизняних, наукометричних та закордонних виданнях, серед них 1 монографія та 1 розділ у зарубіжній колективній монографії; 32 статті, зокрема 23 – у фахових виданнях з переліку МОН України, 4 статті – у виданнях іноземних держав, 14 статей – у виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних, серед яких 1 стаття індексується у Scopus, 2 посібника, 29 тез доповідей у збірниках доповідей на наукових конференціях та з'їздах, 3 свідоцтва авторського права на твір.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Матеріали дисертації викладено на 450 сторінках друкованого тексту. Список використаних джерел містить 465 найменувань.

РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ

1.1. Становлення концепції збалансованого розвитку

Проблема техногенного впливу на стан навколишнього середовища, як результат розвитку людського суспільства вимагає невідкладних рішень, успішність яких визначається розумінням суті взаємовідносин екологічних і соціально-економічних систем, осмислення ролі яких дозволить визначити шляхи подальшого розвитку нашої держави.

Автором поняття «збалансований розвиток» в сучасному розумінні є Гру Гарлем Брунтланн, яка вперше сформулювала його в 1987 році у звіті Міжнародної комісії з навколишнього середовища і розвитку «Наше спільне майбутнє», який визначив концептуальні засади одночасного прогресивного розвитку та збереження довкілля для майбутніх поколінь [1]. Не дивлячись на те, що вперше зміст поняття «збалансований розвиток» декларувався в якості нового імперативу для наступного покоління; нової сходинки розвитку людства та вимагав переосмислення існуючих цінностей і кардинальної зміни світогляду у XXI столітті [2], але теоретичний фундамент нової парадигми еволюції цивілізації, що передбачає злагоджену взаємодію біологічного і соціального чинників, можна знайти в роботах В. Вернадського [3-5], С. А. Подолинського [6], Е. Леруа [7], П. Тейяру де Шардена [8].

Ідеологічним продовжувачем ідей В. І. Вернадського про ноосферу були роботи М. М. Моїсеєва, в яких закладено наукові основи переходу України до збалансованого розвитку, через збереження якісного життя наступних поколінь та раціональний підхід, який повинен застосовуватись до світового господарства за умови визнання суспільством, що екологічною нішею людства є вся біосфера. М. М. Моїсеєв визначав збалансований розвиток як спільну, скоординовану еволюцію людини і біосфери (кoeволюція) та перший крок до епохи ноосфери [9].

В середині 90-х рр. минулого століття В. О. Коптюг був одним з небагатьох, хто міркував про стратегію розвитку цивілізації і пошук шляхів для

досягнення збалансованого розвитку. Визнаючи багатовимірність проблем збалансованого розвитку, він наголошував на необхідності знаходження балансу інтересів нині проживаючих й майбутніх поколінь [10].

На думку А. І. Кузнецової, збалансований розвиток повинен базуватися на факторах довготривалої дії, серед яких: людський капітал; природно-екологічний фактор; науково-технічний та виробничий потенціал; інституційне середовище; виробнича та соціальна інфраструктура [11]. І хоча питанням пов'язаним з необхідністю зміни парадигми розвитку цивілізації та підходів до вирішення цієї проблеми, протягом останніх 100 років була присвячена велика кількість праць, серед яких є досить знакові [12-14], але вони не були повністю сприйняті суспільством в якості спонукального мотиву до дії.

Для створення результативної стратегії короткострокових та довгострокових дій, насамперед, необхідно розглядати теоретичні основи збалансованого розвитку суспільства з огляду на політичну, економічну та соціальну складові. У своїх працях вітчизняні та закордонні науковці вивчали економічні відносини для досягнення збалансованого розвитку. Дослідження Б. В. Буркинського, С. К. Харичкова [15], В. Я. Шевчук [16] присвячені макроекономічним проблемам збалансованого розвитку, а соціально-економічний потенціал збалансованого розвитку висвітлено у роботах Л. Г. Мельник та Л. Хенс [17]. Шляхи формування в Україні соціально-економічної моделі, зорієнтованої на сталий екологічнобезпечний розвиток, який вимагав би докорінної зміни умов та способів господарювання запропонував М. В. Костель [18], основні принципи та мету регіональної геополітики збалансованого розвитку досліджував Н. В. Багров [19], напрями забезпечення збалансованого економічного розвитку висвітлено у праці О. Шубравської [20].

Велика кількість наукових робіт присвячена екологічному аспекту збалансованого розвитку. Природно-ресурсний капітал України та її регіонів досліджували Б. М. Данилишин, С. І. Дорогунцов, В. С. Міщенко [21] О. В. Барабаш [22], питання можливості збалансованого розвитку в умовах природно-ресурсних обмежень висвітлено Б. М. Данилишиним, Л. Б. Шостак [23], можливості управління техногенно-екологічною безпекою у парадигмі

збалансованого розвитку розглядали С. І. Дорогунцов, О. М. Ральчук [24], особливості фінансування екологічно збалансованого розвитку в умовах трансформаційних змін, обумовлених глобалізаційними процесами були розглянуті в дисертаційній роботі Ю. М. Шкодкіної [25], можливості трансформації сучасної просторової парадигми в просторово-екологічну були запропоновані С. П. Соньком [26].

Вирішенню глобальних викликів в контексті економіки, суспільства, навколишнього середовища та технологій (ESET) присвячено наукову працю Ф. Джовані [27], глобальну систему моделювання FUGI (Futures of Global Interdependence) як інструмент моделювання наукової політики для надання глобальної інформації для суспільства та для координації зусиль між країнами у досягненні збалансованого розвитку світової економіки розглядає А. Оніші [28], вирішенням питань, щодо збалансованого розвитку і глобальної безпеки займався Р. Блінк [29], еволюцію глобальної політики збалансованого споживання, виробництва та заходи здійснені Відділом технологій, промисловості та економіки Програми ООН з навколишнього середовища (UNEP DTIE) наведено у праці Г. Кларка [30]. У роботі В. Джегатезена обговорено необхідність проведення глобальних аудитів та заходів, спрямованих на зменшення виснаження природних ресурсів [31], невідповідність між розробленими стратегіями та ефективністю заходів для досягнення збалансованого розвитку проаналізовано Е. Гонч [32]. Глобальний збалансований розвиток як виклик для соціальної та економічної політики країн та його концепцію пропонує Б. Хьюс [33], світові зміни в екологічному аспекті розглянуто К. Снеддоном [34]. Цілі та пріоритети збалансованого розвитку, еволюцію поглядів на економічне зростання і збалансований розвиток, зміст термінів та питання необхідності формування нової соціально-економічної моделі розвитку світової цивілізації висвітлено у дослідженнях Л. Корнійчук [35] та А. Філіпенко [36]. В праці Л. Шостак проаналізовано цілі збалансованого розвитку України [37].

Незважаючи на великий об'єм досліджень та створення концепцій збалансованого розвитку і заходів направлених на раціональне використання

природно-ресурсного капіталу, під час «Ріо+10» (2002 р.) та у доповідях багатьох міжнародних конференцій, де оцінювались масштаби глобальних змін НС констатувалося, що помилковий курс розвитку світової економіки привів до поглиблення глобальної екологічної кризи, руйнування біосфери, деградації довкілля та порушення балансу факторів прогресу економіки, екології, соціального становища людей і їх духовного світу [38-43].

Виходячи із вище зазначеного, перехід до екологічно збалансованого розвитку для підвищення рівня екологічної безпеки (від локального до глобального аспектів) вимагає скоординованих зусиль усього світового співтовариства в трьох напрямках (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Напрямки досягнення екологічно збалансованого розвитку

Напрямок	Необхідні кроки
Екологічна рівновага екосистем	Збереження здорових, відновлення деградованих та знищених екосистем.
Екологізація виробництва	Перехід до використання екологічнобезпечних технологій для істотного зниження обсягу використовуваних ресурсів і викидів забруднюючих речовин в розрахунку на одиницю виробленої продукції.
Раціоналізація споживання	Послідовне скорочення надмірного споживання природних ресурсів, припинення виробництва нав'язаних ринком потреб людини продуктів.

Джерело: систематизовано автором на основі [44].

Побудовані прогнози розвитку, сценарії майбутнього та дані щодо несприятливих тенденцій в глобальних біосферних і кліматичних процесах, привели до переконання щодо необхідності радикальних змін пріоритетів розвитку людства, створення нової моделі цивілізації та її економічної і політичної стратегії [45-47]. Для досягнення засад збалансованого розвитку у Порядку денному на XXI ст. (1992 р., Ріо-де-Жанейро), кожній країні було запропоновано розробити національну стратегію збалансованого розвитку відповідно до своїх особливостей, пріоритетів, еколого-економічної ситуації та стану розвитку національного господарства [48, 49].

У документі, підготовленому Комісією ООН зі збалансованого розвитку для Всесвітнього саміту 2002 р., національна СЗР визначається як інтерактивний процес осмислення, визначення цілей стратегічного довгострокового характеру із середньостроковими завданнями та короткостроковими кроками для

досягнення економічних, екологічних і соціальних цілей, шляхом формулювання політики та плану дій [50].

На даний період часу в Європі діє Стратегія «Європа-2030», яка відображає прагнення європейських політичних еліт до подолання глобальних і регіональних викликів та складається із оптимістичного та песимістичного сценаріїв (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Стратегія збалансованого розвитку «Європа-2030»

Оптимістичний сценарій	Негативний сценарій
Фінансування проєктів з високою соціальною віддачею	Криза легітимності капіталізму (поява нових гравців у багатопольному політичному світі)
Створення відкритих екосистем для досліджень, інновацій і освіти	Політичні події (утворення нових політичних коаліцій)
Перехід до низьковуглецевої економіки, збалансованого виробництва та споживання	Надлишкова експлуатація ресурсів
Збільшення об'єму фінансування досліджень в сфері охорони НПС	Фінансові шоки
Суспільна безпека	Загрози безпеці
Створення і подальший розвиток «розумних» міст	Технологічні зміни (цифровізація)
	Швидкість технологічного прогресу
	Втрата довіри населення до влади
Охорона НПС	Розпад ЄС
Охорона здоров'я	Пандемії
	Погіршення НПС

Джерело: розроблено автором на основі [51]

Оптимістичний сценарій полягає у тому, що Європейської Союз визнається ключовим глобальним гравцем, який сприяє позитивним змінам в кліматичній та енергетичній політиці, охороні здоров'я, профілактиці захворювань та забезпеченні безпеки. Щодо негативного або песимістичного сценарію розвитку подій, то він буде застосований лише за відсутності істотних зрушень та при збереженні поточних тенденцій.

Таким чином, глобальними пріоритетами для ЄС у негативному сценарії є превентивні заходи, які пов'язані з енергетичними, міськими, екологічними ризиками та воєнними конфліктами. Щодо оптимістичного сценарію, то він відображує майбутнє Європи, яке полягає у подоланні викликів пов'язаних із негативним сценарієм.

В Україні реалізація концепції збалансованого розвитку, незважаючи на сформовані правові та інституційні основи управління охороною навколишнім

середовищем відбувається досить повільно, що пов'язано з низьким рівнем природоохоронних інвестицій, недостатністю заходів і марнотратним використанням природних ресурсів, відсутністю прозорості природоохоронної інформації для забезпечення контролю в сфері екологічних питань з боку інформованої частини суспільства та стейкхолдерів, відсутності цінних і ринкових механізмів необхідних для ефективного використання природних ресурсів. Поряд з цим, спостерігаються й позитивні зрушення, направлені на вирішення питань практичного досягнення збалансованого розвитку, зокрема: Постанова Верховної Ради України «Про Концепцію (основи державної політики) національної безпеки України» [52], Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» [53], Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [54], які визначили новий курс розвитку на найближче майбутнє (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Стратегічні цілі України на період до 2030 року згідно Стратегії державної екологічної політики

Сфера реалізації	Дії для реалізації
1	2
Наука	Впровадження результатів сучасних фундаментальних екологічних досліджень
	Безперервна взаємодія між науковцями та державною системою природоохоронного управління
Наука	Врахування рекомендацій наукових установ екологічного спрямування при прийнятті управлінських рішень та розробці проектів нормативно-правових актів
	Охорона та збереження типових природних рослинних угруповань, біорізноманіття та ландшафтів
Управління	Зменшення негативного впливу процесів урбанізації на навколишнє природне середовище
	Припинення руйнування НПС у межах міст
	Запровадження системи зелених закупівель
	Стимулювання оновлення основних фондів промислової і транспортної інфраструктури та об'єктів ЖКГ
	Створення податкового, кредитного та інвестиційного клімату для залучення коштів міжнародних донорів та приватного капіталу у природоохоронну діяльність
	Стимулювання впровадження суб'єктами господарювання екологічно чистого, ресурсоефективного виробництва та екологічних інновацій
	Розвиток екологічного аудиту
Виробництво	Повне поступове припинення скидання у водні об'єкти неочищених та недостатньо очищених стічних вод

Закінчення таблиці 1.3

1	2
	Забезпечення відповідності ступеня очищення стічних вод установленим нормативам та стандартам, запобігання забрудненню підземних вод
	Поступове обмеження використання окремих виробів з пластику у харчовій промисловості
	Повернення у господарський обіг ресурсоцінних матеріалів
	Усунення прямої залежності економічного зростання від збільшення використання природних ресурсів і енергії
	Заміщення первинних природних ресурсів за рахунок використання відходів виробництва чи побічних продуктів, у тому числі шлаків
	Впровадження збалансованої системи управління відходами та небезпечними хімічними речовинами
	Зниження екологічних ризиків для екосистем та здоров'я населення
Інформаційні технології	Запровадження управління екологічним ризиком на основі його моделювання в режимі реального часу
	Кіберзахист екологічних інформаційних ресурсів, систем, баз даних, впровадження технологій електронного урядування

Джерело: складено автором на основі [53, 54].

В результаті введення в дію оновленої Стратегії, Україна до 2030 року повинна запровадити сучасні системи моніторингу, ринкові механізми для озеленення економіки та зменшити удвічі її енергоємність, зменшити викиди парникових газів на 60% і скоротити викиди від стаціонарних джерел забруднення на 15%, від пересувних – на 30% порівняно із 2015 роком. В «Стратегії-2030» розірвано залежність між економічним зростанням та збільшенням використання природних ресурсів і забрудненням природного середовища, екологічні пріоритети включені до всіх галузевих програм і планів, запропоновано чіткі показники оцінювання ефективності реалізації державної екологічної політики [55]. Система, яка була закладена в «Стратегію 2030» відповідає європейським екологічним стандартам та середньостроковим пріоритетам дій Уряду.

Таким чином, для досягнення цілей та завдань Стратегії збалансованого розвитку України до 2030 року необхідними кроками є: радикальна зміна пріоритетів, побудова як нової політичної стратегії, так і нової моделі громадянського суспільства заснованої на соціо-еколого-економічному зростанні. Погоджуючись з таким підходом і усвідомлюючи основні напрямки для забезпечення збалансованого розвитку нашої держави згідно нормативно-правових актів, міжнародних угод та ініціатив, відзначаємо, що в умовах

сьогодення надважлива роль відводиться забезпеченню екологічної безпеки для реалізації екологічно орієнтованих економічних інтересів розвитку країни.

1.2. Аналіз сучасного стану та шляхів удосконалення політики розвитку та забезпечення екологічної безпеки суб'єктів господарювання

На сучасному етапі розвитку все більше уваги приділяється теорії і практиці підвищення рівня екологічної безпеки, розробці напрямків і механізмів її реалізації в державній політиці. Перехід до ринкових методів регулювання збільшив невизначеність показників економічного розвитку, привів до зниження рівня екологічної безпеки у всіх сферах життєдіяльності суспільства, в тому числі й у діяльності суб'єктів господарювання. Тому особливої актуальності набувають питання організаційних змін діяльності СГ, що дасть змогу підвищити рівень екологічної безпеки.

Панування антропоцентричної направленості у типі розвитку України, позначається на термінологічному апараті нормативно-правових актів і породжує нераціональне використання природних об'єктів та їх ресурсів, деградацію середовища існування людського суспільства, поглиблення невідповідностей між загальнодержавними, регіональними й місцевими економічними інтересами, розміщенням природно-ресурсного та соціально-економічного потенціалу. Внаслідок таких процесів відбувається застій, який приводить до примітивізму в науково-технічній та технологічній сферах.

Перехід до збалансованого розвитку виступає початковим етапом трансформацій направлених на підвищення рівня екологічної безпеки. В межах концепції збалансованого розвитку пріоритетним завданням для всіх країн світу є забезпечення ЕБ, яка згідно ст. 7 Закону України «Про основи національної безпеки» є складовою національної безпеки [56] разом із зовнішньополітичною, державною, воєнною, сферою безпеки державного кордону, внутрішньополітичною, економічною, соціальною, гуманітарною, науково-технологічною та інформаційною безпекою.

Розглядаючи нормативно-правові акти, які об'єднані цілями і завданнями для забезпечення екологічної безпеки України поняття «екологічна безпека»

розкриті у ст. 50 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [57], де «екологічна безпека» визначається, як стан навколишнього природного середовища, за якого забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей.

Питаннями трактування та аналізу терміну «екологічна безпека» займається велика когорта науковців, які акцентують увагу на різних аспектах даної проблеми. Так, І. Дедю, вважає, що екологічна безпека – це будь-яка діяльність людини, що виключає шкідливі дії на навколишнє середовище [58]; за трактуванням С. Боголюбова, екологічна безпека – стан захищеності життєво важливих інтересів людини, суспільства і навколишнього середовища від небезпек, які можуть з'явитись в результаті шкідливих природних і техногенних дій, а також в результаті екологічних правопорушень [59]; В. Шмандій [60] розглядає екологічну безпеку як динамічну складову регіональної системи, що забезпечує її гармонійний розвиток в умовах захищеності від реальних та потенційних антропогенних та природних впливів. Екологічну безпеку як складову національної безпеки вивчали О. Хіміч [61], А. Качинський [62, 63], В. Косовцев, І. Бінько [64], зазначаючи, що екологічна безпека – це складова національної безпеки, яка забезпечує захищеність життєво важливих інтересів людини, суспільства, довкілля та держави від реальних або потенційних загроз, що створюються антропогенними чи природними чинниками стосовно навколишнього середовища. На думку Б. Данилишина [65] ЕБ є складовою комплексної безпеки території. А. Качинський та Ю. Єгоров [66] розглядають екологічну безпеку як стан захищеності життєво важливих інтересів об'єктів від загроз природного, техногенного та соціального характеру. Екологічна безпека з техніко-економічного погляду аналізується М. Мальованим [67], Б. Данилишиним [68], Є. Хлобистовим [69], а природничий характер та особливості визначення ЕБ прослідковуються у працях В.М. Ісаєнко, Г.О. Білявського [70], Г. Рудька [71], В. Шмандія, В. Некоса [72].

Отже, хоча і до сьогодні не має єдиного розуміння і тлумачення правової природи ЕБ і це питання полемізується в суспільстві, термін екологічна безпека набув широкого застосування в суспільно-політичній і науковій лексиці, що

пов'язано з наявністю реальної екологічної небезпеки для НС через дію природних, техногенних і соціальнополітичних загроз. На думку Н. Лакуші [44] необхідно забезпечити ЕБ саме на шляху переходу до нової цивілізаційної парадигми, і тим самим встановити не лише нову форму взаємодії системи «суспільство-природа», але й забезпечити механізм чіткої роботи всіх компонентів цієї системи.

Основними загрозами екологічної безпеки України, на думку А. Качинського, є глобальне потепління й парниковий ефект, озоніві діри й кислотні дощі, транскордонне забруднення річок та морів, вичерпання світових запасів природних ресурсів, зменшення біорізноманіття та видового багатства флори, фауни та рослинних угруповань, регіональні збройні конфлікти. Серед внутрішніх загроз ЕБ України автор виділяє: надзвичайні ситуації техногенного характеру та природні катаклізми [66].

Головною метою процесу забезпечення ЕБ є покращення стану навколишнього природного середовища і ослаблення впливу факторів забруднення НС на екосистеми і здоров'я населення. Досягти мети можливо шляхом системи заходів на національному, регіональному та локальному рівнях [73-77]. Тому питанням розгортання науково-дослідних робіт з вирішення проблеми підвищення рівня ЕБ, поєднання окремих екологічних норм між собою з точки зору збереження екосистем (або їх окремих властивостей), а не з точки зору господарського використання природних ресурсів є надзвичайно актуальними.

Механізмом забезпечення ЕБ суб'єктів господарювання може бути комплекс взаємопов'язаних державно-правових заходів, спрямованих на досягнення екологічної безпеки шляхом регулювання і контролю діяльності суб'єктів екологічних правовідносин за допомогою еколого-правових норм. Розглядаючи процес підвищення рівня екологічної безпеки науковці відзначають, що перш за все це програма дій, спрямованих на досягнення поставлених цілей, які складаються з ряду завдань для забезпечення політичних, адміністративно-правових, господарчих, технічних, організаційних, державно-правових заходів,

направлених на усунення або обмеження дії факторів екологічного ризику та зниження рівня екологічної небезпеки до прийняттого [78-81].

Політичні заходи необхідні для забезпечення ЕБ країни досліджує у своїй праці В. І. Андрейцев, стверджуючи, що згідно ст. 50 Конституції України сучасна політика держави гарантує конституційні екологічні права громадянам в частині забезпечення ЕБ і підтримки екологічної рівноваги на території України [82].

З приводу застосування організаційних, господарчих та технічних заходів на локальному рівні науковці зазначають, що в усьому світі сьогодні досить широко постає питання ЕБ підприємств, а стабільне функціонування, зростання економічного потенціалу будь-якого підприємства в умовах ринкових відносин залежить від наявності надійної системи екологічної безпеки [83-86]. В зв'язку з цим, В. А. Акімов, Б. В. Потапов, Н. Н. Радаєв [87], С. П. Іванюта, А. Б. Качинський [88, 89] вважають, що завданням державної регіональної політики України в сфері захисту населення та господарських об'єктів від природно-техногенних загроз є забезпечення гарантованого рівня ЕБ відповідно до рівня розвинених країн світу.

Багато досліджень науковців направлені на підвищення рівня ЕБ в спектрі вирішення проблем фінансового стимулювання та мотивації проведення природоохоронних заходів СГ [90, 91]. Екологічна безпека як гарантія економічного розвитку підприємства, на основі безпечного використання зовнішнього і внутрішнього соціально-економічного, природноресурсного та мінерально-сировинного потенціалу розглядають О. Ілляшенко, О. Будрик [92], М. Костецький [93]. Негативні зміни в параметрах навколишнього середовища, які позначаються на діяльності СГ висвітлює В. М. Щербина [94]. А. Войнаренко та О. Яременко [95] зазначають, що лише ефективне функціонування механізмів запобігання та зменшення впливу СГ на стан НС є показником його екологічної безпеки.

Питаннями визначення екологічної діяльності суб'єктів господарювання за видами діяльності для забезпечення екологічної безпеки займалися Г. І. Купалова [96], Г. В. Тітенко [97]. А. Бобкова [98], С. Н. Новосьолов [99]. Дослідження присвячені оцінці еколого-економічної безпеки СГ та екологічній

компоненті в економічній безпеці СГ висвітлені в працях Н. А. Кулагіної [100] та Н. Є. Булетової [101].

Таким чином, пошук шляхів та можливостей підвищення рівня екологічної безпеки СГ є неоднозначними. Найчастіше аналізуються аспекти та пропонуються заходи удосконалення політики підвищення рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання. Такі роботи мають чітку управлінську, правову або економічну направленість, а СГ розглядаються лише як учасники економічного зростання на локальному, регіональному та національному рівні. Екологічна безпека при цьому виступає лише як компонент економічної безпеки або ж система певних функцій, методів та важелів впливу на процес розробки і реалізації екологоорієнтованих управлінських рішень у сфері діяльності організацій для забезпечення екологічної безпеки на господарському рівні. З іншого боку існує думка, що підвищення рівня ЕБ СГ характеризується станом захищеності від екологічних загроз; відсутністю суттєвих фінансових збитків для навколишнього середовища; належною екологічною ситуацією в регіоні; мінімальним техногенним впливом на компоненти біосфери; відсутністю загроз для природних об'єктів; відсутністю екологічних ризиків; забезпеченню відтворення та збереження природно-ресурсного потенціалу та відповідних умов для життєдіяльності населення.

Отже, для підвищення рівня ЕБ першочерговим завданням є вивчення впливу діяльності суб'єктів господарювання на навколишнє середовище, а також ідентифікація та аналізування їх екологічних аспектів для можливості виявлення загроз і застосування превентивних заходів щодо покращення стану природних компонентів довкілля.

1.3. Загальна характеристика та аналіз впливу діяльності суб'єктів господарювання на стан довкілля

Зміни, які відбуваються у навколишньому природному середовищі в результаті техногенної діяльності і приводять до погіршення стану природних ресурсів потребують ретельного підходу в управлінні для відновлення екологічної рівноваги територій і забезпечення якісного життя населення [102].

Необхідний рівень наукової обґрунтованості управління у сфері охорони НС в техногеннонапруженому середовищі повинен базуватися на таких принципах подання інформації, як: комплексність; системність; альтернативність; раціональне співвідношення технічної, соціальної й природної складових життя на урбанізованих територіях. По мірі того як нестача ресурсів буде ставати більш відчутною, процвітання держави буде залежати від доступності екосистемних послуг. Україна знаходиться в числі небагатьох країн, в яких є переваги у біоемності. Великий обсяг біоемності дозволяє не лише задовольнити попит населення країни, але й забезпечити торгових партнерів. Якщо нашій державі вдасться зберегти цю перевагу, економічне положення в умовах глобального дефіциту ресурсів та екосистемних послуг стане досить вигідним. Тим не менше навіть достатньому запасу біоемності України може загрожувати небезпека [22]. Експорт такого ресурсу як лісоматеріали (заготівля яких відбувається як легально, так і нелегально), ставить під удар як біорізноманіття екосистем, так і їх біоемність. Наша країна зараз стоїть перед вибором. Вона може продовжити знищувати свої природні багатства (праліси, квазіпраліси та ін.) заради негайної вигоди, або вибрати інший шлях – розпоряджатися своїми активами, почати ретельно аналізувати потреби у відновлювальних ресурсах і проводити суворий облік їх запасів, зберігаючи природний капітал на довгі роки [103-112].

Одним із перших поставив питання про те, чи можливо узгоджене досягнення бізнесом високих економічних і екологічних результатів за рахунок введення більш жорсткого державного екологічного регулювання і чи сприяє це формуванню необхідних умов не тільки для поступових, але й для радикальних інновацій при одночасному підвищенні якості природного середовища і зростанні конкурентоспроможності бізнесу М. Портер [113].

Про важливість пошуку інструментів і механізмів для досягнення консенсусу між бізнесом, владою і суспільством в сфері природокористування наголошує у своїй праці І. М. Потравний [114]. На думку Н. Н. Крупіної [115, 116], потенціал гармонійних відносин у сфері природокористування лежить у площині соціальної відповідальності бізнесу (Social Responsibility). В праці В. В. Гасій та І. М. Потравного [117] висвітлено методи економічного

регулювання екологічно важливих проектів у сфері природокористування та охорони навколишнього середовища. Акцентують увагу на необхідність впровадження екологічної відповідальності у практику менеджменту підприємств О. А. Грішнова [118] та Д. О. Смоленніков [119].

Одним з ключових пріоритетів економічного розвитку держав в останні роки став перехід до якісно нового екологічного управління заснованого на інноваціях «зеленої економіки». Теоретичні та практичні аспекти реалізації концепції «зеленої економіки» на підприємствах досліджували вчені: А. Cameron, S. Clouth [120]; D. Pearce, A. Markandya, V. E. Barbier [121], які вперше ввели термін «зелена економіка» у звіт Уряду Великобританії «Концепція зеленої економіки» (1989 р.). Вітчизняні науковці Ю. Бережна [122], О. Веклич, Н. Шлапак [123], І. Бистряков [124], А. Мартинюк, Ю. Огаренко, [125] в своїх працях підіймають питання практичних підходів до застосування «зеленої економіки» у діяльність суб'єктів господарювання.

Поняття суб'єкта господарювання обґрунтоване теорією господарювання, згідно якої, суб'єктами господарювання є учасники господарських відносин, тобто організації та їхні структурні підрозділи.

Загальні питання щодо поняття, видів суб'єктів господарювання та господарського права доволі повно й об'єктивно розкриті в наукових працях, що належать до галузі господарського права, серед яких О. А. Беляневич [126], О. М. Вінник [127], С. М. Грудницька [128], Г. Л. Знаменський [129], В. М. Пашков [130], Н. О. Саніахметова [131], В. С. Щербина [132]. Особливості діяльності СГ в різних сферах господарства та галузях економіки аналізували А. Г. Бобкова [133, 134], І. Ф. Коваль [135], О. В. Кологойда [136], О. П. Подцерковний [137], А. В. Смітюх [138], І. В. Труш [139], В. А. Устименко [140], О. Г. Хрімлі [141].

Згідно законодавства України, суб'єкт господарювання – це юридична особа незалежно від організаційно-правової форми та форми власності чи фізична особа, яка займається діяльністю з виробництва, реалізації, придбання товарів, іншою господарською діяльністю; будь-яка юридична або фізична особа, яка здійснює контроль над суб'єктами господарювання, група суб'єктів господарювання, якщо один або декілька з них здійснюють контроль над іншими

[142, 143]. Суб'єктів господарювання можна відносити до суб'єктів екологічного підприємництва за видами діяльності [144].

Суб'єктами господарювання є: 1) господарські організації – юридичні особи, створені відповідно до Цивільного кодексу України, державні, комунальні та інші підприємства, створені відповідно до цього Кодексу, а також інші юридичні особи, які здійснюють господарську діяльність та зареєстровані в установленому законом порядку; 2) громадяни України, іноземці та особи без громадянства, які здійснюють господарську діяльність та зареєстровані відповідно до закону як підприємці [145].

За даними Державної служби статистики станом на 01 грудня 2020 р. в Україні налічується 1390292 активних суб'єктів господарювання, з яких 338941 здійснюють свою діяльність у м. Києві. Всі суб'єкти господарювання належать до державного сектору економіки (державних підприємств, їх об'єднань, дочірніх підприємств та господарських товариств), державна частка у статутному капіталі яких перевищує 50 відсотків [146]. Всі суб'єкти господарювання в залежності від здійснюваних видів економічної діяльності та виходячи із вимог техногенно-екологічної безпеки, що базується на відповідному господарсько-екологічному ризику діяльності, відповідно до законодавства України поділяються на три основні групи за ступенем ризику: високий; середній; незначний (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Суб'єкти господарювання за ступенем ризику

Ступінь ризику	Ознаки
1	2
Високий (1 група)	Здійснення господарської діяльності з виробництва особливо небезпечних хімічних речовин
	Наявність небезпечних речовин у межах порогових мас або їх перевищення на об'єктах підвищеної безпеки.
	Чисельна кількість працівників складає 10 тис. і більше осіб протягом останніх двох років, що передують плановому року
	Порушення Ліцензійних вимог провадження діяльності з виробництва особливо небезпечних хімічних речовин
Високий (2 група)	Діяльність із виробництва особливо небезпечних хімічних речовин
	Проводять виробництво на відповідному об'єкті підвищеної безпеки
	Чисельність працівників становить 2-10 тис. осіб протягом останніх трьох років, що передують плановому
	Порушили вимоги Ліцензійних умов провадження діяльності з виробництва особливо небезпечних хімічних речовин
Середній	Здійснюють операції з утилізації та або знешкодження восьми та менше видів небезпечних відходів

1	2
	Протягом трьох років, що передують плановому, але не менш як за результатом двох останніх заходів державного нагляду (контролю), порушили вимоги Ліцензійних умов провадження господарської діяльності з поводження з небезпечними відходами Здійснюють операції з поводження з небезпечними відходами (крім операцій з утилізації та / або знешкодження небезпечних відходів)
Незначний	Ті, які не віднесені до суб'єктів господарювання з високим та середнім ступенем ризику Не допущено порушень вимог Ліцензійних умов провадження діяльності з виробництва особливо небезпечних хімічних речовин протягом останніх п'яти років, що передують плановому року, та в інших сферах господарської діяльності.

Джерело: систематизовано автором на основі [147].

Віднесення суб'єктів господарювання до зазначених ступенів ризику у відповідній сфері державного нагляду (контролю) відбувається на підставі суми балів, нарахованих за критеріями та шкалою ступеня ризику [147].

Найбільша частка забруднення пов'язана із діяльністю СГ, що здійснюють діяльність у паливно-енергетичній галузі (теплові електричні станції) та працюють на природному енергоресурсі. Теплоенергетика світу щорічно викидає в атмосферу понад 200 млн. т двоокису вуглецю, 50 млн. т вуглеводнів, 150 млн. т діоксиду сірки, 50 млн. т оксидів азоту, чим порушує баланс процесів кругообігу – і це стосується не лише оксидів азоту та сірки, але й оксидів вуглецю, кількість якого в повітрі постійно збільшується [148, 149]. Забруднення, яке є наслідком їх діяльності має локальний, регіональний та національний масштаб, а хімічна взаємодія забруднюючих речовин, приводить до формування нових токсичних сполук, що згубно впливають на фізіолого-біохімічні процеси, які відбуваються в організмі людини.

З огляду на це, та зважаючи на основні стратегічні цілі України [54] в контексті євроінтеграції законодавства і у відповідності до Директиви 2012/18 Європейського парламенту і Ради ЄС від 04.07.2012 р. «Про контроль великих аварій, пов'язаних з небезпечними речовинами» виникає необхідність створення умов для зменшення негативного впливу процесів урбанізації на довкілля шляхом стимулювання до оновлення зношених основних фондів промислової

інфраструктури через стимулювання до впровадження більш екологічно чистого, ресурсоефективного виробництва.

В Україні протягом 2016 - 2018 рр. викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел в декілька разів перевищували викиди від пересувних джерел забруднення [150] (рис. 1.1).

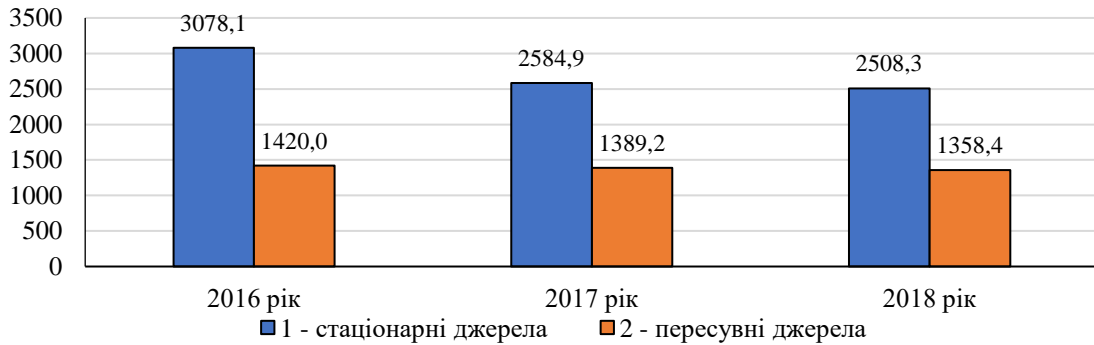


Рисунок 1.1 – Динаміка викидів забруднюючих речовин стаціонарними та пересувними джерелами

Джерело: систематизовано автором на підставі джерел [150].

В результаті діяльності стаціонарних джерел токсичні продукти, які виділяються в атмосферне повітря акумулюються в ґрунтовому покриві, водних об'єктах та їх ресурсах [151]. Викиди забруднюючих речовин в результаті діяльності підприємств є більш різноманітними порівняно з викидами автомобільного транспорту, а їх кількість залежить від виду економічної діяльності, яку здійснює суб'єкт господарювання (рис. 1.2).

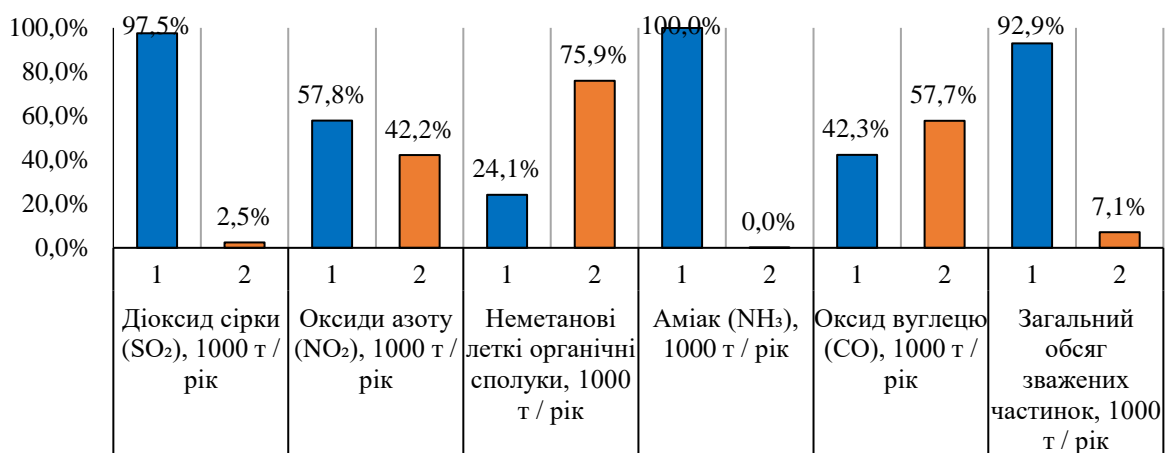


Рисунок 1.2 – Викиди токсичних сполук у довкілля від стаціонарних та пересувних джерел забруднення

Джерело: розроблено автором на основі [150].

Вплив діяльності суб'єктів господарювання на стан навколишнього середовища м. Києва та області визначається наявністю складної галузевої структури з переважанням галузей машинобудування і металообробки. За даними Головного управління статистики станом на 2018 р. у Київській області налічується 101203 суб'єктів господарювання, в тому числі 20054 підприємств та 81149 фізичних осіб підприємців [152].

Не дивлячись на те, що за останні 3 роки спостерігається тенденція щодо збільшення кількості виданих СГ дозволів на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, що дає можливість керівництву здійснювати належний контроль та облік фактичних викидів, у 2019 році викиди основних забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря від стаціонарних джерел у порівнянні з попереднім роком збільшилися і склали 81 257,5 тонн [153].

За даними отриманими з джерел [154-165] у десяти адміністративно-територіальних районах м. Києва зосереджено близько 500 промислових підприємств різних галузей, які є платниками податків. Значного розвитку набули такі галузі, зокрема: машинобудування, хімічна і нафтохімічна, деревообробна, легка, харчова, будівельна й поліграфічна (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Кількість суб'єктів господарювання по адміністративно-територіальним районам м. Києва (згідно наданих податкових декларацій)

№	Район	Площа району (км ²)	Частка площі зелених насаджень, %	Кількість підприємств
1	Голосіївський	160,0	7,2	72
2	Дарницький	130,0	39,9	58
3	Деснянський	147,0	7,7	27
4	Дніпровський	67,0	9,8	50
5	Оболонський	109,0	25,6	100
6	Печерський	20,0	3,0	111
7	Подільський	34,0	16,6	63
8	Святошинський	102,0	0,6	40
9	Солом'янський	40,0	14,5	206
10	Шевченківський	27,0	20,9	85

Джерело: розроблено автором на основі [154-165].

Характерно, що переважна більшість підприємств машинобудівного комплексу зосереджені у м. Києві, зокрема СГ діяльність яких пов'язана із

електротехнічною та приладобудівною галузями економіки. У межах міста виділяються внутрішньоміські промислові утворення з машинобудівними заводами, об'єднаннями і акціонерними товариствами. Певна кількість підприємств працює на військово-промисловий комплекс, на деяких розпочалася і продовжується конверсія.

Для м. Києва характерною є надмірна концентрація галузей хімічного та нафтохімічного комплексу, машинобудування, енергоємних та ресурсоємних галузей будівельної індустрії [156-165]. Інтенсивно розвивається деревообробна та поліграфічна галузі. Хімічна і нафтохімічна промисловість представлені виробництвом хімічних волокон, гумотехнічних виробів, лаків, фарб, медичних препаратів, отрутохімікатів. Підприємства легкої промисловості спеціалізуються на виробництві шовкових тканин, трикотажних і швейних виробів, шкіряного взуття. Одна з найрозвиненіших галузей – харчова промисловість, в якій особливо виділяються такі сфери, як: кондитерська, хлібопекарська, пивоварна, м'ясна, молочна.

За даними спостережень стаціонарних постів Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського у повітрі м. Києва відмічено постійне перевищення середньодобових гранично допустимих концентрацій завислих речовин, діоксидів сірки та азоту, формальдегіду [166].

Така ситуація пов'язана із притоком населення у м. Київ, інтенсивним індустріальним, житлово-комунальним та соціально-культурним будівництвом, розширенням транспортної та енергетичної мереж міста [156-165]. Через нарощування промислово-енергетичного і транспортного потенціалів в мегаполісі антропогенне навантаження на атмосферне повітря, ґрунтовий покрив, водні об'єкти та їх ресурси привело до формування специфічної трансформованої урбоекосистеми, де фізико-хімічні властивості та хімічний склад біосфери модифікується і вона частково втрачає свої основні функції, такі як: забезпечення належного життєвого простору для ґрунтової біоти і рослинних організмів, формування захисного екрана для екосистеми, забезпечення груп біоти поживними речовинами і здатності до депонації та трансформації токсичних сполук у більш безпечні їх форми. Всі ці зміни природних

компонентів довкілля пов'язані з діяльністю стаціонарних та пересувних джерел забруднення, які впливаючи на міське середовище змінюють його, надаючи нових характеристик. В результаті здійснення різних видів економічної діяльності в навколишнє середовище м. Києва надходить широкий спектр забруднюючих речовин (Додаток Б).

Визначення найбільш розповсюджених забруднюючих речовин, які характеризують стан природних компонентів довкілля по адміністративно-територіальним районам м. Києва залежить від наявності у певному районі суб'єктів господарювання, що здійснюють відповідний вид економічної діяльності. Таким чином, на всій території м. Києва спостерігається нерівномірність стану забруднення НС [166], а основними його джерелами є підприємства паливно-енергетичного комплексу та хімічної промисловості [156-165]. Зауважимо, що стан атмосферного повітря найбільше впливає на хімічні процеси, що протікають під час утворення опадів, змінюючи величину їх рН [168-170] та пришвидшуючи процеси акумуляції в ґрунтовому покриві забруднюючих речовин [171]. Сірковмісні газові викиди можуть спричинити накопичення в опадах як газоподібного SO_2 , так і сульфатів або сірчаної кислоти у вигляді аерозолю, що зумовлює зростання кислотності опадів та їх акумуляцію у ґрунтовому покриві та підземних водоносних горизонтах, які є постачальниками води до бюветних комплексів розташованих у всіх адміністративних районах м. Києва, та вода з яких активно використовується мешканцями для питних потреб [172].

Антропогенне евтрофування і забруднення водних об'єктів та їх ресурсів, які займають на території міста площу 6,70 тис. га приводить до деградації великих та малих річок, водосховищ, озерних систем та до погіршення якості води, головною причиною чого є скиди що надходять у водойми з водозбору в результаті безвідповідальної діяльності промислових та комунальних підприємств [155].

Характерною особливістю земельного фонду м. Києва (83,6 тис. га) є забудовна диференціація. Зазначимо, що землі мало забудованих, або незабудованих периферійних територій міста вкриті рослинністю лісових та

лучних формацій, мають екологічне значення і потребують охорони та збереження [155]. У ґрунтах м. Києва відзначають критичні відхилення фізико-хімічних показників вмісту гумусу, вологи, легкогідролізованого азоту, кальцію та магнію від оптимального значення [173].

Таким чином, негативний вплив діяльності СГ та надмірна концентрація хімічного та нафтохімічного комплексу, загального машинобудування, енергоємних та ресурсоємних галузей, будівельної промисловості в Україні та в м. Києві зокрема, приводить до техногенного навантаження на території через забруднення атмосферного повітря, ґрунтового покриву, водних об'єктів та їх ресурсів, формуючи специфічні трансформовані урбоекосистеми, де фізико-хімічні властивості та хімічний склад природних компонентів частково втрачають свої основні функції.

Для збереження та відновлення функцій природних компонентів довкілля необхідно вирішувати питання шляхів проведення організаційних змін діяльності СГ. Такі зміни, перш за все полягають у переході підприємств та організацій до екологічного стилю управління, шляхом впровадження систем управління ЕБ відповідно до вимог ДСТУ ISO 14001:2015.

Отже, оцінимо динаміку впровадження систем екологічного управління відповідно до ISO 14001 в світовому масштабі, в Україні та у м. Києві для встановлення стану організаційних змін в екологічній діяльності СГ, що здійснюють різну за видами економічну діяльність.

1.4. Аналіз динаміки впровадження систем екологічного управління суб'єктами господарювання

У програмі «Порядок денний на ХХІ століття», прийнятій на конференції в Ріо-де-Жанейро в 1992 р., наголошувалося: «хоча вже накопичений значний обсяг даних, існує потреба в зборі додаткової інформації про різноманіття видів на місцевому, регіональному, національному й міжнародному рівнях, в також про стан екосистеми планети, природних ресурсів, забруднення навколишнього середовища, соціально-економічних показників і тенденцій у цих сферах» [174].

Розриви щодо наявності, узгодженості, стандартизованості й доступності даних, які існують між розвиненими країнами і тими, що розвиваються, збільшуються, обмежуючи можливості ухвалювати інформовані рішення, які стосуються навколишнього середовища і розвитку міжнародних відносин у цій галузі. Тому, екологічне управління як багатогалузева сфера діяльності для розвитку екологічних технологій та інновацій суб'єктів господарювання викликає високий рівень зацікавленості вчених та теоретичні основи якої відображаються та постійно розвиваються закордонними та вітчизняними вченими. Зокрема, В. Семенов О. Михайлюк, Т. Галушкіна розглядають екологічне управління як «... діяльність державних органів і економічних суб'єктів спрямовану на дотримання обов'язкових вимог природоохоронного законодавства» [175]. В праці В. Бокова управління екологічними ситуаціями висвітлюється як система дій спрямованих на досягнення певного рівня якості оточуючого природного середовища, що забезпечує нормальне функціонування та відтворення геосистем, комфортне середовище існування людей [176].

В зв'язку з необхідністю досягнення соціо-еколого-економічного розвитку суспільства є необхідність застосування нових збалансованих форм виробництва й споживання, інноваційних технологій та інвестицій, а також перетворення національних СЕУ на локальному, регіональному, державному і глобальному рівнях. Зазначаємо, що глобалізація як світовий феномен вимагає глибокої перебудови у свідомості та світосприйнятті українського суспільства особливостей функціонування державної СЕУ, оскільки антропогенне і техногенне навантаження на НС в Україні у кілька разів перевищує відповідні показники розвинених країн світу [177].

Необхідність у покращенні функцій та положень системи державного екологічного управління, привели науковців до думки про важливість пошуку інструментів і механізмів для досягнення консенсусу між бізнесом, владою і суспільством в сфері природокористування [114]. На думку Н. Н. Крупіної [115] потенціал гармонійних відносин у сфері природокористування знаходиться у площині соціальної відповідальності бізнесу (Social Responsibility). У працях В. В. Гасій, І. М. Потравного [114, 117] досліджено методи економічного регулювання екологічно важливих проектів у сфері природокористування та охорони навколишнього середовища. Про необхідність упровадження

екологічної відповідальності у практику менеджменту підприємств наголошують у своїх працях О. А. Грішнова [118] та Д. О. Смоленніков [119].

Зважаючи на достатню кількість досліджень, встановлено механізм дії державної системи екологічного управління (рис. 1.3). На вході державна структура впливає на об'єкт управління (суб'єкт господарювання), який проводячи організаційні зміни в своїй діяльності направлені на покращення стану природних компонентів довкілля, на виході зменшує негативний вплив на НС.

Таким чином, встановлено, що наростання екологічних проблем приводить до необхідності перегляду функцій системи державного управління, дозволяючи створити більш ефективну систему природоохоронних заходів на локальному рівні.

Суб'єкти господарювання, реагуючи на управляючий вплив та заходи встановлені державною системою екологічного управління, починають звертати увагу на тиск конкурентів. Такі процеси спричиняють необхідність розробки нових підходів СГ до питань взаємодії з НС із застосуванням інновацій для виведення бізнесу на новий щабель, який дозволить бути конкурентоздатними та розширити ринки збуту продукції та послуг [178, 179]. Однією з таких інноваційних змін в організації діяльності СГ є впровадження СЕУ, яка утворює особливу структуру управління, є частиною загального менеджменту підприємства чи організації та одним з напрямків виробничої діяльності [180].

Питання підвищення ефективності впровадження СЕУ на підприємствах в умовах ринкової економіки досліджували І. Смоленський [181], О. А. Потай [182]; екологізацію корпоративного управління О. Ю. Бойко [183]; перспективи впровадження міжнародних екологічних стандартів в Україні розглядав Д. І. Барков [184], В. О. Аніщенко [185]; взаємозв'язок екологічної та економічної безпеки П. О. Загороднюк [186]; екологічний менеджмент як ефективний метод управління виробництвом К. В. Мазур, І. А. Ніцпан [187], І. С. Варламова [188]; конкурентоспроможність підприємства та екологічний менеджмент розглядають К. А. Демяненко [189], Ю. А. Добуш [190].

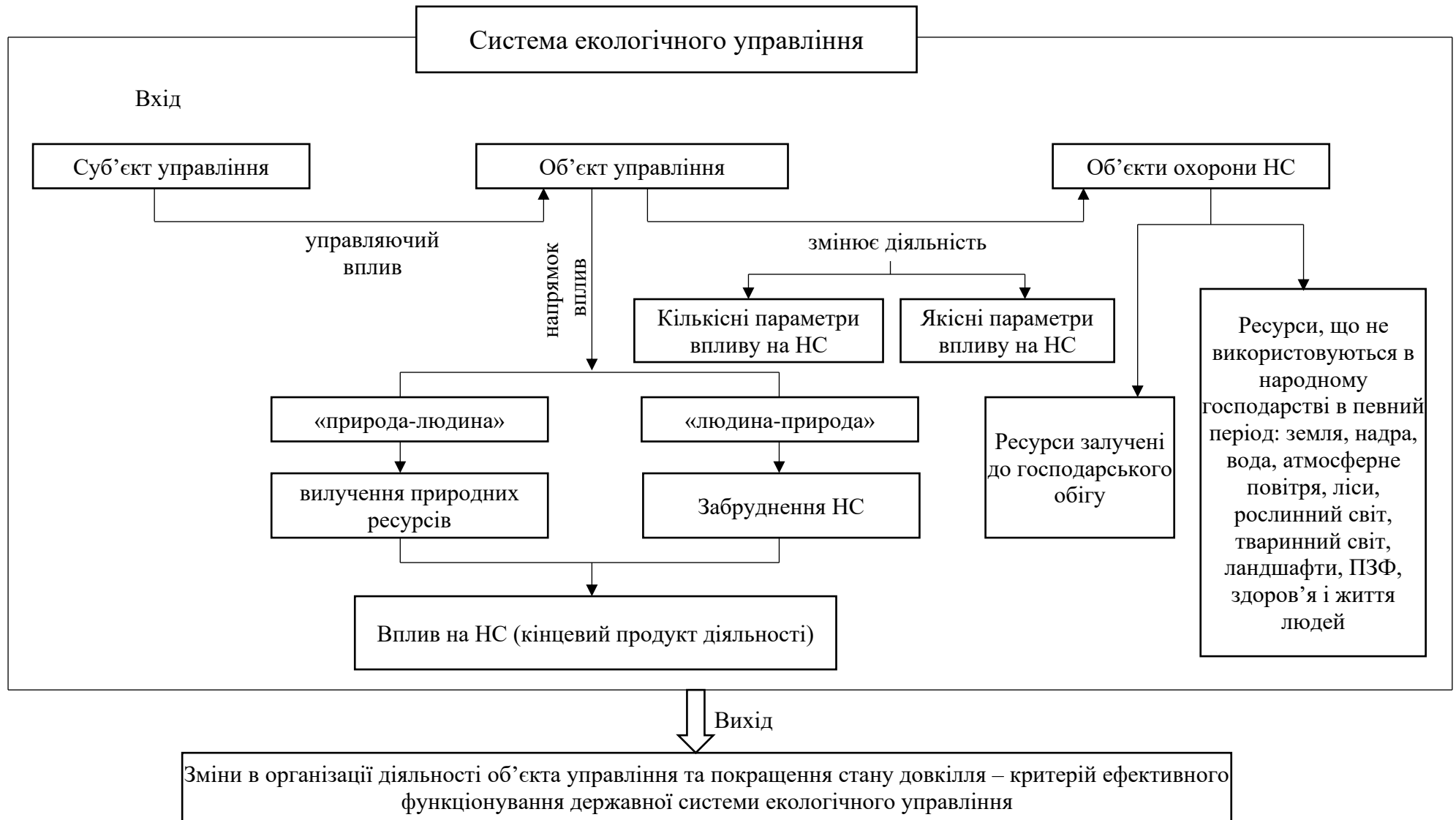


Рисунок 1.3. – Аналіз взаємодії елементів системи державного екологічного управління

Така кількість досліджень, пов'язана із критичним поглядом науковців на вимоги ДСТУ ISO 14001:2015, з пошуками та розробкою універсальної методології впровадження СЕУ для СГ, що здійснюють свою діяльність в Україні. Велика кількість напрацювань багатьох авторів стосується визначенню особливостей формування механізмів та інструментів, які б дозволили українським підприємствам та організаціям провести організаційні зміни у своїй діяльності. Такі тенденції у дослідженнях пов'язані із постійним збільшенням у світі, починаючи з 1999 р., кількості підприємств сертифікованих на ISO 14001, особливо в країнах Європи та Східної Азії [192] (рис. 1.4).

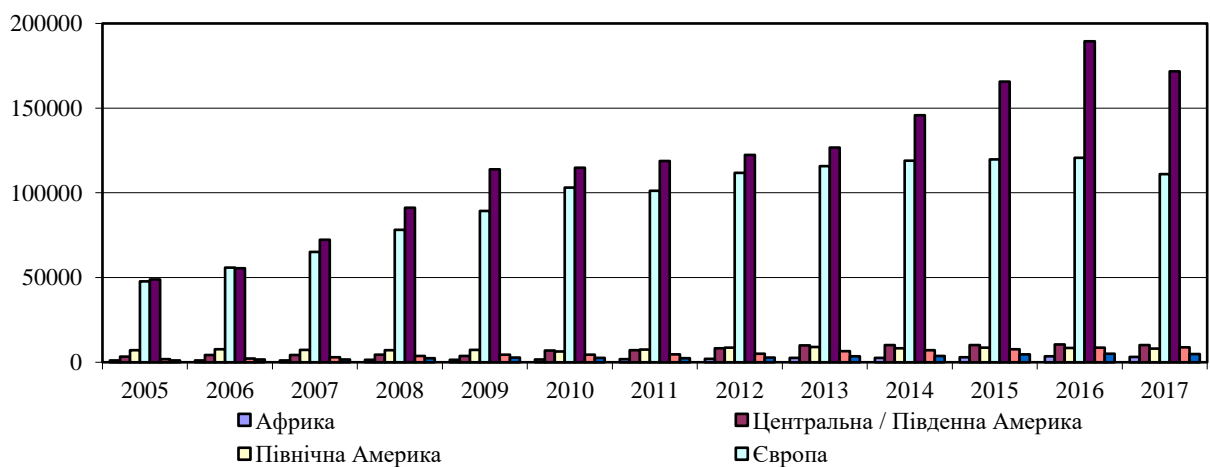


Рисунок 1.4 – Впровадження ISO 14001 (континенти)

Джерело: розроблено автором на основі [191].

Таким чином, країнам Східної Азії вдалось протягом 10 років збільшити у чотири рази від початкових значень кількість сертифікованих підприємств згідно ISO 14001. Країни Європи подолали відмітку 120000 за кількістю впроваджених СЕУ і утримували її протягом шести років.

За даними міжнародної організації ISO, світовий стрибок впровадження СЕУ припадає на 2007-2009 рр. та 2015-2016 рр. (рис. 1.5).

Спад впровадження ISO 14001 і зменшення кількості сертифікованих підприємств почали спостерігати після 2016 р., що пов'язано з виданням нової версії та вимогами ISO 14001:2015 та з відсутністю або недостатньою розробкою і баченням стратегії екологічного управління керівництвом підприємств у досягненні взятих на себе зобов'язань.

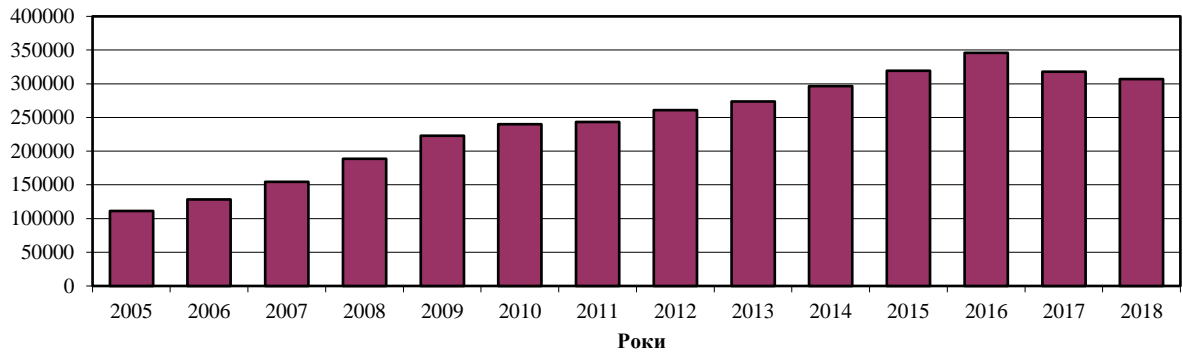


Рисунок 1.5 – Динаміка впровадження ISO 14001 у світі (загальні показники)

Джерело: розроблено автором на основі [191].

Не дивлячись на це, ISO 14001 у багатьох країнах світу має досить великий попит серед СГ різних галузей економіки (рис.1.6).

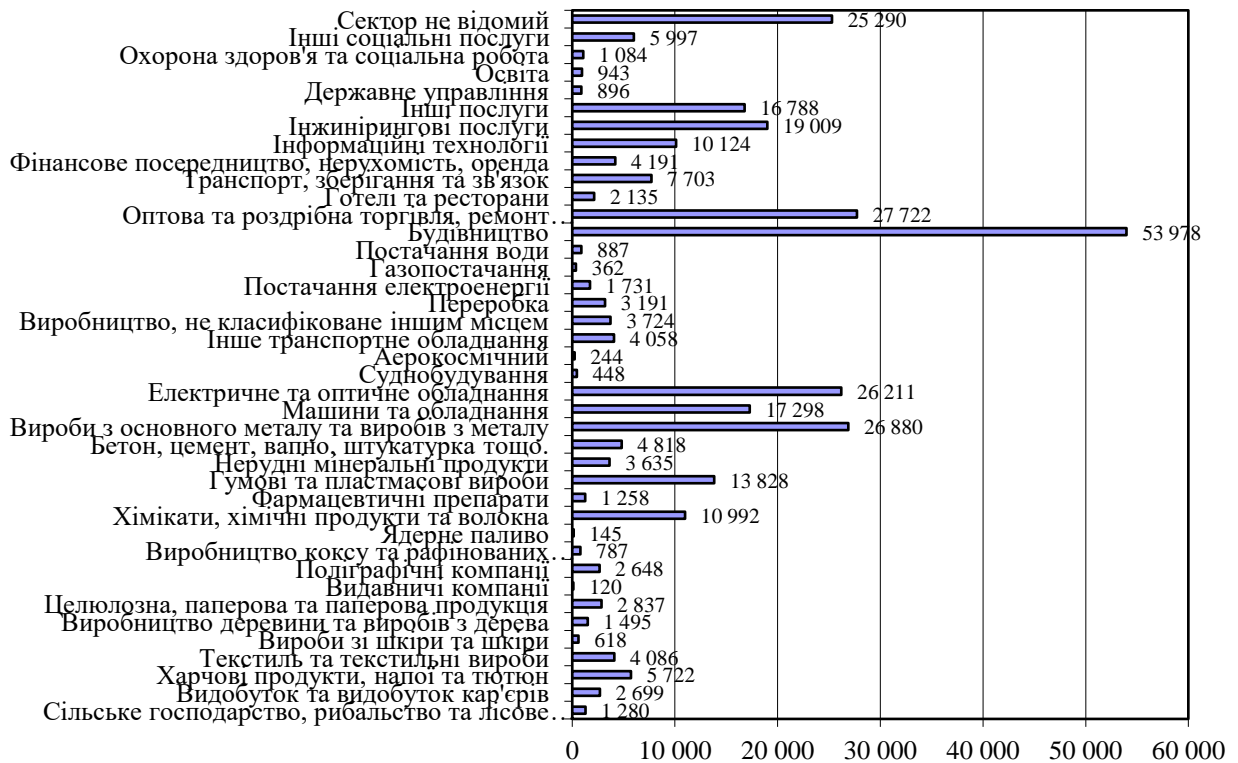


Рисунок 1.6 - Світові тенденції впровадження СЕУ за галузями економіки

Джерело: розроблено автором на основі [182].

Отже, найбільше у світі впроваджуються СЕУ суб'єктами господарювання, які здійснюють діяльність у будівельній галузі, сферах оптової та роздрібною торгівлі, виробництва з металу, оптичного та електричного обладнання. За статистичними даними, досить велика кількість підприємств

впровадили СЕУ, але сектор, в якому вони здійснюють свою діяльність є невідомим. Такі відомості є наслідком недобросовісності деяких країн у поданні щорічного звіту до міжнародної організації ISO.

В Україні впровадження СЕУ за ДСТУ ISO 14001:2015 (рис.1.7) відбувається повільно [192]. Причинами цього є не лише складна економічна ситуація в країні, але й відсутність мотивації керівництва суб'єктів господарювання.

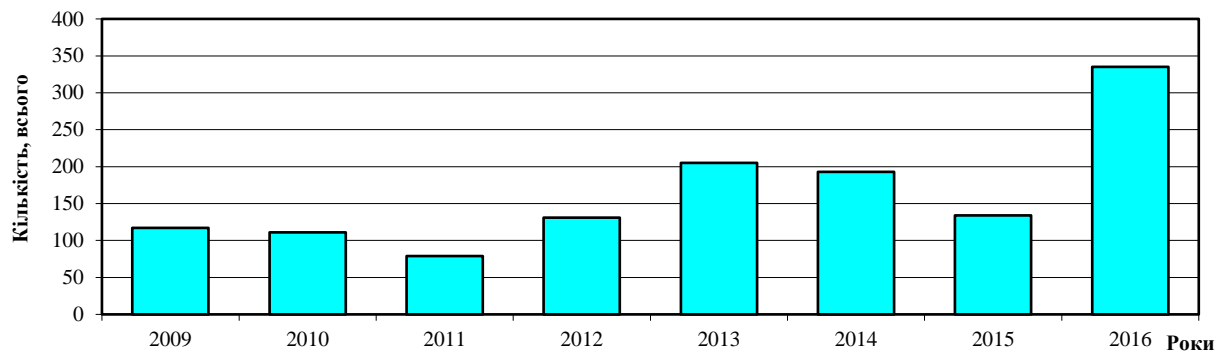


Рисунок 1.7 – Динаміка впровадження СЕУ СГ в Україні

Джерело: розроблено автором на основі [182].

Не дивлячись на це встановлено, що в Україні найбільшими темпами відбувається впровадження СЕУ в таких секторах економічної діяльності, як: будівництво, сфера електричного та оптичного обладнання, харчова та машинобудівна сфери. Низький рівень впровадження спостерігається в хімічній та текстильній промисловості, в сфері видобутку кар'єрів та виробництва нерудних мінеральних продуктів.

Отже, динаміка впровадження суб'єктами господарювання СЕУ дає змогу зрозуміти не тільки їх матеріальний і нематеріальний актив, але й встановити рівень екологічної безпеки на мікро- та макрорівні.

Згідно опрацьованих даних [156-165] та при ретельному аналізі інформації викладеної на сайтах СГ зареєстрованих у 10 адміністративно-територіальних районах м. Києва проведено порівняння активності щодо розробки та впровадження систем екологічного управління (ДСТУ ISO 14001:2015) [193], систем управління якістю (ДСТУ ISO 9001:2015) [194] та систем управління

гігієною та безпекою праці (ДСТУ OHSAS 18001:2010) для СГ, які здійснюють різну за видами економічну діяльність у м. Києві [195].

Отримані дані були структуровані та наведені на рис. 1.8 та у табл. 1.6.

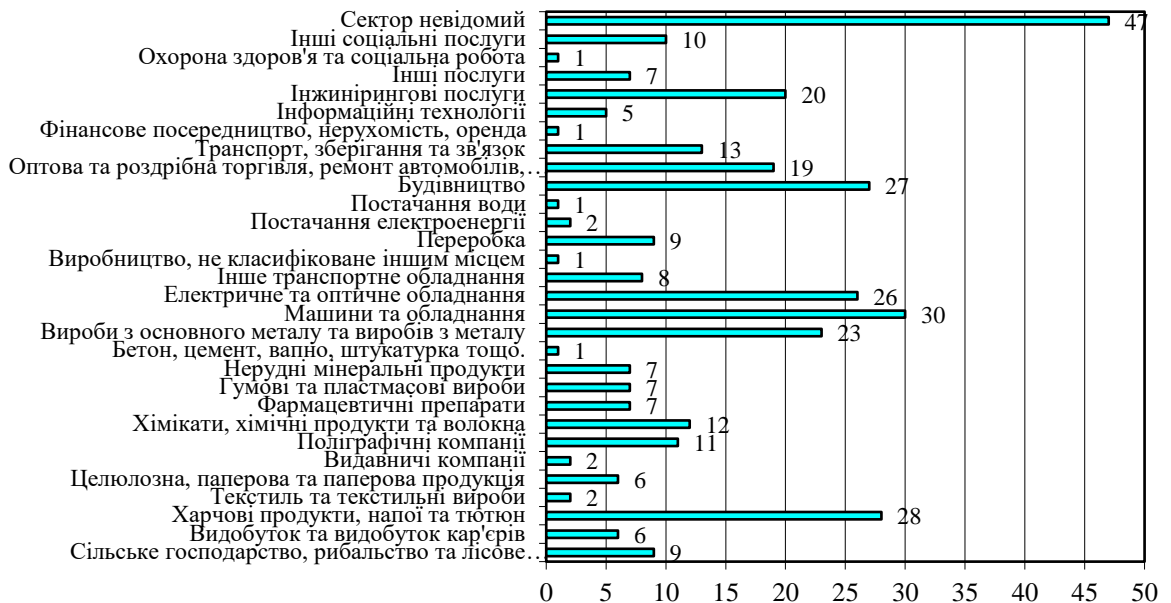


Рисунок 1.8 – Впровадження СЕУ в Україні по секторах економіки (2016 р.)

Джерело: розроблено автором на основі [182].

Таблиця 1.6 – Впровадження міжнародних стандартів на підприємствах м. Києва за галузями

Галузь економіки	ISO 9001	ISO 14001	ISO 18001
Будівельна	5	2	0
Легка	7	0	0
Лісова (деревообробна та целюлозно-паперова)	9	2	0
Машинобудівна	43	3	0
Металургійна	0	0	0
Фармакологічна	6	2	2
Харчова	8	1	1
Хімічна	8	0	0
Паливно-енергетична	1	1	1

Джерело: розроблено автором на основі [156-165].

На рис. 1.9 наведено узагальнені відомості щодо впровадження стандартів ISO 14001, 18001, 9001 суб'єктами господарювання м. Києва, які здійснюють діяльність в десяти адміністративно-територіальних районах.

На основі отриманих даних встановлено, що активність у впровадженні та сертифікації СЕУ суб'єктами господарювання, що здійснюють свою діяльність

у різних галузях економіки в Україні та м. Києві є низькою, що демонструє майже повну відсутність змін в організації їх екологічної діяльності.

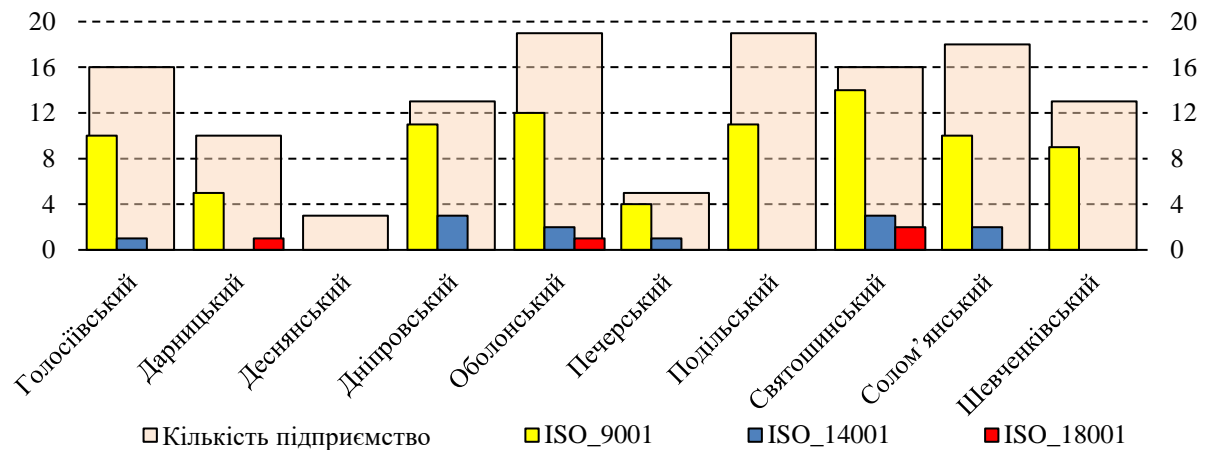


Рисунок 1.9 – Впровадження систем екологічного управління суб'єктами господарювання в адміністративно-територіальних районах м. Києва

Така ситуація пов'язана не лише з небажанням керівництва СГ розробляти і дотримуватись рекомендацій стандарту, але й має більш глибоке коріння пов'язане з комплексом наступних факторів: нерозуміння суттєвих вимог стандарту; низький рівень ефективності впровадженої СЕУ на інших підприємствах (подекуди стандарт перетворюється в формальний «паперовий варіант»); дефіцит професійних екологічних менеджерів на підприємствах, в організаціях та в регіонах; відсутність зацікавленості в організаційних змінах працівників СГ; недоліки у підходах керівництва до мотивації персоналу; відсутність економічних механізмів на рівні країни, які б допомагали впроваджувати СЕУ відповідно вимог стандарту та законодавства України; недостатня компетентність спеціалістів, які надають консалтингові та сертифікаційні послуги, а також відсутність лабораторної бази для проведення моніторингових досліджень, які б дозволяли побачити зміни, які відбулись у НС після впровадження СЕУ та в контексті суб'єктів господарювання. За збігу всіх цих обставин отримуємо СЕУ автономно існуючу від загальної системи управління та перевантажену документообігом, оцінити ефективність якої досить складно, оскільки у суб'єктів господарювання відсутні механізми та

інструменти для проведення її наскрізного комплексного моніторингу. Моніторинг під час функціонування СЕУ є необхідним інструментом, оскільки за його допомогою отримують дані, не лише про концентрації ЗР, які надходять у природні компоненти довкілля в результаті діяльності СГ, але й виявляють їх ступінь збереження чи відновлення до та після впровадження СЕУ.

Отже, розглянемо особливості сучасних моніторингових досліджень, які можуть бути застосованими під час функціонування СЕУ для контролю її показників та постійного поліпшування функціонування.

1.5. Актуальність проблеми застосування методів біоіндикації та біотестування для визначення стану природних компонентів довкілля

Для збільшення можливостей впровадження СЕУ суб'єктами господарювання України, модернізація національної системи екологічного моніторингу та проведення глибоких змін у системах моніторингу підприємств є необхідною умовою. Такі кроки дозволять швидко проводити оцінку ефективності функціонування СЕУ суб'єктів господарювання шляхом контролю всіх аспектів їх діяльності, проводити аналіз слабких й сильних сторін, коригувати та поліпшувати показники екологічної діяльності та визначати сукупний вплив від діяльності виробництв, який позначається на властивостях природних компонентів довкілля

Питаннями формулювання змісту екологічного моніторингу присвячено ряд наукових праць [196-207]. В багатьох роботах увага приділена методам біотичного та абіотичного моніторингу для оцінки, прогнозу, та моделювання надходження забруднюючих речовин в НС та їх впливу на здоров'я населення [208-211]. Методи та засоби моніторингу, концепції та принципи, пріоритетні напрямки моніторингу як інструмента управління здоров'ям населення, підходи до визначення структури вимірювальної мережі моніторингу довкілля, відображення ареалу забруднення та оцінювання динаміки «плями» забруднення, питання створення комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем та ренатуралізаційних та деградаційних трансформацій екосистем досліджено у працях [212-217].

Особливу роль у системі екологічного моніторингу відіграє біоекологічний моніторинг, тобто моніторинг біологічної складової екосистеми (біоти) [218].

Біологічний моніторинг пов'язаний з індикаційними дослідженнями стану біоти і враховує можливість поширення забруднюючих речовин по харчових ланцюгах та концентрований токсичний вплив поллютантів на екологічні системи шляхом проведення експериментальної програми, яка має на меті визначення токсичності природних компонентів довкілля за допомогою особливої чутливості різних видів рослинних і тваринних організмів, мікроорганізмів до впливу низьких, близьких до фонових, концентрацій забруднюючих речовини (рис. 1.10).

Одним з методів біологічного моніторингу є біоіндикація – виявлення і визначення екологічно значущих природних і антропогенних навантажень на основі реакцій живих організмів [220]. Біоіндикатори мають ознаки, властиві системі або процесу, на підставі яких проводиться якісна або кількісна оцінка тенденцій змін та оціночна класифікація стану екологічних систем, процесів і явищ [220]. Біоіндикаційні методи не вимагають попередньої ідентифікації хімічних сполук або фізичних впливів, досить прості у виконанні, дешеві і дозволяють контролювати якість НС в безперервному режимі [221].

Поєднавши інструментальні методи з біоіндикаційними, можна визначити характеристики повітря, води і ґрунту як на момент відбору проб так і отримати безпосередню інформацію про зміни стану біоти в умовах забруднення.

Ряд досліджень пов'язані із встановленням впливу стаціонарних та пересувних джерел на стан життєдіяльності рослинних організмів. Так, визначенню рівня пилового забруднення зелених насаджень вулиць міст України присвячена достатня кількість наукових праць [222-226].

Науковці пропонуючи сучасні підходи у боротьбі із пиловим забрудненням [227, 228] розглядають проблеми озеленення [229, 230] та потенціал, розвиток та недоліки в питаннях управління благоустрою міст [231, 232].

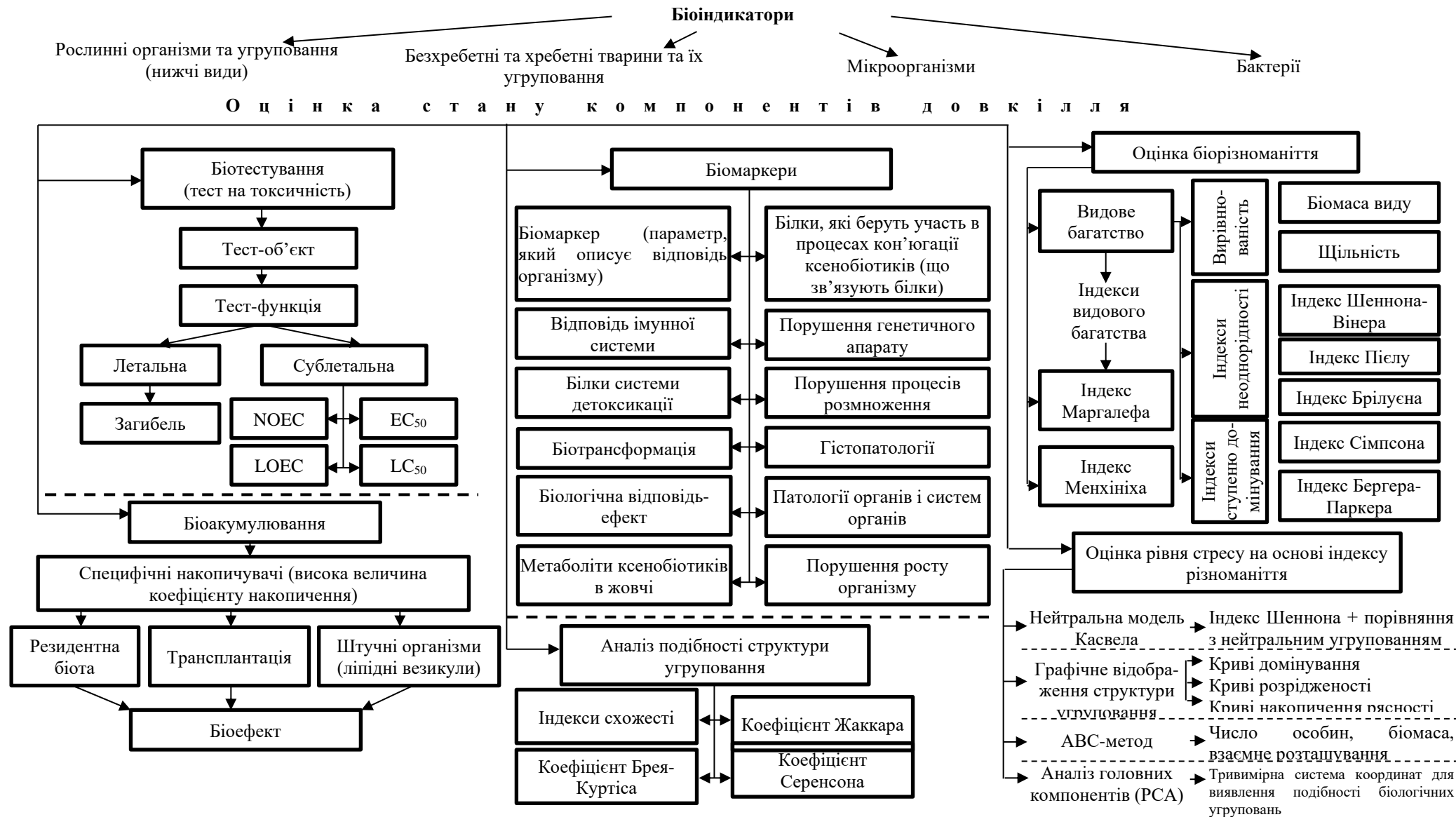


Рисунок 1.10 – Методи біологічного моніторингу. Джерело: розроблено автором на основі [219].

Для відображення деформації взаємодій між організмом та навколишнім середовищем, достатня кількість досліджень присвячена визначенню рівня флуктуаційної асиметрії морфологічних структур, що використовується як неспецифічний стрес індикатор і є коректним способом формалізації ступеня відхилення розвитку особини і навіть популяції від норми [233-235]. Отримання інформації про негативні біотичні або абіотичні чинники, наявність або відсутність антропогенного тиску – це прояв дестабілізації рослинних організмів і відбуваються він під час онтогенезу [236]. Достатня кількість робіт закордонних вчених спрямована на вирішення питань щодо характеристики сфер і напрямків біоіндикації, зокрема визначення показників оцінювання, методів і засобів її проведення [240-241]. Деякі автори пропонують використовувати в якості об'єктів біоіндикації трав'янисті однорічні і багаторічні рослини [242, 243], але більшість з них вважають, що для характеристики досить великих територій найефективніше використовувати деревні рослини [244-248].

Питання дендроіндикації підіймали Н. Ловеліус [249], С. Шиятов [250]. Дендроіндикаційні розвідки пов'язані із дослідженнями тривалості життя хвої сосни звичайної та визначенням за характером некрозів й хлорозів ступеня техногенне забруднення атмосфери діоксидом сірки були сферою наукових інтересів В. Левкович [251], Д. Ахмерова [252] та ін. Цікавими є дослідження питання інформативності біоіндикаційних досліджень для встановлення взаємозв'язку між некротичними ушкодженнями листкових пластинок деревних рослин як морфо-фізіологічною ознакою та ступенем забруднення природних компонентів довкілля [253, 254].

Одним з дієвих методів біологічного моніторингу виступає біотестування (*bioassay*) – процедура встановлення токсичності середовища за допомогою тест-об'єктів (спеціально відібрані організми), які реагують незалежно від того, які саме речовини і в якому співвідношенні викликають зміни поведінкових, фізіологічних, морфологічних або біохімічних тест-функцій (тест-реакцій) [219]. Окремі автори розглядають біотестування як метод моделювання наслідків впливу окремого фактора, що має загальнобіологічну дію. Головне завдання, яке вирішує біотестування – надати швидку відповідь на запитання: є чи відсутня токсичність. М. І. Євгенєв біотестуванням називає методичний прийом, який

допомагає визначити якість середовища за процесом виживання та поведінкою організмів – тест-об'єктів, які розміщують в середовище [255].

Оскільки, біотестування застосовується на всіх рівнях організації живої матерії (генетичному, цитологічному, гістологічному та ін.), то тест-об'єктами можуть виступати живі організми всіх таксономічних груп – від бактерій до ссавців, проте лише незначну частину організмів визнано уніфікованими (водорості, інфузорії, риби, планктонні рачки, салат посівний тощо), на основі чого і були розроблені стандартні дослідження [256].

Ефективність методу біотестування була підтверджена і продемонстрована у багатьох наукових дослідженнях, про що свідчать розроблені методики, критерії та способи визначення токсичності природних компонентів довкілля, зокрема водного середовища [257, 258]. В багатьох дослідженнях наголошується, що ефективність методу біотестування істотно зростає за умови використання в якості тест-об'єктів не поодиноких організмів (навіть якщо вони уніфіковані), а при поєднанні комплексу тест-об'єктів, зокрема тваринних та рослинних особин [259, 260]. На основі сучасної теоретичної бази досліджень та практичного досвіду було встановлено, що для біотестування токсичності поверхневих вод традиційні тест-об'єкти завжди виявляються достатньо чутливими. Серед тваринних форм найчастіше використовують вид *Daphnia magna Straus*. як стандартизований тест-організм, а рослинні форми часто репрезентують *Allium cepa L. ma Lactuca sativa L.* [261-264].

На думку Л. Олівернусової [265] використання біологічних тест-систем допомагає визначати зміни морфологічних чи структурних перетворень організмів ще на ранніх стадіях, коли вони ще навіть не проявляються та їх неможливо виявити іншими методами, що дозволяє вчасно вживати попереджувальні заходи щодо порушених екосистем. Крім того, стан біоіндикаторів можна використовувати як додаткову інформацію під час оцінювання здоров'я населення. На думку Е. І. Єгорової [219] кумулятивний ефект різноманіття впливів можна оцінити виключно методами біотестування. І. Н Тарасенко [266] розглядає біотестування як вступ до більш детального і всебічного аналізу хімічного складу ґрунтів чи води. Автори Т. Ашихміна та Н. Алаликіна пропонують свою класифікацію методів біотестування поділяючи їх на дві групи: фітотестування та ентомотестування [267], які засновані на

чутливості тест-об'єктів до екзогенного хімічного впливу, що відображається на суборганізмівому, організмівому, а згодом переходить у реакцію-відповідь, яка відбувається на популяційному рівні.

Фіто- та ентомотестування використовуються для оцінювання екологічної якості природного середовища, супроводжуючись великою кількістю методичних рекомендацій з різними варіантами застосування насіння вищих рослин у якості фітотеста [268, 269]. Фітотестування є досить затребуваним і застосовується для контролю стану природних компонентів довкілля, а результати висвітлюються у дослідженнях багатьох науковців [270-274]. При цьому для оцінки стану екосистем застосовуються вимоги міжнародних стандартів ISO [275, 276].

Серед різноманіття методик фітотестування для дослідження стану природних компонентів довкілля найбільш популярним є ростовий тест, який демонструє чутливість насіння крес-салату (*Lepidium sativum* L.) до токсичності ґрунтів, водних витяжок, снігових опадів (депонує середовище), забруднених комплексом токсичних металів і нафтопродуктів [168, 171]. Крес-салат як тест-об'єкт відрізняється швидким і майже стовідсотковим проростанням насіння, яке помітно зменшується за присутності забруднювачів, оскільки токсичні сполуки металів здатні поступати в рослину як через наземні, так і підземні органи. Однак токсиканти, що надходять з пилом і рідкими опадами, залишаються, в основному, в сорбованому вигляді на поверхні листя і стебел, не здійснюючи помітного впливу на саму рослину. Згідно спостережень Лисовицької О. В. та Терехової В. А. [277, 278] встановлено, що зниження чутливості рослин до токсичності ґрунтів відбувається в такій послідовності: *Lepidium sativum* < *Sinapis alba* < *Sorghum saccharatum*. Під час дослідження фітотоксичності водних об'єктів та їх ресурсів, забруднених токсичними сполуками металів й пестицидами, відзначалась інша тенденція *Sorghum saccharatum* < *Sinapis alba* < *Lepidium sativum*, при цьому оцінювались схожість та енергія проростання насіння [279].

Існує багато думок, щодо вибору оптимального параметру для встановлення тест-функції рослинного організму. В більшості випадків реакцію тест-системи визначають за параметрами подібності рослин, енергії проростання, довжини кореня, кількості листків [280].

В реєстрі природоохоронних документів України є метрологічні атестовані (стандартизовані) методики фітотестування, рекомендовані для державного та виробничого контролю, в яких встановлено методи визначення інгібіторної дії на ріст коренів рослин; аспекти визначення впливу хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин; методи визначення здатності до проростання [281, 282]. Не дивлячись на це, в стандартах існує ряд недоліків, зокрема: 1) вимоги застосовуються до визначення екологічного стану ґрунтів, хоча ростовий тест ефективно використовують і для встановлення стану водних об'єктів та атмосферного повітря (дослідження снігового покриву як депонуючого середовища); 2) в стандарті пропонується знайти рівень концентрацій токсичних речовин, які впливають на якість ґрунту, при цьому певні хімічні речовини необхідно вносити у ґрунт в концентраціях 0 (контроль), 1 мг/кг; 10 мг/кг; 100 мг/кг та 1000 мг/кг ґрунту, висушеного в печі [281], що ускладнює дослідження зразків відібраних безпосередньо біля об'єкту забруднення для виявлення наявності/відсутності поллютантів досліджуваного середовища; 3) у стандарті рекомендовано застосування спеціальних умов і обладнання та великої кількості досліджуваного ґрунту, що є проблематичним для підприємств, на яких відсутні сертифіковані лабораторії та спеціалісти; 4) досить складно підібрати контрольний зразок ґрунту (не забруднений та якнайбільше схожий по структурі та за складом з досліджуваним).

Огляд методик ентомотестування показав, що вони представлені достатньою кількістю методичних рекомендацій та стандартизованих методик [283-287]. Методика біотестування із використанням в якості тест-об'єкту *D. magna* заснована на визначенні змін виживаності особин при дії токсичних речовин, що містяться в пробах води порівняно з контролем [233, 234, 283].

Увага науковців прикута до питань пов'язаних із діяльністю суб'єктів господарювання, що приводить до виникнення проблем у збереженні навколишнього природного середовища, ускладнень оцінювання ризику та загроз функціонування біологічних об'єктів [235, 239, 240], зниження механізмів відновлення екологічної рівноваги і визначення реального стану екологічної безпеки видів [236-238], які в першу чергу реагують на скиди у водні об'єкти та їх ресурси, викиди в атмосферне повітря, та їх подальшу акумуляцію у ґрунтовому покриві. Для формуванні механізму підвищення рівня ЕБ виникає

потреба у постійному контролюванні та управлінні станом природних компонентів довкілля від локального до національного масштабів [241], шляхом створення системи особливого контролю, основними функціями якого є визначення не лише хімічного забруднення компонентів біосфери, але й встановлення ступеня збереження та відновлення їх стану.

Тому, розробку СЕУ СГ доцільно починати з вибору оптимальної методології, методів й методик для виконання моніторингових досліджень, які б комплексно оцінювали рівень розвитку систем управління ЕБ СГ не лише на основі зменшення викидів, але й за ступенем збереження природних компонентів довкілля в межах впливу СГ.

Беручи за основу класифікацію методів оцінювання рівня ЕБ [35], пропонуємо доповнити її методами, що допоможуть визначити екологічні властивості та біологічну активність природних компонентів довкілля, які є інформативною базою для моніторингу ефективності функціонування СЕУ СГ (рис. 1.11).

Розглянуті методи та методики біотестування та біоіндикації засвідчують, що реакція живих організмів на наявність ЗР у природних компонентах довкілля може ефективно застосовуватись під час екологічного моніторингу природних компонентів довкілля в межах СЗЗ СГ. Методи біотестування та біоіндикації не можуть повністю змінити аналітичні і апаратурні методи контролю якості природного середовища, але доповнюють їх якісно новими біологічними показниками.

Застосування методів біотестування та біоіндикації як додаткових методів моніторингу довкілля дасть змогу провести оцінку стану природних компонентів довкілля до та після впровадження СЕУ, визначити екологічні аспекти та суттєві впливи від діяльності СГ, сформулювати екологічну політику та програму дій СЕУ СГ щодо застосування організаційних змін діяльності направлених на зменшення впливу виробництв СГ на стан природних компонентів довкілля та оцінити ефективність природоохоронних заходів.

Отже, що з огляду на різноманітність екотоксикантів, їх синергічний вплив, оцінювання стану природних компонентів довкілля для визначення ефективності функціонування СЕУ потребує моніторингу із застосуванням методів біотестування та біоіндикації.

Класифікація методів оцінки стану екологічної безпеки

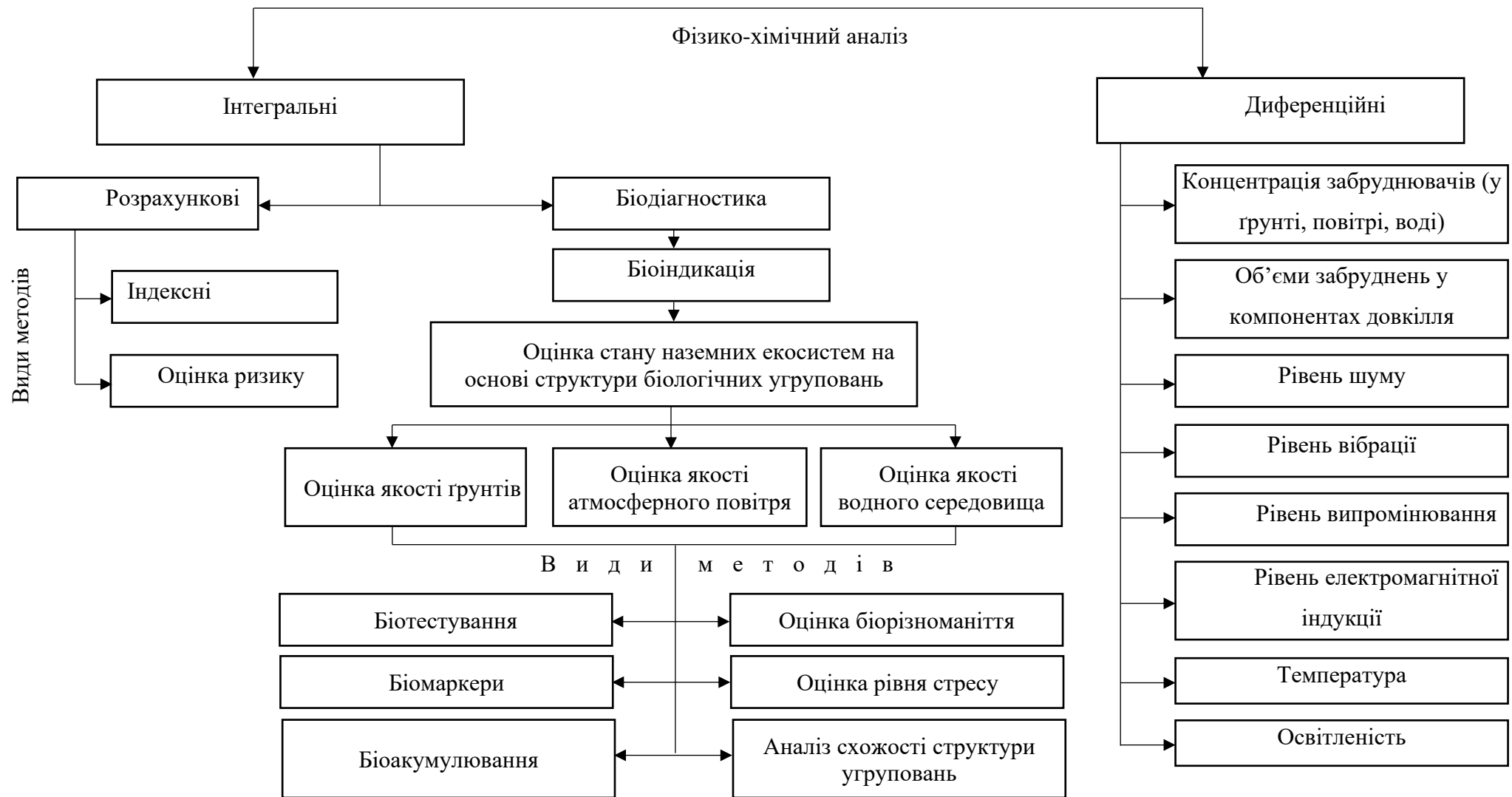


Рисунок 1.11 – Класифікація методів оцінки стану екологічної безпеки

На практиці для СГ, які впровадили СЕУ не існує жодного підходу для реалізації методів біоіндикації та біотестування. Під час моніторингу результативності впроваджених суб'єктом господарювання природо-охоронних заходів, використання експозиції різних біоіндикаторів та тест-об'єктів, які реагують на сполуки, що надходять до НС дасть змогу виявити ступінь токсичності природних компонентів в межах санітарно-захисної зони СГ.

Методи біоіндикації та біотестування для доповнення даних моніторингу особливо доцільно використовувати під час визначення ступеня організаційних змін діяльності СГ пов'язаних із впровадження СЕУ, метою яких є зменшення кількості надходження забруднюючих речовин в природні компоненти довкілля, що повинно позначитись на ступені збереження та швидкості відновлення їх стану. Встановлено, що складність у проведенні запропонованого моніторингу, не дивлячись на його простоту і легкість у виконанні, полягає в отриманні кінцевого результату (різні математичні одиниці) здатного інформативно продемонструвати рівень ефективності функціонування системи управління ЕБ СГ.

Тому, проведення комплексного моніторингу із застосування методів біоіндикації та біотестування потребує розробки оціночних критеріїв, які дозволять поєднати всі види обчислень, відобразити ступінь збереження чи відновлення природних компонентів довкілля в межах СЗЗ СГ, сформулювати шкалу оцінки рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання, які впровадили систему екологічного управління.

1.6. Обґрунтування теми дисертаційної роботи

На основі проведеного огляду можливо зробити наступні висновки:

1. За результатами аналізу сучасного стану науково-технічних досягнень з питань збалансованого розвитку суспільства з огляду на його політичну, економічну, екологічну та соціальну складові простежено еволюцію поглядів на економічне зростання і збалансований розвиток, розглянуто питання необхідності формування нової соціо-еколого-економічної моделі розвитку світової цивілізації.

2. Проаналізовано основні цілі та завдання Стратегії збалансованого розвитку «Україна-2030». Встановлено, що перехід до екологічно збалансованого розвитку для підвищення рівня екологічної безпеки (від локального до глобального аспектів) в Україні потребує зменшення техногенних загроз і вимагає скоординованих зусиль світового співтовариства в напрямках, що забезпечать екологічну рівновагу екосистем, екологізацію виробництва та раціональне споживання природних ресурсів.

3. Зважаючи на те, що перехід до збалансованого соціо-еколого-економічного розвитку є етапом для реалізації екологічноорієнтованих економічних інтересів розвитку України, пріоритетною умовою в цьому напрямку є підвищення рівня ЕБ у всіх сферах життєдіяльності суспільства, і зокрема в організаційних змінах діяльності СГ шляхом впровадження СЕУ.

4. Проаналізовано аспекти впливу на стан довкілля СГ, які здійснюють різну економічну діяльність. Встановлено, що постійне наростання екологічних проблем приводить до необхідності створення системи природоохоронних заходів на локальному рівні і потребує розробки методів оцінювання їх ефективності. Встановлено, що в Україні впровадження систем екологічного управління суб'єктами господарювання згідно вимог ДСТУ ISO 14001:2015 найбільше спостерігається в будівельному, харчовому та машинобудівному секторах економіки. Узагальнено відомості щодо впровадження стандартів ISO 14001, 18001, 9001 СГ, які здійснюють діяльність в адміністративно-територіальних районах м. Києва. Встановлено, що однією з причин низької активності у впровадженні та сертифікації СЕУ суб'єктами господарювання є відсутність механізмів моніторингових досліджень для постійного контролю, коригування та поліпшування діяльності, продукції та послуг.

5. Визначено, що перспективними та додатковими під час моніторингу СЕУ для контролю її екологічної діяльності та ефективності функціонування є методи біотестування та біоіндикації. Встановлено, що застосування цих методів дозволить за реакцією живих організмів виявити зміни екологічних властивостей природних компонентів довкілля, що відбулись в результаті комплексу фонових параметричних і ландшафтно-деструктивних впливів, пов'язаних із діяльністю

суб'єктів господарювання до впровадження СЕУ та визначити ступінь їх збереження або відновлення після її впровадження.

6. Проаналізовано досвід застосування методів біотестування та біоіндикації для визначення стану природних компонентів довкілля. Встановлено, що не дивлячись на широкий спектр методик біоіндикації та біотестування на практиці під час моніторингу систем екологічного управління суб'єктів господарювання, не існує жодного підходу для їх реалізації шляхом використання експозиції різних біоіндикаторів та тест-об'єктів, які реагують на сполуки, що надходять до НС і виявляють ступінь токсичності природних компонентів в межах санітарно-захисної зони СГ. Тому, виявлення механізму застосування методів біоіндикації та біотестування для контролю екологічної діяльності та оцінювання ефективності функціонування СЕУ є актуальним і потребує вирішення.

Викладене вище дало підставу для визначення **ідеї роботи**, яка полягає у припущенні, що застосування методів біотестування та біоіндикації, як додаткових інструментів моніторингових досліджень під час розробки, впровадження та функціонування СЕУ, дозволяє отримувати інформацію щодо стану природних компонентів довкілля в межах впливу суб'єктів господарювання та визначати їх рівень екологічної безпеки.

Із врахуванням стану питання сформульовані мета та основні завдання дисертаційних досліджень.

Мета і завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи є розроблення науково-методологічних положень, закономірностей та особливостей методів, моделей та методик вибору і застосування біотестування та біоіндикації для оцінювання стану природних компонентів довкілля щодо визначення рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання внаслідок організаційних змін діяльності під час впровадження системи екологічного управління. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

– проаналізувати проблеми та сучасний стан розроблення та впровадження систем управління екологічною безпекою підприємств і організацій в Україні та світі на підставі статистичних даних щодо динаміки

підтвердження відповідності встановленим вимогам ДСТУ ISO 14001:2015 суб'єктами господарювання, які здійснюють діяльність у різних галузях економіки;

- обґрунтувати методологію, методи та методики теоретичних і експериментальних досліджень та доповнити науково-методичний апарат моніторингових досліджень методиками біотестування та біоіндикації як додатковими інструментами контролю екологічної діяльності та ефективності функціонування систем управління екологічною безпекою СГ;

- провести системний аналіз системи екологічного управління та декомпозицію контексту системи «Суб'єкт господарювання» і сформулювати концептуальні моделі її підсистем;

- розробити структурну модель і процедуру вибору та застосування управлінських підходів для ефективного функціонування СЕУ;

- запропонувати показники, які визначають механізм організації діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження СЕУ;

- розробити критерії контролю екологічної діяльності СЕУ для визначення рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання та оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою;

- провести експериментальні дослідження за допомогою методів біотестування та біоіндикації для виявлення реакції-відповіді організмів на стан забруднення природних компонентів та ступінь токсичного впливу внаслідок діяльності суб'єктів господарювання до та після впровадження систем екологічного управління;

- сформулювати метод визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ з урахуванням коефіцієнтів вагомості окремих чинників та групових показників для встановлення рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання;

- розробити систему показників, що характеризують рівень ефективності функціонування системи екологічного управління та запропонувати метод вибору типу СЕУ за ефективністю функціонування в умовах невизначеності на основі теорії нечітких множин;

- розрахувати комплексний критерій контролю екологічної діяльності СЕУ з урахуванням коефіцієнтів вагомості окремих чинників та групових показників для визначення рівня екологічної безпеки СГ, що здійснюють діяльність в адміністративно-територіальних районах м. Києва;
- змодельовати рівень організаційних змін діяльності та визначити типи моделей системи екологічного управління за ефективністю функціонування для досліджуваних суб'єктів господарювання;
- визначити та оцінити рівень розвитку систем управління екологічною безпекою залежно від контролю екологічної діяльності та рівня організаційних змін діяльності СГ шляхом комп'ютерного моделювання.

Основні результати, отримані при вирішенні поставлених у розділі 1 завдань, опубліковані в роботах [22, 55, 151, 167-172, 192, 226, 236].

РОЗДІЛ 2 ЗАГАЛЬНА МЕТОДОЛОГІЯ ТА ВИБІР МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна методологія досліджень

Діяльність суб'єктів господарювання з кожним роком призводить до збільшення надходження різноманітних поллютантів в атмосферне повітря та накопичення їх у ґрунтовому покриві, водних об'єктах та їх ресурсах. Підвищення рівня антропогенних змін цілого комплексу екологічних факторів, які відіграють вирішальну роль у формуванні специфічних властивостей природних компонентів довкілля, впливає на їх біологічну активність і позначається на реакції-відповіді живих організмів, що є результатом неконтрольованих змін у НС, які не відповідають засадам збалансованого розвитку.

Одним із інструментів підвищення рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання є впровадження систем екологічного управління, що дасть змогу поєднати постійне поліпшування економічних, екологічних та соціальних показників, шляхом економії ресурсів, покращення стану довкілля, підвищення кваліфікації та компетентності працівників, отримання прибутків завдяки виходу продукції та послуг підприємства чи організації на нові ринку збуту. Не дивлячись на переваги для суб'єктів господарювання від впровадження систем екологічного управління, в Україні вони не користуються попитом. Це пов'язано із багатьма факторами. Експресна допомога аудиторських фірм, низький рівень розроблених процедур моніторингу як для визначення стану всієї системи, так і для вивчення негативних або позитивних змін у природних компонентах довкілля, які знаходяться в межах впливу виробничих потужностей підприємства, відсутність оціночних критеріїв, які б могли визначити ефективність впровадженої СЕУ, а також дозволяли швидко виявляти невідповідності, миттєво реагувати та проводити коригувальні заходи. Крім того, слід зазначити і про суттєві витрати суб'єктів господарювання, які виникають під час впровадження та сертифікації СЕУ. Всі вище розглянуті

проблеми пов'язані із значними ризиками, які при відсутності чіткої стратегії керівництва щодо поетапності впровадження СЕУ приведуть до зниження економічних показників суб'єкта господарювання. Тому, для більшості суб'єктів господарювання впровадження системи екологічного управління є економічно необґрунтованим.

Проаналізувавши, ряд досліджень щодо механізмів впровадження та функціонування СЕУ [85, 92, 96, 97, 99, 133, 288-307] встановлено, що в Україні та світі відсутня загальноприйнята і науково обґрунтована методологія оцінювання розвитку систем управління екологічною безпекою СГ, яка б визначала методи та оціночні індикатори, що дало б змогу проводити комплексний моніторинг для контролю екологічної діяльності та ефективності функціонування впровадженої СГ СЕУ, включаючи моніторинг стану збереження або відновлення природних компонентів довкілля в зоні впливу СГ із застосуванням біотестування та біоіндикації.

Основою методології проведення дисертаційних досліджень є системно-біодіагностичний підхід, який відіграє роль сполучної ланки між окремими напрямками досліджень, а саме: 1) застосування методів біотестування та біоіндикації як додаткових під час контролю екологічної діяльності систем екологічного управління для визначення рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання; 2) вибір типу СЕУ за ефективністю функціонування шляхом визначення змін в організації діяльності СГ; 3) оцінювання розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання засноване на взаємозв'язку між рівнем організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання та типом СЕУ за ефективністю функціонування.

Дослідження здійснювались запропонованими методами, що визначали: 1) комплексний критерій контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єкта господарювання; 2) оцінку вагомості групових показників комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання; 3) тип системи екологічного управління за ефективністю функціонування. Методологічна схема дисертаційних досліджень зображена на рис. 2.1.

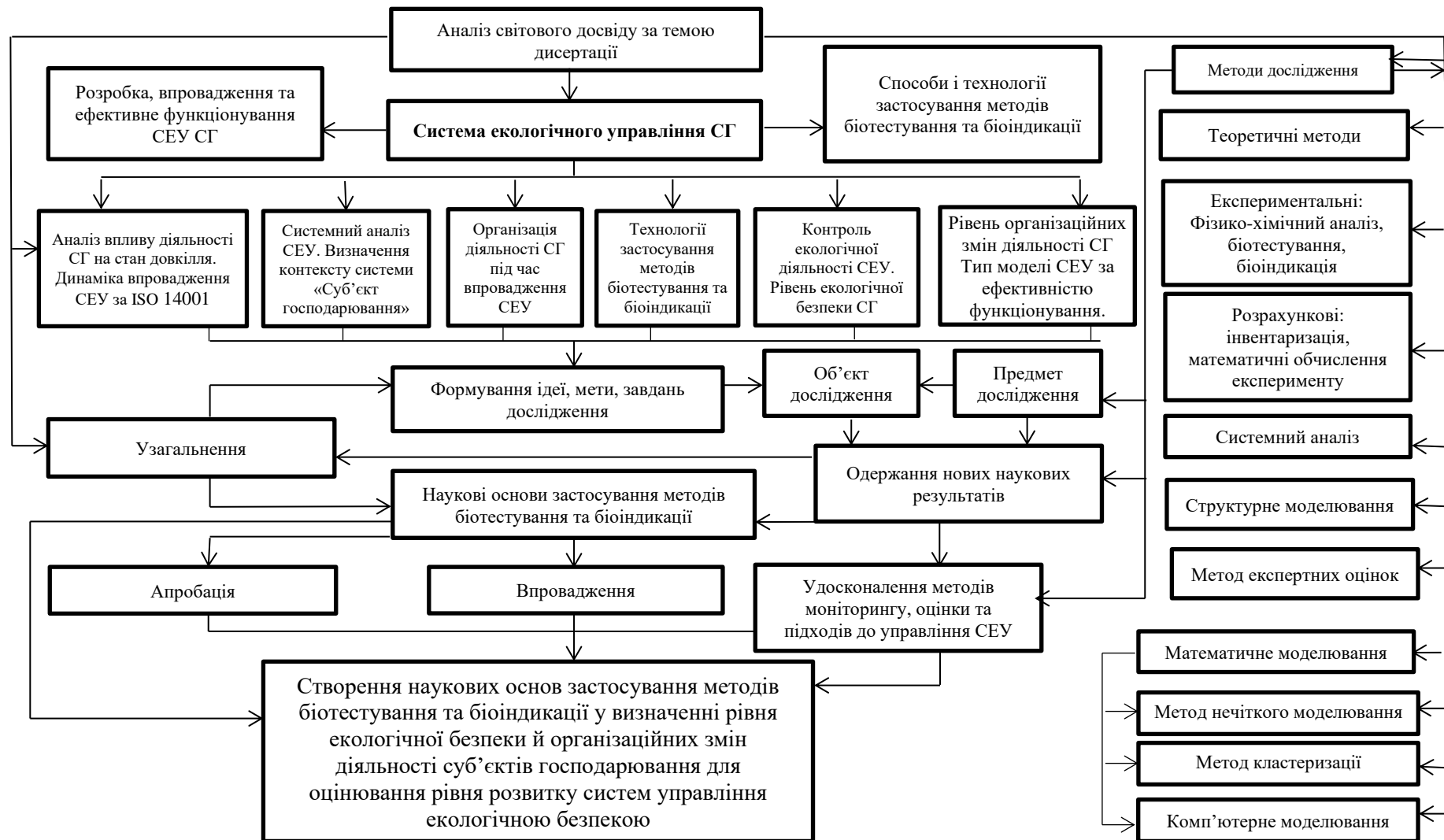


Рисунок 2.1 – Схематичне зображення методології проведення дисертаційних досліджень

За умови постійного контролю за показниками, що визначають екологічну діяльність системи екологічного управління та рівень організаційних змін діяльності СГ, керівництво організації зможе проводити коригувальні заходи, які будуть направлені на постійне поліпшення ефективності функціонування системи екологічного управління для підвищення рівня екологічної безпеки та досягнення відповідності вимогам ДСТУ ISO 14001:2015 і законодавства України.

Отже, для здійснення вибору, обґрунтування та застосування організаційних та управлінських рішень під час впровадження СЕУ, необхідно провести аналіз її компонентів та дослідити контекст СГ за допомогою методів системного аналізу та математичного моделювання.

2.2. Методи системного аналізу та математичного моделювання

Системний аналіз – сукупність методів і засобів, що використовуються під час дослідження та конструювання складних і надскладних об'єктів, в першу чергу це стосується методів розробки, прийняття і обґрунтування рішень при проектуванні, створенні та управлінні соціальними, економічними, екологічними, людино-машинними і технічними системами.

Процедури і методи системного аналізу спрямовані на виявлення альтернативних варіантів вирішення проблеми, встановлення масштабів невизначеності по кожному з варіантів і зіставлення варіантів по тих чи інших критеріях ефективності [308]. Теоретичну і методологічну основу системного аналізу складають системний підхід і загальна теорія систем [309]. Системний аналіз застосовується головним чином до дослідження штучних (що виникли за участю людини) систем, причому в таких системах важлива роль належить діяльності людини [310-312].

Моделювання є основним методом досліджень у всіх галузях знань і науково обґрунтованим методом оцінок характеристик складних систем, що використовуються для прийняття рішень в різних сферах економічної, екологічної та соціальної діяльності [313-314]. При вивченні будь-якого фізичного або іншого явища спочатку отримують якісний опис проблеми. На

етапі моделювання якісні характеристики переходять в кількісні. Одночасно відбувається визначення функціональних залежностей між змінними, і для кожного варіанту вхідних даних знаходять вихідні дані системи.

Отже, моделювання можна визначити як метод опосередкованого пізнання, оскільки досліджуваний об'єкт-оригінал виступає об'єктом-моделлю, причому модель здатна в тому чи іншому відношенні замінювати оригінал на окремих стадіях пізнавального процесу. Стадії пізнання, на яких відбувається така заміна та форми відповідності моделі і оригіналу можуть бути різними:

1) моделювання як пізнавальний процес, що перетворює інформацію, яка надходить із зовнішнього середовища, в результаті чого в свідомості з'являються образи, відповідних об'єктів;

2) моделювання, що полягає в побудові деякої системи-моделі, пов'язаної у певному співвідношенні подібності з системою-оригіналом, причому в цьому випадку перетворення однієї системи в іншу є засобом виявлення залежностей між двома системами, відображеними у співвідношеннях подібності, і не є результатом безпосереднього вивчення інформації, що надходить [315].

Отже, системний аналіз та математичне моделювання є дієвими методами для вирішення дослідницьких і управлінських проблем в процесі вибору та прийняття рішень в умовах невизначеності, що пов'язано з наявністю факторів, які не піддаються кількісній оцінці.

2.2.1. Системний аналіз системи екологічного управління

Згідно з принципами системного аналізу, якщо перед суспільством виникає та чи інша складна проблема (перш за все проблема управління), вона повинна бути розглянута як щось ціле, як система у взаємодії всіх її компонентів.

Для прийняття рішення про управління цією системою необхідно визначити мету, цілі окремих підсистем і безліч альтернатив досягнення цих цілей, які зіставляються за певними критеріями, що дає змогу в результаті обрати найбільш прийнятний для даної ситуації спосіб управління.

Центральною процедурою в системному аналізі є побудова узагальненої моделі (або моделей), що відображує всі чинники і взаємозв'язки реальної ситуації, які можуть проявитися в процесі прийняття рішення. Отримана модель

досліджується з метою з'ясування близькості результату застосування того чи іншого з альтернативних варіантів дій до бажаного, порівняльних витрат ресурсів по кожному з варіантів, ступеня чутливості моделі до різних небажаних зовнішніх впливів.

Системний аналіз спирається на ряд прикладних математичних дисциплін і методів, широко використовуваних в сучасній діяльності управління. Технічна основа системного аналізу – сучасні комп'ютери та інформаційні системи.

У системному аналізі широко використовуються методи системної динаміки, теорії ігор, евристичного програмного забезпечення, імітаційного моделювання, програмно-цільового управління тощо. Важливою особливістю системного аналізу є використання в ньому формалізованих і неформалізованих середніх методів досліджень [316].

Методологічною основою аналізу впливу суб'єктів господарювання на довкілля є системний підхід [317]. Для визначення ефективності функціонування системи екологічного управління та виявлення організаційних змін, які відбуваються в діяльності суб'єктів господарювання застосовуються такі системні об'єкти: вхід, який включає зовнішнє середовище, процес, вихід, зворотний зв'язок, керуючу систему (чотири підсистеми) та обмеження. Вплив зовнішнього середовища тут достатньо втілюють управлінські дії органу управління, які, по суті, йдуть на вхід системи на рівні суб'єкта господарювання. На вході системи доцільно, на нашу думку, ідентифікувати та вивчити всю документацію, яка є в наявності у керівництва СГ.

Функцією входу є забезпечення системи матеріалом, енергією і (або) інформацією, які впливають на функціонування системи та надходять в процес. Вихід є результатом процесу і може бути визначений як призначення, для досягнення якого системні об'єкти об'єднані разом. Призначенням зворотного зв'язку в системі є зміна процесу з метою зближення показників виходу із заданими показниками, а обмеження системи формує модель виходу або мету функціонування системи.

Відповідно до вимог методології системного аналізу при дослідженні СЕУ було використано три основні підходи, які визначають етапи у вивченні системи [318]:

- параметричний аналіз;
- морфологічний аналіз;
- функціональний аналіз.

Параметричний опис є вихідним рівнем дослідження об'єкту. Він включає опис властивостей та ознак об'єкта на підставі емпіричних спостережень. Параметри і показники характеризують ступінь виконання функцій, ефективність функціонування й контроль екологічної діяльності СЕУ та дозволяють в подальшому визначити рівень екологічної безпеки та організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання. Особливістю параметрів і показників є можливість їх безпосереднього кількісного вираження. Параметри – це комплексні характеристики системи і їх можна відобразити через один або декілька показників.

Для оцінки рівня екологічної безпеки та організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання в якості суттєвих розглядаються основні фактори впливу діяльності будь-якої системи на природні компоненти довкілля, які одержано в результаті визначення складових чинників, які властиві системам управління екологічною безпекою. Часткові елементи системи, свідчать про якість функціонування параметрів системи і дають уявлення про вплив, який здійснюють основні фактори для досягнення екологічних цілей та завдань, що стоять перед системою загалом. Узагальнений параметричний аналіз системи екологічного управління суб'єктів господарювання наведено в табл. 2.1 та представлено на рис. 2.2, що дало змогу запропонувати конструктивну схему для оцінювання рівня розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання (рис. 2.3).

Елементом впливу на процес функціонування системи є фактори, якими неможливо або майже неможливо керувати, але їх вплив є суттєвим. Такі фактори формують комплекс некерованих факторів.

Таблиця 2.1 – Параметричний аналіз функціонування системи екологічного управління суб'єктів господарювання

№	Фактор	Характеристика фактору системи	Параметр системи	Характеристика параметра системи
1.	СЕРЕДОВИЩЕ СГ			
1.1	Визначення контексту СГ	Основний елемент системи	Визначення підсистем СГ (зовнішні стейкхолдери, внутрішнє середовище та довкілля) Встановлення сильних і слабких сторін СГ	Часткові елементи системи
1.2.	Розуміння потреб та очікувань стейкхолдерів	Основний елемент системи	Встановлення стейкхолдерів, що прямо або опосередковано впливають на розробку та функціонування ефективної СЕУ СГ (замовники, громадські об'єднання, постачальники, регуляторні органи, неурядові організації, інвестори, працівники) Встановлення потреб внутрішніх та зовнішніх стейкхолдерів Встановлення очікувань (вимог) внутрішніх та зовнішніх стейкхолдерів Встановлення цілей СЕУ СГ для досягнення відповідності вимогам ДСТУ ISO 14001:2015	Часткові елементи системи
1.4.	Визначення критеріїв та індикаторів для встановлення ефективності функціонування СЕУ	Основний елемент системи	Критерії екологічної результативності та їх індикатори Критерії ефективності управління та їх індикатори Критерії екологічної дієвості та їх індикатори	Часткові елементи системи
2.	ЛІДЕРСТВО			
2.1.	Лідерство керівництва	Основний елемент системи	Визначення стратегічного напрямку Відповідальність за ефективність функціонування СЕУ Інтеграція СЕУ в бізнес процеси СГ Забезпечення СЕУ необхідними ресурсами Забезпечення досягнення СЕУ запланованих результатів Сприяння постійному поліпшуванню за допомогою традиційних та нетрадиційних методів дослідження стану НС Мотивація та підтримка персоналу для його внеску в ефективне функціонування СЕУ Використання ефективних підходів до управління СГ для досягнення ефективного функціонування СЕУ	Часткові елементи системи

№	Фактор	Характеристика фактору системи	Параметр системи	Характеристика параметра системи
2.2.	Функції, обов'язки та повноваження в межах СГ	Основний елемент системи	Призначення екологічного менеджера Створення екологічного технічного комітету Формування міждисциплінарної екологічної групи	Часткові елементи системи
3.	ПЛАНУВАННЯ			
3.1	Ризики та можливості в підсистемах СГ	Основний елемент системи	Зовнішні стейкхолдери (держава, банки, постачальники, профспілки, клієнти, конкуренти, власники, жителі прилеглих територій, громадські об'єднання) Довкілля (використання ресурсів та вплив діяльності СГ на стан НС) Внутрішнє середовище (організаційна структура СГ формальні і неформальні групи)	Часткові елементи системи
3.2.	Екологічні аспекти	Основний елемент системи	Встановлення прямих та непрямих екологічних аспектів діяльності, продукції чи послуг СГ Вплив діяльності, продукції та послуг СГ на стан довкілля Вибір методики та визначення суттєвих екологічних аспектів	Часткові елементи системи
3.3.	Екологічна політика	Основний елемент системи	Сформованість екополітики (відповідність екополітики характеру, масштабу та впливу діяльності, продукції і послуг СГ на довкілля; основа для встановлення екологічних цілей) Зобов'язання (щодо: запобігання забрудненню, дотримання відповідності вимог ISO; постійного поліпшення СЕУ та її ефективності) Актуалізація (задокументованість екополітики, постійний перегляд) Доступність (в межах СГ, для зовнішніх внутрішніх стейкхолдерів)	Часткові елементи системи
3.3.	Обов'язкові для дотримання відповідності вимоги	Основний елемент системи	Визначити обов'язкові для дотримання відповідності вимоги, пов'язані з суттєвими екологічними аспектами Визначити обов'язкові для дотримання відповідності вимоги, пов'язані з внутрішнім середовищем СГ Визначити обов'язкові для дотримання відповідності вимоги, пов'язані зовнішніми стейкхолдерами	Часткові елементи системи

№	Фактор	Характеристика фактору системи	Параметр системи		Характеристика параметра системи
			Визначити обов'язкові для дотримання відповідності вимоги, пов'язані з контролем за покращенням стану природних компонентів довкілля		
3.4.	Планування дій	Основний елемент системи	Встановлення плану дій щодо усунення (суттєвих екологічних впливів, ризиків та можливостей) Інтеграція та запровадження плану дій у СЕУ Оцінювання результатів плану дій		Часткові елементи системи
3.5.	Екологічні цілі	Основний елемент системи	Узгодження з екологічною політикою Вимірність цілей Моніторинг досягнення цілей Доведення до відома (зовнішні та внутрішні стейкхолдери) Актуалізація цілей Задокументованість цілей Необхідні ресурси для досягнення цілей Відповідальність за виконання цілей		Часткові елементи системи
4.	ПІДТРИМАННЯ СЕУ				
4.1.	Ресурси	Основний елемент системи	Кредити Кошти фондів Дотації держави Позики	Договори Гранти (вітчизняні та/або міжнародні) Проекти (вітчизняні та/або міжнародні) Працівники	Часткові елементи системи
4.2.	Компетентність працівників	Основний елемент системи	Належна освіта Професійна підготовленість Досвід	Умови праці Мотивація Навчання	Часткові елементи системи
4.3.	Обізнаність	Основний елемент системи	Забезпечення обізнаності працівників щодо: Екологічної політики Суттєвих екологічних аспектів Чинників впливу діяльності СГ на довкілля Наслідків невиконання вимог СЕУ Критеріїв та індикаторів ефективного функціонування СЕУ		Часткові елементи системи
4.4.	Повідомлення щодо екологічної інформації в межах СЕУ СГ	Основний елемент системи	Внутрішнє інформування всіх рівнів і підрозділів СГ про рівень ефективності функціонуючої СЕУ		Часткові елементи системи

№	Фактор	Характеристика фактору системи	Параметр системи	Характеристика параметра системи
			Зовнішнє інформування (за межами СГ) про рівень ефективності функціонуючої СЕУ	
4.5.	Задokumentована інформація	Основний елемент системи	<p>Наявність документів тимчасової та постійної дії, нормативних (зовнішніх та внутрішніх) документів</p> <p>Наявність документів контролю стану НС до впровадження СЕУ / після поточного аудиту СЕУ</p> <p>Належна ідентифікація та опис інформації</p> <p>Захищеність документації</p> <p>Придатність та наявність документації</p> <p>Розподіл, пошук, доступ документації</p> <p>Збереження документації</p> <p>Контроль змін у документах</p> <p>Зберігання і видалення документації</p>	Часткові елементи системи
5.	ВИРОБНИЦТВО			
5.1	Планування і контроль поточної діяльності	Основний елемент системи	<p>Стан території СГ</p> <p>Будівлі та приміщення</p> <p>Транспортні засоби</p> <p>Розробка продукції</p> <p>Управління матеріально-технічним постачанням</p> <p>Технології виробництва</p> <p>Енергія</p> <p>Атмосферне повітря</p> <p>Водні об'єкти та їх ресурси</p> <p>Ґрунтовий покрив</p> <p>Управління потоками відходів</p>	Часткові елементи системи
5.2.	Готовність до надзвичайних ситуацій і реагування на них	Основний елемент системи	<p>План заходів щодо запобігання/послаблення несприятливих впливів на довкілля</p> <p>Реагування на надзвичайні ситуації</p> <p>Перевірка запланованих заходів щодо реагування</p> <p>Періодичний аналіз запланованих заходів щодо реагування</p> <p>Надання інформації щодо готовності та реагування до надзвичайних ситуацій (внутрішні та зовнішні стейкхолдери)</p>	Часткові елементи системи

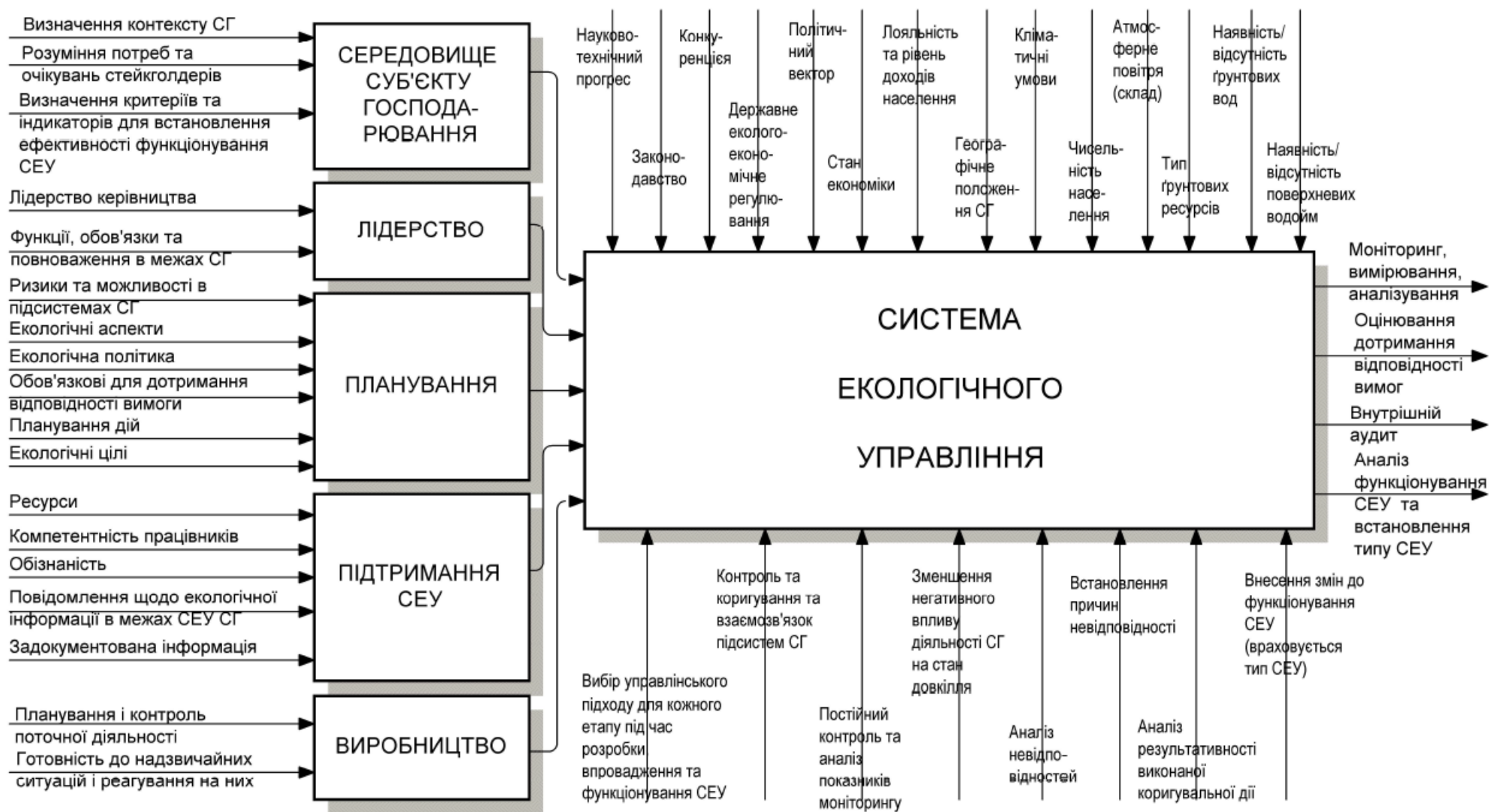


Рисунок 2.2 – Системна модель функціонування системи екологічного управління суб'єктів господарювання

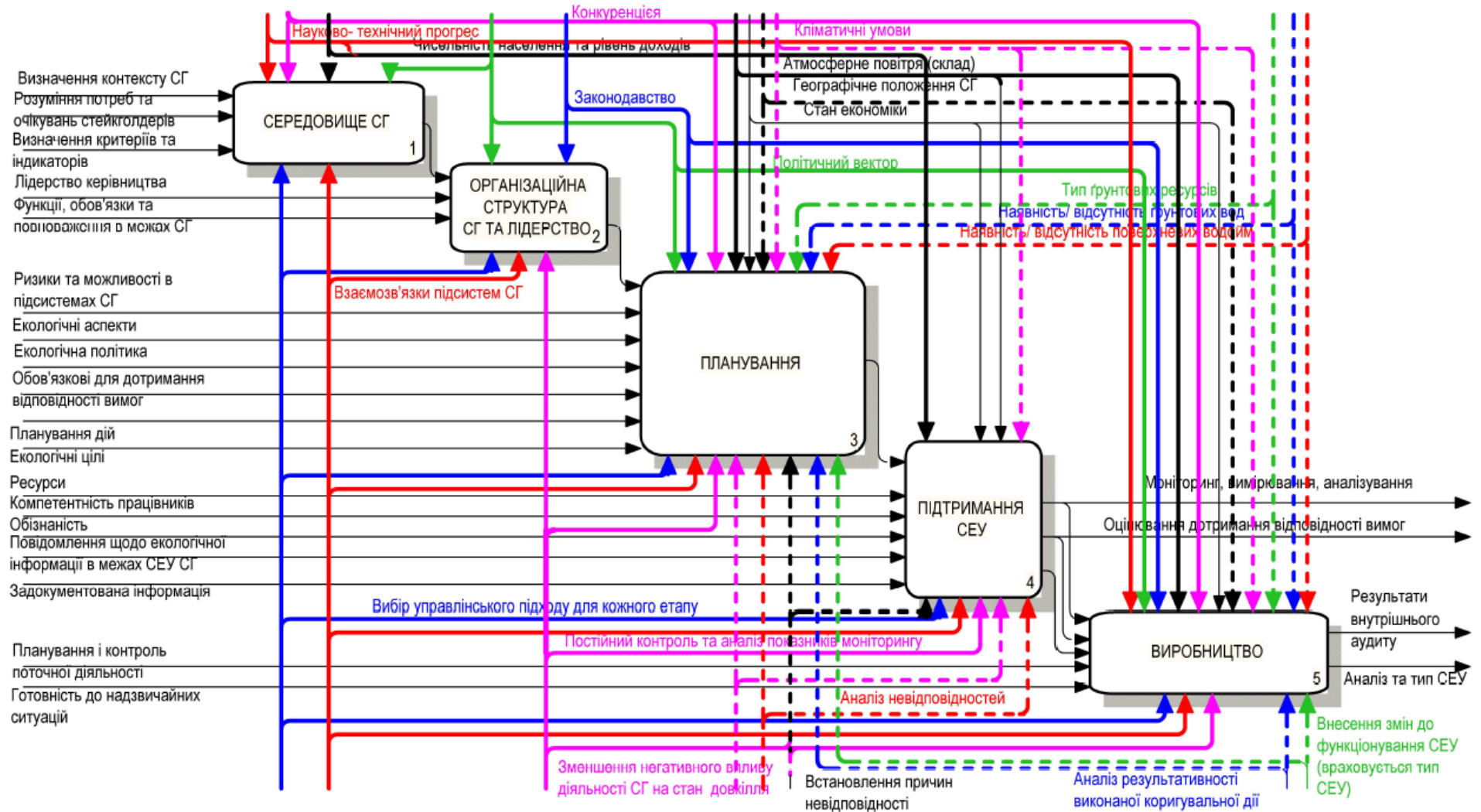


Рисунок 2.3 – Конструктивна схема оцінювання рівня розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання

До комплексу некерованих факторів в системах управління екологічною безпекою та тих, що впливають на контроль екологічної діяльності та ефективність функціонування СЕУ, а від так і на рівень ЕБ та організаційних змін діяльності СГ можна віднести:

1. Науково-технічний прогрес
2. Законодавство та нормативно-правове регулювання
3. Процеси управління конкуренцією
4. Державне еколого-економічне регулювання
5. Політичний вектор та його вплив
6. Стан економіки та економічних процесів
7. Лояльність та рівень доходів населення
8. Географічне положення суб'єктів господарювання
9. Кліматичні умови, що впливають на діяльність СГ
10. Чисельність населення та її плінність
11. Якість атмосферного повітря
12. Тип ґрунтових ресурсів
13. Наявність/відсутність ґрунтових вод.
14. Наявність /відсутність поверхневих водойм.

Головна задача процесу функціонування дослідної системи зумовити перехід входу у вихід. Результати контролю екологічної діяльності СЕУ та вибору її типу за ефективністю функціонування визначаються вихідними параметрами. Комплекс параметрів для контролю екологічної діяльності СЕУ та вибору її типу за ефективністю функціонування наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні параметри контролю екологічної діяльності СЕУ та визначення її ефективності функціонування

№	Фактор	Параметр системи
1	2	3
1.	Моніторинг, вимірювання, аналізування	Методи моніторингу, вимірювання, аналізування та оцінювання, що застосовуються Критерії ефективного функціонування СЕУ Інтервал проведення моніторингу і вимірювань Аналіз та оцінка результатів моніторингу та вимірювань Засоби моніторингу та вимірювань Забезпечення задокументованої інформації як доказів результатів моніторингу, вимірювання, аналізування та оцінювання.

Закінчення таблиці 2.2

1	2	3	
2.	Оцінювання дотримання відповідності вимог	Результати оцінювання ефективності управління СЕУ Результати оцінювання екологічної дієвості СЕУ Результати оцінювання екологічної результативності СЕУ Обізнаність стейкхолдерів щодо даних оцінювання	
2.	Внутрішній аудит	Встановлення за допомогою аудиту відповідності СЕУ вимогам ДСТУ ISO 14001:2015 та нормативно-правовим вимогам законодавства	
3.	Аналіз функціонування СЕУ та встановлення типу СЕУ за критеріями ефективності управління; екологічної результативності; екологічної дієвості	Ефективність управління СЕУ: – зміни у внутрішньому середовищі СГ – зміни у потребах і очікуваннях зовнішніх і внутрішніх стейкхолдерів – невідповідності та коригувальні дії – виконання обов'язкових для дотримання відповідності вимог підприємства – результат аудитів	Екологічна результативність СЕУ: – зміни у суттєвих аспектах підприємства – зміни ризиків та можливостей – ступінь досягнення екологічних цілей – достатність ресурсів – можливості постійного поліпшування – Екологічна дієвість СЕУ: – зміни у даних фіксованих вимірювань – зміни у даних отриманих в результаті біотестування та біоіндикаційних вимірювань

За результатами оцінки вихідних параметрів СЕУ відбувається оцінювання рівня екологічної безпеки та організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання, що дозволяє визначити розвиток системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.

Зміна перебігу процесів контролю екологічної діяльності та ефективності функціонування системи для досягнення основної мети дослідження здійснюється за допомогою комплексу керуючих та регулюючих факторів. Зворотній зв'язок в системі показує, яким чином управління окремими складовими, може вплинути на СЕУ СГ та покращити стан природних компонентів довкілля. Будь-які обмеження, що накладаються на параметри регулювання та керування процесом функціонування дослідної системи, призводять до стабілізації її впливу на довкілля.

Таким чином, до комплексу параметрів регулювання та керування процесом функціонування системи відносимо наступні елементи:

1. вибір та застосування управлінських підходів на кожному етапі розробки, впровадження та функціонування СЕУ;

2. контроль, коригування та взаємозв'язок підсистем та їх елементів суб'єктів господарювання на етапах розробки, впровадження і функціонування СЕУ;

3. зменшення негативного впливу діяльності СГ, постійний контроль і аналіз показників стану біосистем (методи біоіндикації та біотестування) та якості довкілля (розрахункові методи);

4. аналіз невідповідностей;

5. встановлення причин невідповідностей;

6. коригувальні дії;

7. аналіз результативності виконаної коригувальної дії;

8. виявлення рівня екологічної безпеки суб'єкта господарювання відповідно до визначеного комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ;

9. проведення організаційних змін в діяльності суб'єктів господарювання, що буде відповідати обраному типу системи екологічного управління за ефективністю функціонування;

10. оцінювання розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єкта господарювання за рівнем організаційних змін діяльності та типом моделі СЕУ.

Таким чином, сформована за допомогою системного аналізу декомпозиція системної моделі функціонування системи екологічного управління суб'єктів господарювання дозволяє застосувати математичне моделювання для покращення функціонування та розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.

2.2.2. Математичне моделювання як інструмент управління еколого-економічним функціонуванням суб'єктів господарювання

Математична модель - це сукупність математичних об'єктів і співвідношень між ними, що адекватно відображає властивості і поведінку досліджуваного об'єкта.

Математичне моделювання - метод якісного і (або) кількісного опису процесу за допомогою математичної моделі, при побудові якої реальний процес описується за допомогою відповідного математичного апарату, що є невід'ємною частиною дисертаційного дослідження.

Узагальненими етапами побудови математичної моделі є (рис. 2.4):

1. Обстеження об'єкту моделювання. Метою етапу є формування змістовної постановки задачі моделювання - переліку сформульованих в словесній формі основних питань про об'єкт моделювання, що цікавлять замовника. Конструювання моделі починається зі словесно-сміслового опису об'єкта або явища:

- відомості загального характеру про природу об'єкта;
- цілі його дослідження;
- деякі припущення.

Даний етап можна також назвати формулюванням предмоделі.

2. Формування концептуальної та математичної постановки задачі.



Рисунок 2.4 – Узагальнені етапи побудови математичної моделі

Мета етапу - формулювання в термінах переліку основних питань, щодо об'єкту та процесу дослідження, а також сукупності гіпотез щодо властивостей і поведінки об'єкта моделювання. Отримання сукупності математичних співвідношень, що описують поведінку і властивості об'єкта моделювання.

На цьому етапі відбувається завершення ідеалізації об'єкта:

- відкидаються всі фактори і ефекти, які визнано не найсуттєвішими для його поведінки;
- виділяють основні явища і елементи в об'єкті і потім встановлюють зв'язки між ними;
- для кожного виділеного елемента і явища записують рівняння, що відображає його функціонування.

У математичний опис (система алгебраїчних, диференціальних рівнянь) включають рівняння зв'язку між різними виділеними явищами.

3. Якісний аналіз та перевірка коректності моделі. Доведення коректності математичної задачі досить складна проблема. Математична модель є коректною, якщо для неї здійснено і отримано позитивний результат всіх контрольних перевірок:

- контроль розмірності;
- контроль порядків;
- контроль характеру залежностей;
- контроль екстремальних ситуацій;
- контроль граничних умов;
- контроль фізичного сенсу;
- контроль математичної замкнутості.

4. Вибір й обґрунтування вибору методів вирішення задачі. Метою етапу є вибір найбільш ефективного (по швидкості отримання рішення та його найбільшій точності) методу рішення. Всі методи вирішення завдань, що визначають «ядро» математичних моделей, можна поділити на:

- контроль розмірності;
- аналітичні;
- алгоритмічні.

5. Пошук рішення або комп'ютерна реалізація алгоритму. Метою етапу є рішення задачі аналітично або представлення комп'ютерного рішення задачі. Один з основних етапів обчислювального експерименту.

6. Перевірка адекватності моделі є заключним перед її використанням. Метою етапу є встановлення відповідності об'єкту і сформульованим припущенням усіма можливими способами:

- порівнянням з практикою в ідентичних умовах;
- зіставлення з іншими підходами.

7. Практичне використання моделі. Незалежно від області застосування створеної моделі необхідно провести якісний та кількісний аналіз результатів моделювання, який дозволяє:

- виконати модифікацію даного об'єкту, знайти його оптимальні характеристики;
- позначити область застосування моделі;
- перевірити обґрунтованість гіпотез, прийнятих на етапі математичної постановки, оцінити можливість спрощення моделі з метою підвищення її ефективності при збереженні необхідної точності;
- показати, в якому напрямку слід розвивати модель в подальшому.

Моделювання є інструментом управління еколого-економічним функціонуванням СГ як відкритої системи. На рис. 2.5 відображено основні методи для створення моделей екологічно безпечного функціонування СГ.

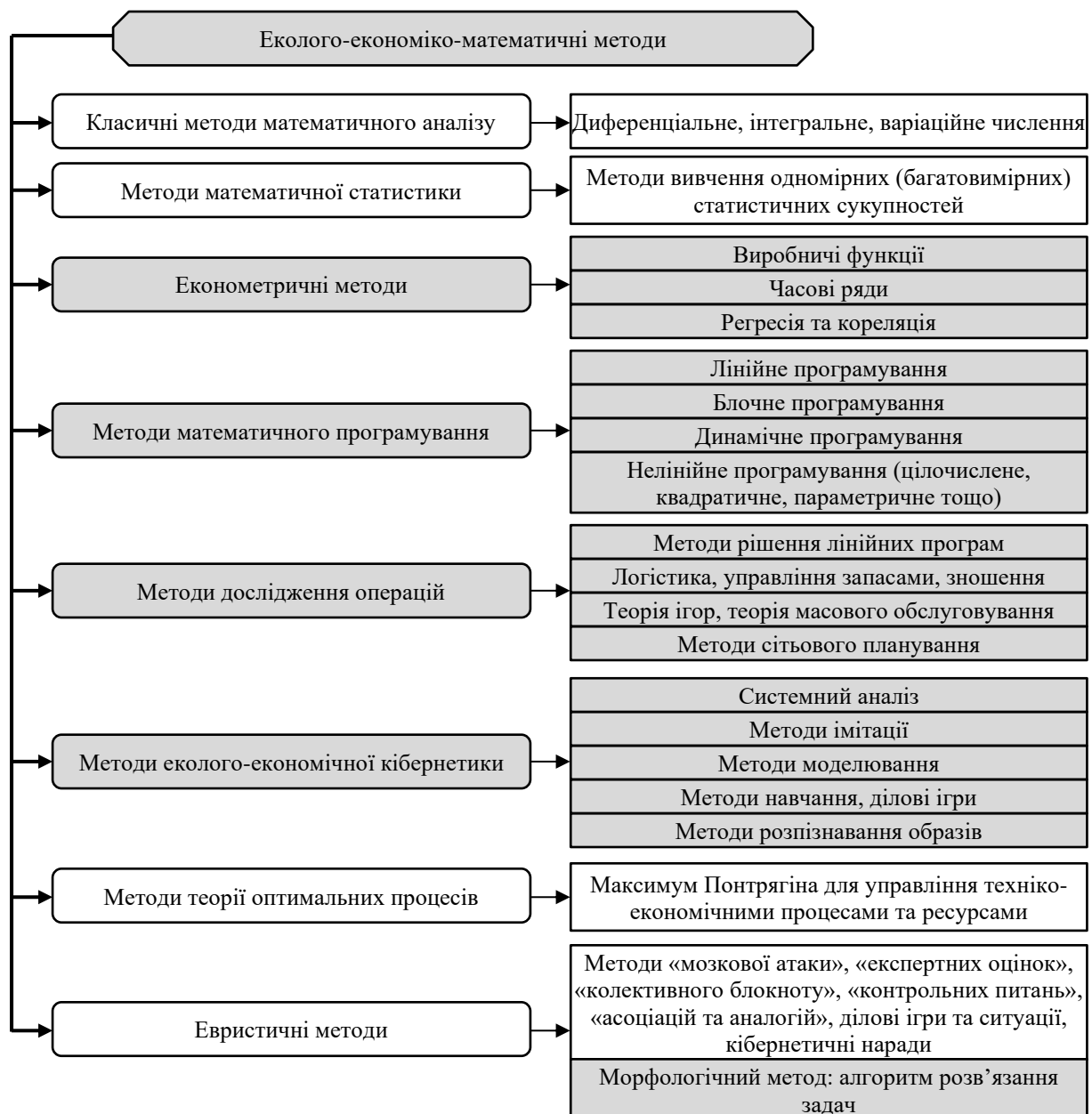


Рисунок 2.5 – Класифікація основних еколого-економіко-математичних методів управління підприємством

Еколого-економіко-математичне моделюванням можна також розглядати як процес встановлення відповідності для реальної системи (S) з деякою, що відповідає наведеним вище вимогам, математичною моделлю (M). Дослідження моделі (M), дозволяють отримати як характеристики, так і оцінки поведінки реальної системи в певних інтервалах значень її показників і параметрів [319].

Тому, застосування потужного математичного апарату є найефективнішим й найдосконалішим методом, який входить у структуру загальної методології проведених дисертаційних досліджень.

2.3. Методологія проведення експериментальних досліджень

Однією з цілей моніторингових досліджень є можливість в отриманні даних для визначення ризиків для здоров'я населення від хімічного забруднення та концентрації забруднюючих речовин, які є результатом діяльності суб'єктів господарювання. Такі розрахунки застосовуються досить часто, зокрема під час аудитів та інвентаризації викидів ЗР для визначення групи підприємства для встановлення або зняття з державного обліку. Методи біотестування та біоіндикації, які дозволяють встановити ступінь антропогенних змін цілого комплексу екологічних факторів, що формують специфічні властивості природних компонентів довкілля залишаються поза увагою керівництва суб'єктів господарювання.

Запропонована методологія експериментальних досліджень полягає у створенні наукових основ застосування методів біоіндикації та біотестування під час контролю екологічної діяльності СЕУ для визначення змін, які відбулись у природних компонентах довкілля до та після впровадження систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання (рис. 2.6).

В основі методології експериментальних досліджень знаходиться комплексний біодіагностичний підхід. У рамках цього підходу запропоновано визначення групового показника екологічної дієвості СЕУ, до складу якого входять узагальнювальні індикатори – якості довкілля та стану біосистем, об'єднуючі показники й ряд чинників, які визначають стан природних компонентів (методи біоіндикації та біотестування) та рівня їх хімічного забруднення (розрахункові, інструментально-лабораторні методи).

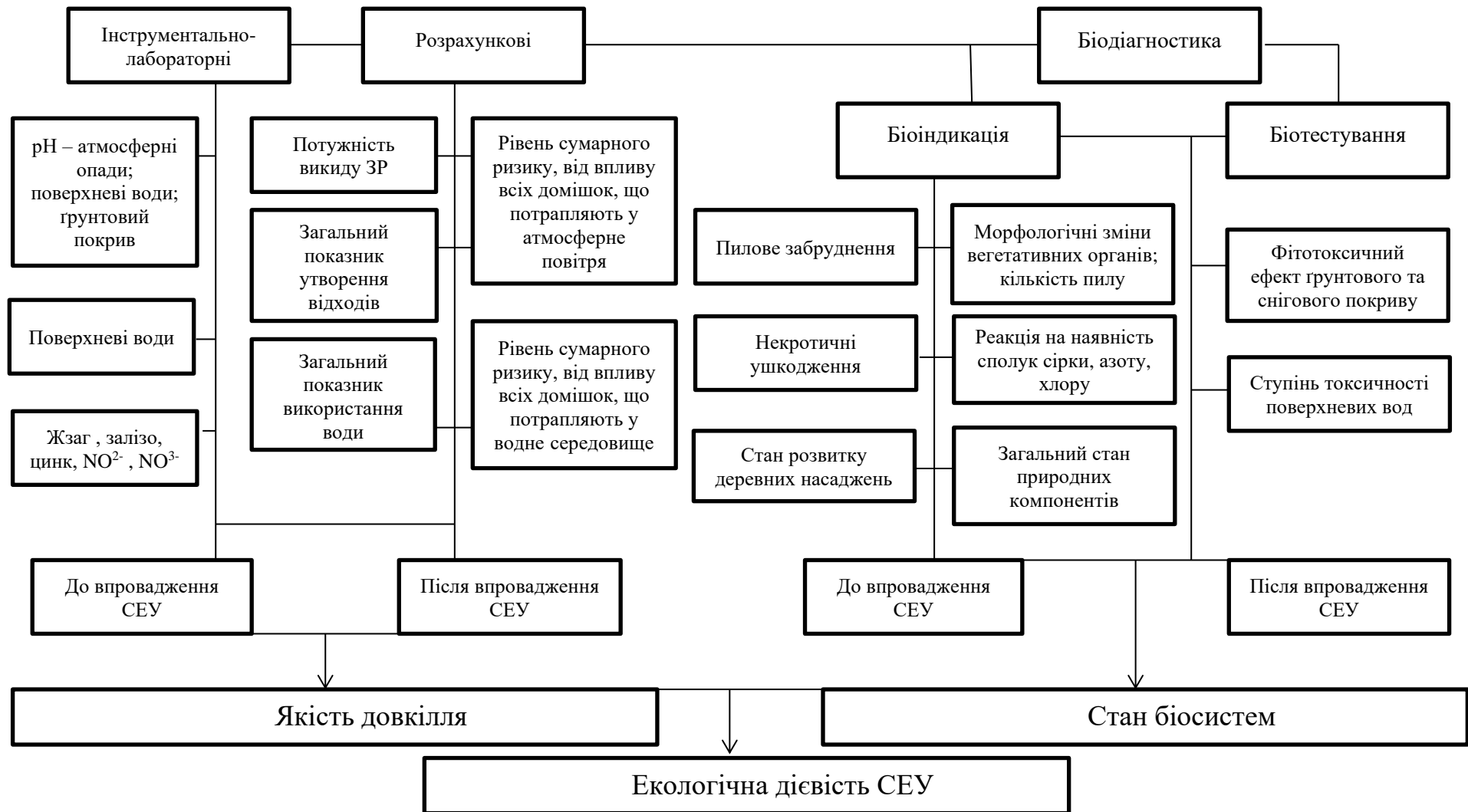


Рисунок 2.6 – Схематичне зображення методології проведення експериментальних досліджень

Екологічна дієвість СЕУ є одним із трьох показників, які допомагають здійснювати контроль екологічної діяльності СЕУ. Екологічна дієвість СЕУ визначалась за допомогою комплексу методів:

1) біоіндикації та біотестування (визначають функціональний стан живих організмів як показників ступеня збереження або відновлення екологічних властивостей природних компонентів довкілля);

2) інструментально-лабораторних вимірювань хімічного забруднення атмосферного повітря, ґрунтового покриву, атмосферних опадів та поверхневих вод;

3) розрахункових для визначення потужності викиду забруднюючих речовин, загальних показників утворення відходів та використання води під час технологічних процесів СГ, які здійснюють свою діяльність у різних галузях економіки, що дає змогу встановити потенційний ризик здоров'ю населення при комплексному впливі декількох домішок, що надходять через атмосферне повітря.

Отриманий показник екологічної дієвості до та після впровадження СЕУ в межах санітарно-захисної зони суб'єкта господарювання входить до складу комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ та є необхідною ознакою рівня екологічної безпеки суб'єкта господарювання, а також є показником рівня організаційних змін діяльності СГ, які впливають на ефективність функціонування СЕУ та її розвиток.

2.3.1. Методи і методики відбору та аналізу проб

Виконання роботи потребувало проведення експериментальних досліджень з використанням та підбором відповідних методів та методик досліджень для:

– аналізу природних компонентів довкілля – ґрунтового покриву, поверхневих вод, атмосферних опадів, атмосферного повітря;

– встановлення ступеня токсичності атмосферного повітря, ґрунтового покриву, поверхневих вод та атмосферних опадів за реакцією-відповіддю або тест-функцією рослинних та тваринних організмів;

– проведення натурних досліджень (польові – для відбору проб ґрунту, води, атмосферних опадів, частин вегетативних органів рослинних організмів, вирощування покоління гідробіонтів та рослин-індикаторів);

- визначення фізико-хімічних властивостей ґрунтів, поверхневих вод атмосферних опадів;
- визначення морфологічних та фізіологічних відхилень, змін у процесах онтогенезу рослинних й тваринних організмів, які були використані в якості тест-об'єктів та біоіндикаторів;
- математичної обробки результатів.

2.3.1.1. Відбір проб та аналіз ґрунту

Дослідження проведено в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ, для чого було відібрано проби ґрунту та порівняно їх з ґрунтом з «умовно чистої» зони, яка була запропонована в якості контролю. Вивчено реакцію-відповідь рослинних організмів на фізико-хімічний стан ґрунтів в системі «СГ – ґрунт – рослинний організм» за допомогою методик виконання вимірювань, які відображують такі напрямки:

- якість ґрунту та ґрунтознавство взагалі;
- досліджування ґрунтів взагалі;
- хімічні характеристики ґрунтів;
- фізичні властивості ґрунтів.

Відповідно до ДСТУ ISO 10381-5:2009 розташування пробних майданчиків відповідає таким вимогам:

- вибране місце було максимально рівним, горизонтальним, з однотипним ґрунтовим покривом;
- пробний майданчик був розташований в межах санітарно-захисної зони СГ, але не ближче 100 м від доріг;
- на території, яку було обрано як «умовно чисту» проби відбирались в середині лісового масиву на рівновіддаленій відстані від дерев.

Перед відбором проб ґрунтів на ділянках, що обстежувались, проведено детальний огляд території, на якій передбачалось проводити відбір. За результатами оцінки характеристик джерел забруднення та характеру використання території, на якій передбачався відбір, визначили розміри пробних площадок 1 м×1 м у п'яти точках із кроком не менше 5–10 м одна від одної методом конверта (одна з точок знаходиться ближче до центра, а чотири – ближче до периферії) [320-323]. Для дослідження ґрунту отримували порушені проби, які відбирали з землі без будь-якої спроби зберегти структуру ґрунту

спеціальним пробовідбірником діаметром 37 мм на глибину орного шару (20-25 см) [320]. Після цього п'ять проб об'єднували в одну загальну пробу об'ємом $\leq 1000 \text{ см}^3$ для можливості проведення необхідних досліджень.

Ґрунт ретельно перемішували, насипали в поліетиленовий пакет для зразків, який вкладали у другий поліетиленовий пакет. Між поліетиленовими пакетами розміщували паспорт зразка [324, 325]. Після доставки в лабораторію зразки висушували, просівали крізь сито 1 мм, ретельно гомогенізували, зважували, а масу фіксували в паспорті та каталозі відбору проб [326]. Після цього ґрунт використовувався для подальших аналізів, які дозволили отримати дані щодо рівня рН ґрунтових зразків [327].

2.3.1.2. Відбір проб та аналіз атмосферних опадів

В геохімічних та гігієнічних дослідженнях наголошується про кількісні зв'язки між вмістом металів в атмосферному повітрі і випадінням їх на території міст, що фіксується у вигляді аномалій в сніговому покриві як природному середовищі, депонуючому забруднення [328, 329].

Дослідження проведено в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ, для чого було відібрано проби атмосферних опадів (сніговий покрив) та порівняно їх з опадами з «умовно чистої» зони, яка була запропонована в якості контролю. Вивчено реакцію-відповідь рослинних організмів на фізико-хімічний стан снігового покриву в системі «СГ – атмосферні опади – рослинний організм» за допомогою методик виконання вимірювань.

Розміри пробних площадок для відбору проб снігового покриву повинні складати 1 м×1 м у п'яти точках із кроком не менше 5–10 м одна від одної методом конверта або щільність відбору 1-5 проб на км², якщо не встановлено епіцентр забруднення [330]. Проби відбирали на всю потужність снігоприймача та фіксували площу шурфу і снігодоби. Розміри шурфу заміряли по довжині і ширині для розрахунку площі, на яку проектується випадання з атмосфери. Вага проб досягала 6 кг, щоб отримати масу випадіння, достатню для проведення аналізу. Дату відбору фіксували, що дозволяло визначити час накопичення в сніговому покриві атмосферних опадів [331- 333]. Відібрані проби розтоплювали і центрифугували для видалення твердої фракції опадів та визначали їх рН [334].

2.3.1.3. Відбір проб та аналіз поверхневих вод

Для досліджень відібрано проби з поверхневих водних об'єктів (озера) штучного та природного походження, які розташовуються поблизу межі СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ.

Відбір проб поверхневих вод здійснювали частково у скляний, частково у поліетиленовий посуд [335, 336]. На кожній відібраній пробі клеїли етикетку, на якій вказували: назву поверхневого водного об'єкту; найменування суб'єкта господарювання; мету та ціль виконання відбору проб.

Відібрані проби консервували, після чого герметично закривали кришками або запаювали пакети для того, щоб виключити можливість змін у складі проб води в період від відбору проб до початку вимірювань [336], враховуючи максимально рекомендований час консервування перед аналізуванням. Під час транспортування проб враховували вимоги стандартизованих методик. На наступному етапі досліджень проводили визначення у пробах наявності ряду сполук та речовин (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Методики аналізу проб води

Параметр, що досліджували	Тип тари (поліетиленовий (П)/скляний (С))	Спосіб консервування	Максимально рекомендований час консервування перед аналізуванням	Об'єм проби	Позначення нормативних документів на методи випробувань
1	2	3	4	5	6
Залізо загальне, мг/дм ³	П	Окиснювання HNO ₃ до рН<2	1 місяць	>0,25	КНД 211.1.4.040-95. Методика фотометрического определения общего железа (II) и железа (II;III) с сульфосалициловой кислотой ДСТУ ISO 6332-2003 Якість води. Визначання заліза. Спектрометричний метод із використанням 1,10-фенантроліну (ISO 6332:1988, IDT)
Водневий показник (рН)	П	Транспортування за нижчої від початкової температури	24 години	>0,25	МВВ №081/12-0317-06. Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань водневого показника (рН) електрометричним методом.

Закінчення таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6
Цинк, мг/дм ³	П	Фільтрування та місці відбору проби і окиснювання HNO ₃ до рН<2	5 діб	>0,5	МВВ №081/12-0173-03. Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації цинку фотоколориметричним методом.
Нітрати, мг/дм ³	П	Окислювання до рН<2 за допомогою H ₂ SO ₄	48 годин	>0,1	КНД 211.1.4.027-95. Мето- дика фотометрического оп- ределения нитратов с сали- циловой кислотой в по- верхностных и биологичес- ки очищенных водах
		Охолодження до температури від 2 до 5 ⁰ С	24 години		
Нітрити, мг/дм ³	П або С	Додавання хлороформу та охолодження до температури від 2 до 5 ⁰ С	1-2 доби	>0,2	КНД 211.1.4.023-95. Методика фотометрического определения нитрит-ионов с реактивом Грисса в поверхностных и очищенных сточных водах
Жорсткіст ь мг- екв/дм ³	П або С	-	1 доба	>0,1	РД 52.24.47-87. Методические указания по выполнению измерений величины жёсткости природных вод титриметрическим методом с трилоном Б
Кальцій	П або С	-	1 доба	>0,1	ДСТУ ISO 6059-2003 Якість води. Визначання сумарного кальцію та магнію. Титриметричний метод із застосуванням етилендіамінтетраоцтової кислоти (ISO 6059:1984, IDT)
Магній	П або С	-	1 доба	>0,1	

Проби води з озер були порівняні з контролем, яким виступила дехлорована відстояна водопровідна вода. Вивчено тест-функцію тваринних організмів на фізико-хімічний стан води в системі «СГ – вода – тваринний організм» за допомогою методик виконання вимірювань.

2.3.1.4. Методики відбору рослинних і тваринних організмів

Оцінка техногенного навантаження на природні компоненти довкілля здійснювалась за допомогою реакції видів-біоіндикаторів, які були представлені деревними насадженнями, що проростають на межі СЗЗ та тест-об'єктами, які були спеціально підібрані для встановлення наявності токсичних ефекту ґрунтів, атмосферних опадів та поверхневих вод. У відповідності до цих критеріїв для

оцінки стану природних компонентів довкілля використовувались наступні види-біоіндикатори та тест-об'єкти:

- деревні види рослин (біоіндикація) – береза бородавчаста (*Betula pendula Roth.*), липа серцелиста (*Tilia cordata Mill.*), сосна звичайна (*Pinus sylvestris L.*);
- трав'янисті рослини (біотестування) – крес-салат (*Lepidium sativum L.*);
- тваринні організми (біотестування) – дафнія (*Daphnia magna Straus.*).

Зміни процесів онтогенезу тест-об'єктів під час проростання у певний проміжок часу в межах СЗЗ СГ аналізувались і порівнювались з умовами їх проростання в контрольних пробах для встановлення стану природних компонентів довкілля, які знаходяться в безпосередній близькості від впливу виробничих потужностей СГ. Вегетативні органи деревних насаджень відібрані в межах СЗЗ СГ, зокрема їх функціональний стан порівнювались із такими, що проростають в «умовно чистих» територіях, здебільшого приурочених до лісових масивів, об'єктів природно-заповідного фонду з максимальною віддаленістю від автомобільних доріг та промислових підприємств. Для проведення біоіндикаційних досліджень відбір зразків вегетативних органів рослинних організмів на всіх ділянках відбувався у певний визначений час і за означених умов (відстань від об'єкту впливу, період доби, пора року, відсутність опадів). Критерії відбору проб рослинних організмів наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Критерії відбору проб рослинних організмів

	Вимоги до відбору індикаторів	Характеристика вимог
1	Строки збору	Зупинка росту листя (середина липня)
2	Об'єм вибірки	100 листків (по 10 листків з 10 дерев)
3	Транспортування	Листки з одного дерева зв'язати, скласти в поліетиленовий пакет, забезпечити етикеткою
4	Етикетка	Номер вибірки, місце збору, дату збирання листя
5	Вибір дерев	Дерева повинні бути одного виду, подібні екологічні умови, врахувати вік дерева,
6	Збір листя	Листя збирати на одній висоті і рівномірно навколо дерева (нижня частина крони), враховувати тип пагона, відбирати листя середньостатистичного розміру
7	Зберігання матеріалу	Зберігати у поліетиленовому пакеті на нижній полиці холодильника. Для довгого зберігання – зафіксувати матеріал в 60% розчині етилового спирту або гербаризувати.

Джерело: розроблено автором за матеріалами [337].

На етапі проведення біотестування для розрахунку інтегрального (експресного) показника якості води застосовували індекс токсичності [264, 338-340] на основі реакції уніфікованого тест-об'єкту [341], що відноситься до прісноводних ракоподібних роду *Daphnia* ряду *Cladocera* (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Відповідність *D. magna* вимогам до водно-токсикологічних біотестів

№	Вимоги до біотестів	Характеристика <i>D. magna</i>
1	Експресність	Короткий життєвий цикл дає можливість протягом 24-48 годин визначити токсичність середовища
2	Чутливість	Дає цілий комплекс реакцій на токсичну дію
3	Доступність виконання	Для проведення експерименту достатньо слідувати методиці при наявності лабораторії
4	Відтворювальність	Культивування <i>in vitro</i>
5	Точність	Вловлює малі коливання концентрації досліджуваних токсикантів
6	Економічність	Без труднощів вирощується в лабораторних умовах
7	Придатність для інструменталізації та автоматизації	Застосовують для оцінки токсичності води та встановлення токсичності забруднень ґрунтів у витяжках

Джерело: розроблено автором за даними [342].

Вихідний матеріал для культивування (дафнії) транспортували в скляній ємності з кришкою при температурі навколишнього середовища +25°C. Ємність заповнювали водою, в якій вирощувались дафнії на 2/3 об'єму і в неї сачком переносили дафній. Щільність посадки приблизно 25 особин на 1 дм³ води. В лабораторії воду з дафніями по стінці судини переливали в ємність для культивування, обсяг якої повинен в 2 – 3 рази перевищувати кількість води з рачками. Культиватор з дафніями поміщають в бокс і протягом 1 – 2 днів невеликими порціями доливали попередньо приготовану відстояну водопровідну воду для адаптації дафній до нової води. Визначення гострої токсичності в дослідах проводили на оваріальних самках, які дають найкращу реакцію на токсичну дію [342].

2.3.2. Методики експериментальних досліджень

Методики експериментальних досліджень розглядалися для методів біоіндикації та біотестування. Біотестування включено до ДСанПіНу 2.2.4-171-10 як метод, який використовується у разі забруднення питної води невідомими

токсичними сполуками та хімічними речовинами, для визначення яких відсутні інші методи дослідження [343].

Зразки вегетативних органів рослинних організмів, проби атмосферних опадів, води, ґрунтів відбирались на початковій стадії розробки системи екологічного управління та після її впровадження перед встановленими строками для проведення екологічного сертифікаційного аудиту СЕУ на межі санітарно-захисної зони суб'єктів господарювання, діяльність яких здійснювалась у різних галузях економіки у відповідності з класифікатором (код КВЕД). Кожен з досліджуваних діючих СГ розташовувався у різних адміністративно-територіальних районах м. Києва. СГ належали до різних груп СГ за ступенем впливу на навколишнє середовище. На кожному з СГ була проведена інвентаризація викидів та визначено показник загального утворення відходів та використання води до розробки та після впровадження СЕУ. Дані інвентаризації до та після впровадження СЕУ порівнювались із результатами біотестування та біоіндикаційних досліджень, а також були використані в якості показника екологічної дієвості СЕУ для визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління та рівня ЕБ суб'єктів господарювання.

2.3.2.1. Методики біоіндикаційних досліджень

Для визначення пилового забруднення листкові пластинки одного виду дерев відбирали на межі СЗЗ підприємств з висоти 1,5-2 м (висота шару повітря, яке вдихає людина) з 10-15 – кратною повторністю до 100-150 штук. Для цього використовували секатор. Одночасно відбирали листки дерев з чистої зони (контроль) – НПП «Голосіївський». Листя складали в пакети з кальки та доставляли до лабораторії, уникаючи зтряхування пилу.

За методикою [344] в лабораторних умовах на вагах зважували шматочок вологої вати, згорнутий у кальку (до 0,001г). Листя ретельно обтирали шматочком вати з обох боків шляхом її розгортання (за допомогою пінцета) та зважували разом з калькою повторно. Маса пилу (P) розраховували як різницю між першим та другими зважуваннями ($P=P_1-P_2$) у мг/см² листка. Площу листка

обчислювали шляхом обміру листкових пластинок вздовж (А) і поперек (В), помноживши на коефіцієнт К (0,6) [345].

$$S = A \times B \times K \quad (2.1)$$

Кінцевий результат має такий вигляд :

$$M = \frac{P}{S} \text{ мг/см}^2 \quad (2.2)$$

Отримані дані заносили у таблицю 2.6:

Таблиця 2.6 – Визначення пилу на досліджуваних листкових пластинках

Місце збору зразка	Площа листків, см ²	Кількість пилу	
		мг/см ²	% від контролю

В якості основного об'єкту для вивчення рівнів флуктуаційної асиметрії використано один з видів берези – *B. pendula*. Під час збору матеріалу для досліджень враховували чіткість визначення приналежності рослини до досліджуваного виду. Листкові пластинки укорочених пагонів обирали з дерев, які перебувають в подібних екологічних умовах та проростають на відкритих ділянках (для усунення елемента затінення, який є стресовим для берези і істотно знижує стабільність її розвитку) з нижньої частини крони та різних напрямів по відношенню до сторін світу. Враховували віковий стан дерев, збір матеріалу проводили після зупинки інтенсивного росту листя, оминаючи пошкоджені листки [346, 347].

Визначення стабільності розвитку деревних насаджень проводили [348, 349]: 1) для кожної листкової пластинки обчислювали відносні величини асиметрії для кожної ознаки; 2) обчислювали показник асиметрії для кожного листка; 3) обчислювали інтегральний показник стабільності розвитку [350]. Отримані дані заносили до таблиці 2.7 та 2.8.

Для оцінки ступеня виявлених відхилень від норми використовували шкалу табл. 2.9.

Таблиця 2.7 – Оцінка стабільності розвитку рослин за мірними ознаками

№ листка	Номер ознаки (1-5)									
	1		2		3		4		5	
	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П
1										
2.....										

Джерело: [348, 349].

Таблиця 2.8 – Розрахунок інтегрального показника флуктуаційної асиметрії берези повислої у вибірці

№ листка	Номер ознаки					Величина асиметрії листка
	1	2	3	4	5	
1						
2....						
Величина асиметрії у вибірці						$X = \sum / (\text{кількість вибірок})$

Джерело: [348, 349].

Таблиця 2.9 – Шкала оцінки відхилень стану організму від умовної норми за величиною інтегрального показника стабільності розвитку

Стабільність розвитку в балах	Величина показника стабільності розвитку	Якість середовища
1	<0,040	Умовно нормальне
2	0,040-0,044	Початкові (незначні) відхилення від норми
3	0,045-0,049	Середній рівень відхилення від норми
4	0,050-0,054	Істотні (значні) відхилення від норми
5	>0,054	Критичний стан

Джерело: [348, 349].

Умовно нормальний фоновий стан відповідає першому балу (умовна норма) і прирівнюється до значення отриманого в «умовно» чистій зоні, зокрема в природних популяціях при відсутності видимих несприятливих впливів.

Для встановлення залежності ступеня пошкодження хвої (некротичних і хлорозів) *P. sylvestris* та некротичних ушкоджень листових пластинок *T. cordata* від забруднення повітря сполуками сірки, азоту, хлору та фтористого водню в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ застосовували методи дендроіндикації [351, 352].

Хвою *P. sylvestris* розглядали у відповідності до ступеня її некротичних ушкоджень та хлорозів за бонітетними класами (табл. 2.10).

За оціночною шкалою табл. 2.11 на основі отриманих результатів дослідження визначали ступінь забруднення повітря.

Таблиця 2.10 – Шкала бонітетних класів пошкоджень хвої *P. sylvestris*

Некрози		Хлорози	
1-клас	плями відсутні	1-клас	немає сухих ділянок
2-клас	невелика кількість дрібних цяток	2-клас	кінчик хвоїнки на 2-5 мм всох
3-клас	велика кількість жовтих і чорних плям, деякі на всю ширину хвоїнки	3-клас	третина хвоїнки суха
		4-клас	вся хвоїнка жовта або більше половини її суха

Джерело: [353].

Таблиця 2.11 – Експрес-оцінка забруднення повітря

Максимальний вік хвої	Клас пошкодження хвої на пагонах другого року життя		
4	I	I-II	III
3	I	II	III - IV
2	II	III	IV
2	—	IV	IV-V
1	—	IV	V-VI
1	—	—	VI

Джерело: [353].

Примітка. I – повітря ідеально чисте; II – чисте; III – відносно чисте («норма»); IV – забруднене («тривога»); V – брудне («небезпечно»); VI – дуже брудне («шкідливо»); «-» неможливі поєднання.

Для визначення некротичних ушкоджень тканин листкових пластинок *T. cordata* та наявності у атмосферному повітрі оксидів азоту та сполук сірки була застосована методика оцінки ураженої тканини [354, 355], яка була модернізована за допомогою програмного забезпечення персонального комп'ютера і полягала: 1) листкова пластинка розміщується на модель сканера, сканується; 2) зображення імпортується в програму Adobe Photoshop 7.0.; 3) за допомогою функції Histogram в діалоговому вікні Image, визначається площа листкової пластинки в пікселях (безрозмірна одиниця розподільної здатності екрана комп'ютера); 4) за допомогою інструменту «Magic wand tool» виділяли зелені неуражені частини листкової пластинки, що програма робить автоматично (при дотику стрілки мишки до основного зеленого кольору листка – виділяється ділянка неуражена хлорозом або некрозом); 5) за допомогою того ж інструменту Histogram в діалоговому вікні Image визначали площу неураженої ділянки в пікселях; 6) використовуючи програмний інструмент «Магнітне ласо» виділяли пластинку листка та визначали її загальну площу; 7) шляхом математичних

обчислень у програмі Excel розраховували відсоток ураженої тканини кожного листка [356, 357].

2.3.2.2. Методики біотестування

Основою проведеного біотестування в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ була тест-функція організмів на пригнічувальний чи згубний вплив токсичних речовин, які потрапили у воду, ґрунтовий покрив чи атмосферні опади.

Визначення ступеня токсичності проб води з поверхневих джерел проводили за стандартизованою методикою [340], яка полягала у встановленні різниці між кількістю загиблих дафній в аналізованій пробі (досліді) і у контролі, яким виступала відстояна водопровідна вода.

Експериментальні дослідження щодо визначення токсичності поверхневих водойм м. Києва проводили на основі методики тестування на *D. magna*, визначали кількість активних та іммобілізованих особин через 3, 6, 12, 24 та 48 годин досліду [263]. Для цього формували по три групи організмів-аналогів (n=20) віком 24 год., кожен з яких піддавали дії води, визначаючи в кінцевому результаті ЛК⁴⁸₅₀ за кількістю загиблих дафній (табл. 2.12.) та на основі класифікаційної таблиці – ступінь токсичності води (табл. 2.13).

Таблиця 2.12 – Симптоми гострого токсичного ефекту у *D. magna*

№	Симптом	Ефект	Часовий інтервал
1.	Показники летального результату	Іммобілізація	Від 20 хв. до 48 год. (візуально)
		Осідання на дно	
		Судоми	
		Смерть	
2.	Рефлекторно-поведінкова реакція	Перехід від стрибкоподібних рухів до нерегульований	Протягом декількох хвилин (візуально, мікроскоп)
		Обертання навколо своєї осі	
		Уповільнення помахів антен	
		Уповільнення частоти серцевого ритму	
		Викидання яєць і ембріонів, які вже розвиваються (аборт) - реакція аборту яєць (РАЯ)	
3.	Зміна пігментації	Депігментація великого і малого очей	Протягом хвилин, годин (візуально, лупа)
4.	Припинення харчування	Кишечники порожні при наявності в культуральному середовищі водоростей (хлорела, сценедесмус)	Протягом годин (мікроскоп)

Джерело: розроблено автором за даними [263].

Таблиця 2.13 – Класифікаційна шкала для оцінки ступеня токсичності води

Час експозиції, години	Кількість загиблих дафній по відношенню до контролю, %	Ступінь токсичності
3	$\geq 50\%$	надзвичайно токсична
6	$\geq 50\%$	високотоксична
12	$\geq 50\%$	середньо токсична
24	$\geq 50\%$	помірно токсична
48	$\geq 50\%$	слаботоксична
	$< 50\%$	нетоксична

Джерело: за даними [263].

Для роботи з *D. magna*, згідно методик [284, 358, 359] враховували смертність та виживання особин, виявляючи тим самим водний об'єкт з такими концентраціями токсичних речовин, що викликають 50%-ву загибель особин виду (LC_{50}). Основними умовами біотестування були: визначення гострої токсичності в дослідах на оваріальних самках, які дають найкращу реакцію на токсичну дію (тест-функцію) [60]; правильний підбір об'єму тест-посудин та щільності посадки *D. magna*; дотримання оптимального температурного режиму (20°C). Якщо обсяг води не забезпечує життєвих потреб тест-культури (в кисні, їжі, кондиціонуванні середовища), а необхідна для досліду температура підвищується або знижується, то стійкість тест-об'єктів знижується, а дія токсикантів посилюється [360, 361].

Для аналізу токсичного ефекту атмосферних опадів та ґрунтового покриву проводили дослідження на представникові родини Хрестоцвіті крес салаті – *L. sativum*, який характеризується підвищеною чутливістю до забруднення середовища токсичними сполуками металів, зокрема свинцем.

Визначення фітотоксичного ефекту ґрунту та атмосферних опадів відібраних в межах СЗЗ СГ до та після впровадження ними СЕУ проводили за довжиною пагона *L. sativum*. Фітотестування проводили протягом 10 днів, відповідно до існуючих методик [221]. Контрольним субстратом були проби снігового та ґрунтового покриву відібрані в парку «Феофанія».

Після проведення вимірювань для кожного з досліджуваних варіантів обчислювали середню довжину надземної частини $x \pm m$, де m – помилка середнього арифметичного, яку визначали:

$$m = \sqrt{\frac{\sigma^2}{N}} \quad (2.3)$$

де N – кількість результатів; σ^2 – дисперсія, яку визначають за виразом:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x - \bar{x})^2}{N} \quad (2.4)$$

Достовірність різниці середніх арифметичних t розраховували за критерієм Стьюдента-Фішера:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \quad (2.5)$$

де x_1 – середнє арифметичне значення показника в контрольному досліді; x_2 – середнє арифметичне значення показника у досліджуваному варіанті; m_1 – помилка середнього арифметичного в контрольному досліді; m_2 – те ж у досліджуваному варіанті.

Фітотоксичний ефект визначали у відсотках за одним біопараметром – довжиною пагона і розраховували за формулою:

$$FE = \frac{M_0 - M_x}{M_0} \cdot 100\% \quad (2.6)$$

де M_0 – значення біопараметра (висота пагона) у посуді з контрольним субстратом; M_x – значення аналогічного біопараметра у посуді з досліджуваним субстратом [168-171, 362].

Отже, розглянуті методи біотестування та біоіндикації та відповідні методики входять до загальної методології експериментальних досліджень дисертаційної роботи і можуть застосовуватись під час моніторингу систем екологічного управління суб'єктами господарювання для визначення узагальнювального індикатора стану біосистем.

2.3.3. Інвентаризація впливу діяльності суб'єктів господарювання на стан довкілля

Метою інвентаризації викидів є оцінка забруднення атмосферного повітря існуючими засобами від джерел викидів суб'єктів господарювання, встановлення відповідності діяльності підприємства нормам ст. 31 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» та ст. 45 Закону України «Про охорону атмосферного повітря».

Завдання інвентаризації – оцінка існуючого забруднення атмосфери викидами СГ для організації контролю за викидами, необхідних для розрахунку нормативів гранично-допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (при необхідності) та розробки документів, в яких обґрунтовуються обсяги викидів для підприємства.

Інвентаризація джерел викидів являє собою систематизовані відомості про розподіл джерел викидів по території підприємства, кількісний та якісний склад викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Для кожного з досліджуваних підприємств для встановлення кількісного та якісного складу викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, були застосовані як методики розрахунку так і інструментально-лабораторні методи. Застосування методик залежало від багатьох факторів, серед яких: організації місця відбору проб; наявність або відсутність проектних даних; вид джерела забруднення (організоване чи неорганізоване); перелік методик розрахунку для окремого джерела впливу. Перелік методик, які використовувались для інвентаризації викидів забруднюючих речовин до та після впровадження СЕУ СГ наведено в Додатку В.

Отже, для того, щоб визначити екологічну дієвість СЕУ недостатньо даних, що визначають концентрацію викидів ЗР на момент розробки та під час впровадженої СЕУ суб'єктів господарювання. Тому, поєднання інвентаризації (для визначення якості довкілля) та даних експериментальних досліджень із застосуванням методів біоіндикації та біотестування (для визначення стану біосистем), дозволять отримати вичерпну інформацію щодо екологічної дієвості систем управління екологічною безпекою СГ.

2.4. Методи нечіткого моделювання для вибору типу моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування

Одним із найефективніших способів підвищення рівня екологічної безпеки природних компонентів довкілля є активний розвиток екологічної діяльності СГ. Аналіз сучасних теорій та підходів свідчить про те, що розвиток екологічного управління на підприємстві, підвищення його інноваційної активності передусім

залежать від рівня розвитку та ефективності функціонування організаційного забезпечення екологічної діяльності суб'єкта господарювання [363-365]. Тому, проблема розвитку СЕУ суб'єктів господарювання, індикатором якої є рівень екологічної безпеки та організаційних змін діяльності, що відбулись на підприємстві є досить актуальною. Повна, всеохоплююча та достовірна оцінка розвитку СЕУ суб'єкта господарювання під час організаційних змін діяльності на кожному етапі (розробка, впровадження, функціонування, покращення, розвиток) дає змогу контролювати слабкі та сильні сторони, коригувати недоліки та активізувати екологічну діяльність для підвищення рівня ЕБ [366].

При визначенні рівня організаційних змін діяльності СГ для формування типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування, дані щодо виявлення та мінімізації ризиків внаслідок діяльності СГ на природні компоненти довкілля, рідко бувають повними й абсолютно достовірними. Навіть результати, отримані шляхом досить точних експериментів, мають статистичні оцінки вірогідності, надійності, значущості тощо. Інформація, яка базується на експертних методах та оцінках, отримується у результаті опитування експертів, думки яких є суб'єктивними і можуть розходитися. Поряд із кількісними характеристиками вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування потрібно враховувати якісні показники, евристичні правила, текстові знання тощо. При обробці знань із застосуванням механізмів формальної логіки виникає протиріччя між нечіткими знаннями і чіткими методами логічного виведення. Розв'язати ці протиріччя можна шляхом подолання нечіткості знань (коли це можливо) або використання спеціальних методів подання й обробки нечітких знань.

Аналіз сучасної літератури [367-372] підтверджує дієвість застосування нечітких технологій та її реалізацію засобами програмного продукту MATLAB для комплексної оцінки екологічності результатів діяльності підприємства, які мають складну функціональну залежність та для яких характерна відсутність повної чіткої статистичної інформації. Саме нечіткі технології позбавлені багатьох недоліків економетричного підходу та дають змогу отримати адекватну оцінку й сформулювати відповідні висновки щодо впроваджених змін в організацію діяльності СГ для досягнення ефективного функціонування СЕУ.

Основи діагностики в економіці досліджувались доволі активно з різних сторін. У наукових працях багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених

представлено результати пізнання природи діагностики, виділено її види та методи, розроблено заходи щодо практичного використання діагностичного аналізу на підприємстві [373-375]. Протягом останніх років активно розвиваються теоретичні положення моделювання процесу прийняття рішень в умовах неповної (нечіткої) інформації [376], початок використання якої було покладено Л. А. Заде [377]. Аналізу питань застосування нечіткої логіки та реалізації її апарату засобами програмного забезпечення MATLAB присвячено роботи багатьох вітчизняних учених: Г. М. Бакан [367], А. Д. Воловника та В. Є. Ляліна [371], А. В. Леоненкова [370], С. Д. Штовби [372].

Проте слід зауважити, що методи нечіткого моделювання не замінюють і не виключають розглянуті вище методи системного моделювання, а конкретизують останні стосовно процесів побудови і використання нечітких моделей складних систем.

Ефективність функціонування СЕУ суб'єктів господарювання мовою теорії нечітких множин має вигляд максимізації ступеню ефективності управлінських рішень, організаційних змін діяльності і мінімізації негативного впливу на стан природних компонентів довкілля шляхом контролю екологічної діяльності. Наявність математичних засобів відображення нечіткості вихідної інформації дає змогу побудувати модель, яка є адекватною до реальності. Це зумовлює актуальність дослідження прикладного аспекту використання методів нечіткої логіки в процесі проведення моніторингу та діагностики.

Використання нечіткої логіки для вирішення завдань щодо визначення типу СЕУ за ефективністю функціонування дає змогу максимально наблизити математичну модель оцінки якості до логіки міркувань кваліфікованих спеціалістів, які приймають управлінські рішення.

Для моделювання багатомірних залежностей «входи - вихід» доцільно використовувати ієрархічні системи нечіткого виведення (які можна використовувати і за відсутності вибірок). У таких системах вихід однієї бази знань подається на вхід іншої, більш високого рівня ієрархії. Застосування ієрархічних нечітких баз знань дає змогу подолати «прокляття розмірності». За великої кількості входів експерту важко описати нечіткими правилами причинно-наслідкові зв'язки. Ще однією перевагою ієрархічних баз знань є

компактність. Невеликою кількістю нечітких правил в ієрархічних базах знань можна адекватно описати багатомірні залежності «входи - вихід» [371].

Отже, запропонований метод вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування будується на теорії нечітких множин.

Нехай $X = \{x_i, i = \overline{1, n}\}$ – так звана універсальна (повна) множина елементів деякої області дослідження.

Нечітка множина $A \subset X$ представляє собою сукупність пар $\left\{ \left(x_i, \mu^A(x_i) \right) \right\}$, $i = \overline{1, n}$, де $x_i \in X$, а $\mu^A(x_i) \in [0, 1]$ – функція належності, яка представляє собою деяку суб'єктивну міру відповідності елемента x_i нечіткій множині A .

$\mu^A(x_i) = 0$ – значення абсолютної неналежності x_i до A ;

$\mu^A(x_i) = 1$ – значення абсолютної належності x_i до A .

Для більшої зручності в деяких випадках $\mu^A(x_i)$ розглядається як ступінь сумісності x_i з деяким «розмитим» поняттям (або твердженням), яке формалізується за допомогою нечіткої множини A .

В багатьох випадках нечітка множина $A \subset X$ і функція належності $\mu^A(x_i)$, $i = \overline{1, n}$ є ідентичними поняттями.

Лінгвістичною називається змінна, яка приймає значення з множини слів чи словосполучень деякої природньої мови. Формально лінгвістична змінна описується п'ятіркою (кортежем):

$$\langle x, T, U, G, M \rangle \quad (2.7)$$

де x – ім'я змінної,

T – терм-множина, кожен елемент якої задається нечіткою множиною на універсальній множині U ;

G – синтаксичні правила (часто у вигляді граматики), які породжують назви терм;

M – семантичні правила, які задають функції належності нечітких термів, породжених синтаксичними правилами (G) [369].

Для вхідних кількісних змінних за універсальну множину U термів можна прийняти весь можливий діапазон значень відповідного параметра (від мінімального до максимального значення). Стосовно якісних параметрів, то для них було прийнято певну штучну шкалу (бали):

$$U = (u, \bar{u}) \quad (2.8)$$

де u (\bar{u}) – мінімальне та максимальне значення показника.

Терм множиною називається множина всіх значень лінгвістичної змінної.

Термом називається будь-який елемент терм множини, який задається нечіткою множиною за допомогою функції належності.

Спільним для усіх можливих виразів функції належності є область значень:

$$\mu^T(x) \in [0, 1], \quad (2.9)$$

де T – лінгвістичний терм, що характеризує деяку нечітку множину;

x – елемент X (в більшості випадків – числове значення).

Інша спільна характеристика усіх функцій належності – наявність змінних параметрів, за допомогою яких можна варіювати формою графіка функції належності.

Функція належності відображає елементи з універсальної множини певної лінгвістичної змінної на множину чисел в інтервалі $[0;1]$, які вказують ступінь належності кожного елемента універсальної множини до нечіткого терму. У ряді випадків використовують типові форми функцій належності (в параметричній формі), тоді задача побудови зводиться до визначення її параметрів [369].

Функції належності розрізняють, як правило, за формою їх графічного зображення. На практиці при моделюванні нечітких об'єктів управління найбільш поширеними є наступні типи функцій належності: трикутна, трапецієподібна, гаусова і сигмоїдальна [369]. Конкретний вигляд функції визначається потребами досліджуваної предметної сфери. Як зазначено у роботі [369], на практиці зручно використовувати ті функції належності, які допускають аналітичне представлення у вигляді деякої простої математичної функції. Це спрощує не лише відповідні числові розрахунки, а й зменшує обчислювальні ресурси, необхідні для збереження окремих значень цих функцій належності.

Тому було використано найбільш прості, наочні та найчастіші у використанні функції належності – трапецієподібну, гаусову та сигмоїдальну, які відповідають поведінці інформаційних потоків в процесі моделювання.

Функції належності можуть бути задані аналітично виразами, що наведені у таблиці 2.14 [369]:

Таблиця 2.14 – Аналітичні вирази функцій належності

№	Тип функції належності		Аналітичний вираз	Параметри функції
1	Трапецієподібна		$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ 1, & b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x \leq d \\ 0, & d < x \end{cases} \quad (2.10)$	<p>а, b, c, d – деякі числові параметри, які приймають довільні дійсні значення і впорядковані відношенням: $a \leq b \leq c \leq d$</p>
2	Сигмоїдальна	Z-подібна	$\mu_z(x) = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ 1 - 2 \cdot \left(\frac{x-a}{b-a}\right)^2, & a < x \leq \frac{a+b}{2} \\ 2 \cdot \left(\frac{b-x}{b-a}\right)^2, & \frac{a+b}{2} < x < b \\ 0, & b \leq x \end{cases} \quad (2.11)$	
3		S-подібна	$\mu_s(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ 2 \cdot \left(\frac{x-a}{b-a}\right)^2, & a < x \leq \frac{a+b}{2} \\ 1 - 2 \cdot \left(\frac{b-x}{b-a}\right)^2, & \frac{a+b}{2} < x < b \\ 1, & b \leq x \end{cases} \quad (2.12)$	
4	Гаусова		$\mu(x) = \mu_s(x) \cdot \mu_z(x) \quad (2.13)$	

Типова структура системи нечіткого виведення містить такі модулі [372]: фазифікатор, який перетворює фіксований вектор факторів, що впливають (X) на вектор нечітких множин X, необхідних для нечіткого виведення; нечітка база знань, яка містить інформацію про залежність $Y=f(X)$ у вигляді лінгвістичних правил «якщо, то»; функції належності, які використовуються для представлення лінгвістичних термів у вигляді нечітких множин; машина нечіткого логічного виведення, яка на основі правил бази знань визначає значення вихідної змінної у вигляді нечіткої множини (Y), що відповідає нечітким значенням вхідних змінних (X); дефазифікатор, який перетворює вихідну нечітку множину (Y) в число (Y).

У загальному випадку механізм логічного висновку включає чотири етапи [372]: введення нечіткості (фазифікація), нечіткий висновок, композиція і доведення до чіткості, або дефазифікації (рис. 2.7).

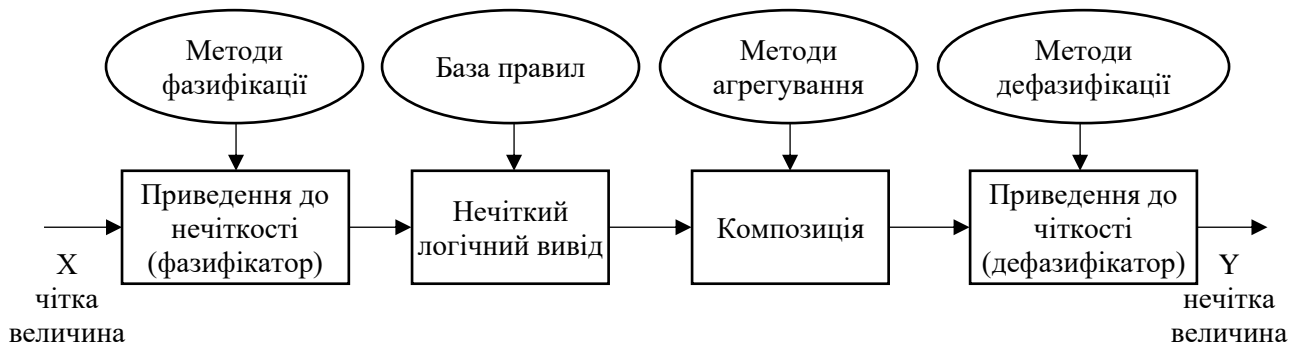


Рисунок 2.7 – Система нечіткого логічного виводу

Фазифікатор перетворює безліч вхідних даних в нечітку множину за допомогою функції належності, а дефазифікатор вирішує зворотну задачу - формує однозначне рішення щодо вхідної змінної на підставі багатьох нечітких висновків, що виробляються виконавчим модулем нечіткої системи.

Алгоритми нечіткого виведення розрізняються, головним чином, видом використовуваних правил, логічних операцій і різновидом методу дефазифікації.

Нечіткою базою знань називається сукупність нечітких правил «якщо, то», які задають взаємозв'язок між входами та виходами досліджуваного об'єкту. Алгоритми нечіткого виведення відрізняються переважно виглядом правила нечіткої імплікації, яке використовується. Якщо, наприклад, базу знань організують два нечітких правила виду [372]:

$$\begin{aligned} \Pi_1 &: \text{якщо } x \in A_1 \text{ та } y \in B_1, \text{ тоді } z \in C_1; \\ \Pi_2 &: \text{якщо } x \in A_2 \text{ та } y \in B_2, \text{ тоді } z \in C_2, \end{aligned} \quad (2.14)$$

де x та y – імена вхідних змінних;

z – ім'я змінної виведення;

$A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2$ – деякі нечіткі множини, задані функціями належності $\mu_{A1}(x), \mu_{A2}(x), \mu_{B1}(y), \mu_{B2}(y), \mu_{C1}(z), \mu_{C2}(z)$, при цьому чітке значення z_0 необхідно визначити на основі приведеної інформації і чітких значень x_0, y_0 .

Користуючись нечітким логічним виведенням Мамдані, можливо найбільш прозоро задати значення змінних нечіткими термами та найкраще їх інтерпретувати. Результати нечіткого виведення Мамдані традиційно

дефазифікуються за методом центра тяжіння, а форму алгоритму Мамдані математично можна представити так [370]:

1. Введення нечіткості: знаходяться ступені істинності для кожного правила: $\mu A_1(x_0)$, $\mu A_2(x_0)$, $\mu B_1(y_0)$, $\mu B_2(y_0)$.

2. Нечіткий вивід: знаходяться рівні «відсічення» для кожного з правил (із використанням правила мінімуму):

$$\begin{aligned} a_1 &= A_1(x_0) \wedge B_1(y_0) \mu(x) \\ a_2 &= A_2(x_0) \wedge B_2(y_0) \mu(x), \end{aligned} \quad (2.15)$$

де \wedge операція логічного мінімуму (min) [370].

Потім знаходяться «усічені» функції належності:

$$\begin{aligned} C'_2(z) &= (a_2 \wedge C_2(z)) \\ C'_1(z) &= (a_1 \wedge C_1(z)). \end{aligned} \quad (2.16)$$

3. Композиція: відбувається об'єднання знайдених усічених функцій із використанням операції МАКСИМУМ (max, позначена далі як \vee), що приводить до отримання підсумкової нечіткої підмножини для змінної виходу з функцією належності [370]:

$$\begin{aligned} \mu \Sigma(z) &= \mu C(z) = \mu C'_1(z) \vee \mu C'_2(z) = \\ &= (a_1 \wedge \mu C_1(z)) \vee (a_2 \wedge \mu C_2(z)). \end{aligned} \quad (2.17)$$

4. Приведення до чіткості (для знаходження z_0) виконується центроїдним методом (як центр тяжіння для кривої функції належності):

$$z_0 = \frac{\int_{\Omega} z \cdot M(z) dz}{\int_{\Omega} M(z) dz}, \quad (2.18)$$

Ω – область визначення функції $\mu \Sigma(z)$ [67].

Отже, можемо сформулювати структуру для визначення типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування, що містить наступні етапи:

Етап 1. Визначення показників, що впливають на тип моделі СЕУ за ефективністю функціонування та формування дерева логічного виведення.

Етап 2. Опис лінгвістичних змінних, які покладено в основу бази правил.

Етап 3. Визначення функцій належності лінгвістичних термів та вибір типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування.

Етап 4. Тестування та перевірка моделі на адекватність.

Таким чином, використання спеціальних методів нечіткого моделювання дозволяє врахувати кількісні характеристики та якісні показники сукупного обсягу організаційних змін діяльності СГ під час розробки, впровадження та функціонування системи екологічного управління для вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування.

2.5. Методи кластеризації інформації як інструмент прийняття ефективних управлінських рішень

Для оцінки рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання м. Києва за рівнем організаційних змін діяльності та контролем екологічної діяльності СЕУ було застосовано кластерний аналіз реалізований шляхом комп'ютерного моделювання.

Терміном кластерний аналіз прийнято позначати сукупність методів, підходів і процедур, розроблених для вирішення проблеми формування однорідних класів в довільній проблемній області.

Методи аналізу даних, складовою частиною яких є методи кластерного аналізу, не використовують апріорних припущень про ймовірну природу вихідної інформації і керуються лише евристичними міркуваннями про характер і особливості досліджуваної сукупності об'єктів.

Кластерний аналіз (англ. Data clustering) або кластеризація – багатофакторний аналіз за рядом чинників, який дає можливість об'єднувати будь-які явища чи об'єкти на порівняно однорідні кластери. У цих кластерах об'єднуються елементи, які мають подібні або дуже схожі показники [378].

Вихідною інформацією для кластеризації є матриця спостережень, кожен рядок якої є значеннями n ознак одного з S об'єктів кластеризації:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{S1} & x_{S2} & \dots & x_{Sn} \end{bmatrix} \quad (2.19)$$

Кластеризація полягає в розбитті об'єктів з X на декілька підмножин (кластерів), в яких об'єкти між собою більш схожі, ніж з об'єктами з інших

кластерів. У метричному просторі «схожість» зазвичай визначають через відстань. Відстань може розраховуватися як між вихідними об'єктами – рядками матриці X , так і від цих об'єктів до прототипів центрів кластерів. Часто координати прототипів заздалегідь невідомі, їх знаходять одночасно з розбиттям даних на кластери [379].

Існує багато алгоритмів для виконання кластеризації, і результати можуть істотно відрізнятись. Зокрема, кількість груп, присутніх в наборі даних, часто є невідомою, а кількість кластерів, ідентифікованих алгоритмом, може змінюватися в залежності від використовуваних параметрів. На даний момент число методів розбиття груп об'єктів на кластери досить велика - кілька десятків алгоритмів і ще більше їх модифікацій [380].

Областей застосування кластерного аналізу досить багато: сегментація зображень, маркетинг, прогнозування, аналіз текстів тощо [381]. Найчастіше, кластеризація виступає найпершим етапом для поділу на групи при аналізі даних. Після виділення груп, для кожної групи будується окрема модель.

В загальному вигляді типова структура кластерного аналізу складається з відбору об'єктів для кластеризації; визначення критеріїв, за якими будуть оцінюватися об'єкти; обчислення заходів однорідності між об'єктами; застосування методу кластеризації для створення груп однорідних об'єктів (кластерів) та висновку результатів аналізу (рис. 2.8).

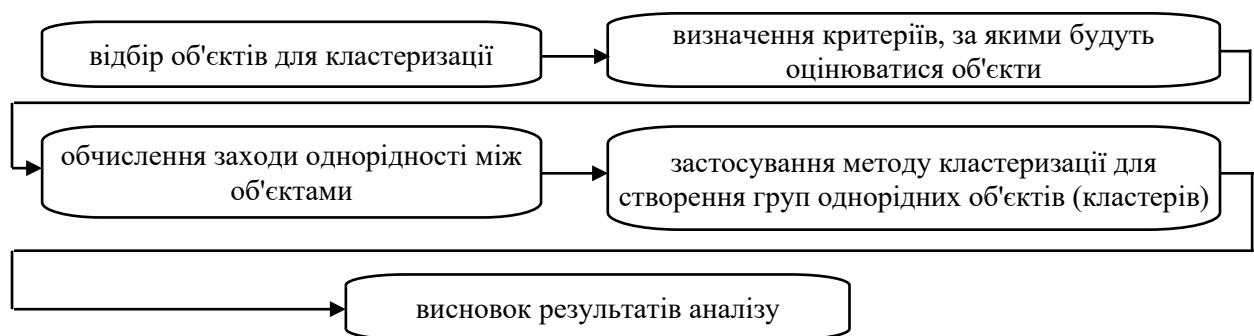


Рисунок 2.8 – Основні етапи кластерного аналізу

Джерело: розроблено автором за даними [382].

Кластерний аналіз є багатовимірним статистичним методом, тому передбачається, що вихідні дані можуть бути значного обсягу, тобто істотно

великим може бути як кількість об'єктів дослідження (спостережень), так і ознак, що характеризують ці об'єкти [383, 384].

Основна ідея кластеризації багатовимірних даних полягає в тому, що на кожній ітерації обчислюється центр мас для кожного кластера, отриманого на попередньому кроці, потім вектори розбиваються знову на кластери відповідно до того, який з центрів виявився ближчим за метрикою. Алгоритм завершується, коли на ітерації не відбувається змін кластерів [378].

В загальному вигляді алгоритм визначення центрів кластерів представлено на рис. 2.9.

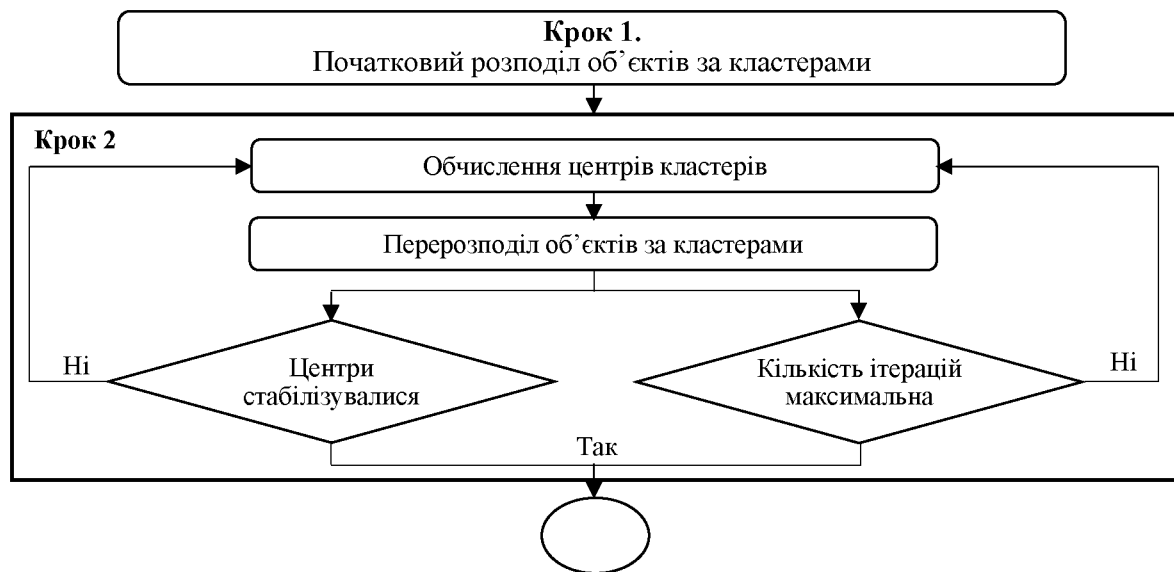


Рисунок 2.9 – Алгоритм визначення центрів кластерів

Джерело: розроблено автором на основі [385, 386].

Алгоритм нечіткої кластеризації називають FCM-алгоритмом (Fuzzy Classifier Means, Fuzzy C-Means), метою якого є автоматична класифікація множини об'єктів, які задаються векторами ознак у просторі ознак. Алгоритм визначає кластери і відповідно класифікує об'єкти. Кластери представляються нечіткими множинами і межі між ними нечіткі.

FCM-алгоритм кластеризації припускає, що об'єкти належать усім кластерам з певною функцією приналежності. Ступінь приналежності визначається відстанню від об'єкта до відповідних кластерних центрів. Алгоритм ітераційно обчислює центри кластерів і нові ступені приналежності об'єктів.

Найбільш відомий і часто вживаний метод мінімізації критерію розкиду – алгоритм нечітких с-середніх, в основу якого покладено метод невизначених

множників Лагранжа. Алгоритм дозволяє знайти локальний оптимум, тому виконання алгоритму з різних початкових точок може призвести до різних результатів [378].

Алгоритм нечітких c -середніх:

1. Встановити параметри алгоритму: c – кількість кластерів;
 - m – експоненціальна вага; ε – параметр завершення алгоритму.
2. Випадковим чином згенерувати матрицю нечіткого розбиття F .

$$V_i = \frac{\sum_{k=1, M} (\mu_{ki})^m X_k}{\sum_{k=1, M} (\mu_{ki})^m}, \quad i = \overline{1, c} \quad (2.20)$$

3. Розрахувати центри кластерів:
4. Розрахувати відстані між об'єктами з X і центрами кластерів:

$$D_{ki} = \sqrt{\|X_k - V_i\|^2}, \quad k = \overline{1, M}, \quad i = \overline{1, c} \quad (2.21)$$

5. Перерахувати елементи матриці нечіткого розбиття для всіх $k = \overline{1, M}, \quad i = \overline{1, c}$:

$$\mu_{lii} = \frac{1}{\left(D_{ki}^2 \cdot \sum_{j=1, c} \frac{1}{D_{kj}^2}\right)^{\frac{1}{m-1}}}; \quad \left. \begin{array}{l} \text{якщо } D_{ki} = 0, \\ \text{якщо } D_{ki} > 0, \text{ то} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \mu_{lii} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } j = 1, \\ 0, & \text{якщо } j \neq 1, \end{cases} \quad j = \overline{1, c} \end{array} \quad (2.22)$$

6. Перевірити умову $\|F - F^*\|^2 < \varepsilon$, де F^* – матриця нечіткого розбиття на попередній ітерації алгоритму. Якщо «так», то перейти до кроку 7, інакше – до кроку 3.
7. Кінець.

У наведеному алгоритмі найбільш важливим параметром є кількість кластерів (c). Правильно вибрати кількість кластерів для реальних завдань без будь-якої апріорної інформації про структури даних досить складно. Існує два формальних підходи до вибору числа кластерів.

Перший підхід заснований на критерії компактності та роздільності отриманих кластерів. Логічно припустити, що при правильному виборі кількості кластерів дані будуть розбиті на компактні і відокремлені одна від одну групи. В іншому випадку, кластери не будуть компактними і добре відокремлені. Існує кілька критеріїв оцінки компактності кластерів, проте, як достовірно визначити правильність вибору кількості кластерів для довільного набору даних все ще

залишається відкритим. Для алгоритму нечітких c -середніх рекомендується використовувати індекс Хей-Бені.

$$\chi = \frac{\sum_{i=1,c} \sum_{k=1,M} (\mu_{ki})^m \|X_k - V_i\|^2}{M_{i \neq j}^{\min} (\|X_k - V_i\|^2)} \quad (2.23)$$

Другий підхід пропонує починати кластеризацію при достатньо великому числі кластерів, а потім послідовно об'єднувати схожі суміжні кластери та використовувати формальні критерії подібності кластерів.

Другим параметром алгоритму кластеризації є експоненціальна вага (m). Чим більше m , тим кінцева матриця нечіткого розбиття F стає більш «розмазаною», і при $m \rightarrow \infty$ вона має вигляд $F = \frac{1}{c}$, що є недоцільним рішенням, тому що всі об'єкти належать до всіх кластерів з одним і тим же ступенем. Крім того, експоненціальна вага дозволяє при формуванні координат центрів кластерів посилити вплив об'єктів з великими значеннями ступенів приналежності й зменшити вплив об'єктів з малими значеннями ступенів приналежності. На часі не існує теоретично обґрунтованого правила вибору значення експоненціальної ваги. Зазвичай встановлюють $m=2$.

Приклад кластеризації алгоритмом нечітких c -середніх наведено на рис. 2.10 та рис. 2.11.

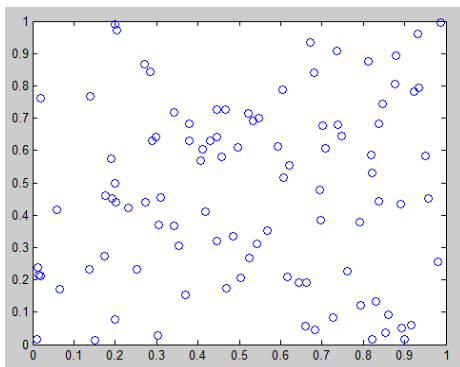


Рисунок 2.10 – Дані для кластеризації

Джерело: [386].

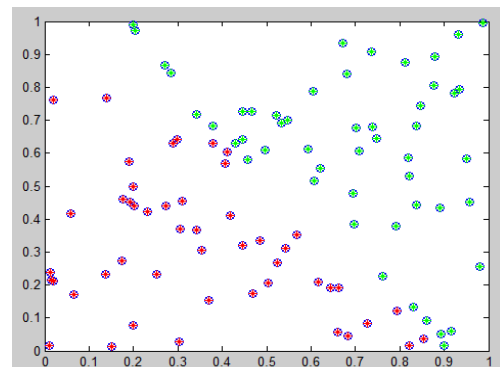


Рисунок 2.11 – Розбиття даних на два кластери алгоритмом нечітких c -середніх

Таким чином, нечіткі методи кластеризації, на відміну від чітких методів, дозволяють провести візуалізацію та сформулювати висновки щодо розвитку систем управління екологічною безпекою СГ та класифікувати їх не дивлячись на його приналежність одночасно до кількох кластерів.

Висновки до розділу 2

1. Запропоновано загальну методологію та методологію експериментальних досліджень, відомості про об'єкти дослідження й обґрунтовано методи та методики проведення досліджень, які передбачали застосування як теоретичних так і експериментальних методів, зокрема системного аналізу; математичного моделювання; біологічного моніторингу; методи відбору проб; хімічні та фізико-хімічні методи тощо.

2.. Проведений системний аналіз системи екологічного управління для встановлення комплексу параметрів регулювання та керування процесом визначення рівня екологічної безпеки та організаційних змін діяльності СГ дав змогу розробити її системну модель, яка включає підсистеми «середовище СГ», «організаційна структура та лідерство», «планування», «підтримування СЕУ», «виробництво», і встановити вхідні та вихідні параметри відповідних процесів функціонування, а також визначити методи для оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання. Здійснено математичне моделювання за допомогою програмного забезпечення MATLAB та Process Modeler.

3. Представлено характеристики біоіндикаторів та біотестів, за допомогою яких проведено дослідження у ланках: «СГ – ґрунт – рослинний організм», «СГ – атмосферне повітря – рослинний організм», «СГ – вода – тваринний організм», «об'єкт ПЗФ (контроль) – ґрунт – рослинний організм». Представлено методики експерименту для визначення ступеня збереження або відновлення стану природних компонентів довкілля під час контролю екологічної діяльності СЕУ суб'єктів господарювання.

4. Описано методи нечіткого моделювання та кластеризації інформації, які дозволяють приймати ефективні управлінські рішення для підвищення рівня екологічної безпеки та організаційних змін діяльності СГ для оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою.

Основні результати, отримані при вирішенні поставлених у розділі 2 завдань, опубліковані в роботах [168-171, 345-347, 350-352, 356-357, 360-366].

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ, МЕТОДІВ ТА ПРОЦЕДУР ОЦІНКИ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ

3.1. Системний підхід до організації діяльності суб'єктів господарювання для впровадження систем екологічного управління

Комплексність, складність проблем і необхідність вивчення технічних, економічних, екологічних, соціальних, психологічних, управлінських та інших аспектів, зростання кількості зв'язків між об'єктами, динамічність ситуацій, які відбуваються всередині та ззовні СГ, зменшення природного капіталу екосистем [22], посилення ролі людського фактору в управлінні, спричинили потребу застосування системного підходу до організації діяльності СГ, що забезпечить належну якість екологічного управління.

Системність полягає в дослідженні об'єкта з різних сторін – внутрішні процеси, зовнішні взаємозв'язки та навколишнє природне середовище. В основі системного підходу лежать принципи, серед яких найчастіше виділяють такі:

- розгляд системи як частини підсистеми деякої більш загальної системи, розташованої в зовнішньому середовищі;
- поділ системи на частини, підсистеми та їх елементи;
- сприйняття системи як єдності, що має особливі властивості, не характерні для її окремих елементів;
- прояв функції цінності системи, що полягає в прагненні до максимальної ефективності самої системи;
- розгляд сукупності елементів системи як єдиного цілого.

Системний підхід є одним із способів впорядкування явищ і процесів, їх пояснення та аналізу. Основною категорією системного підходу є система – сукупність елементів, що перебувають у взаємовідносинах і взаємозв'язках між собою на різних рівнях, утворюючи певну цілісність і єдність.

Система має дві складові:

- внутрішню структуру, яка відображає її будову у сукупності взаємозалежних компонентів, що забезпечують перетворення входу до системи в її вихід при досягненні цілей самої системи;
- зовнішнє оточення, яке поєднує в собі вхід і вихід системи, зв'язок із зовнішнім середовищем і зворотний зв'язок.

Основні концептуальні положення системного підходу можна використати для пізнання та пояснення явищ і процесів матеріального виробництва. По-перше, оскільки основний зміст організації екологічної діяльності СГ полягає в упорядкуванні відносин та зв'язків окремих елементів у процесі виробництва та під час їх впливу на навколишнє середовище в часовому та просторовому аспектах, то вона має необхідні ознаки системи. По-друге, організація екологічної діяльності СГ відбувається в межах певного організаційного утворення, яке наповнене окремими елементами та відносинами і становить певну виробничу одиницю, зі всіма необхідними ознаками виробничої системи. При цьому виробнича система з усіма її елементами, у зв'язку із змінами в організації діяльності СГ під час розробки та впровадження СЕУ теж зазнає значних перетворень, які направлені на застосування нового формату діяльності - екологічно усвідомленої.

Таким чином, організацію діяльності суб'єкта господарювання під час впровадження СЕУ можна розглядати у вигляді системи з певними елементами [387], найсуттєвішими з них є структура, форма, процес, механізм.

Схема організації діяльності СГ та зв'язки між загальними елементами зображено на рис. 3.1.

В основі структури організації діяльності СГ під час розробки та впровадження СЕУ знаходяться взаємозв'язки між усіма його ланками, які здійснюють діяльність відповідно до стратегічних довгострокових та короткострокових цілей визначених екологічною програмою та тих керівних принципів задекларованих в екологічній політиці [388]. Під час впровадження СЕУ суб'єкти господарювання повинні направити свої пріоритети в екологічне, економічне та соціальне русло. Орієнтованість СГ на ці пріоритети допоможе залучити працівників до здійснення прибуткової діяльності, яка пов'язана із

випуском продукції або послуг із застосуванням нових екологічних технологій, одночасно з цим зменшуючи негативний вплив на довкілля. Для забезпечення таких амбітних цілей, керівництво СГ повинно перш за все визначити свій вектор у сфері забезпечення людським ресурсом, зокрема визначити конкретні механізми мотивування та підготовки працівників, від інформування, зустрічей та безпосереднього залучення, до впровадження схем заохочення, визнання досягнень та усунення демотиваційних елементів.

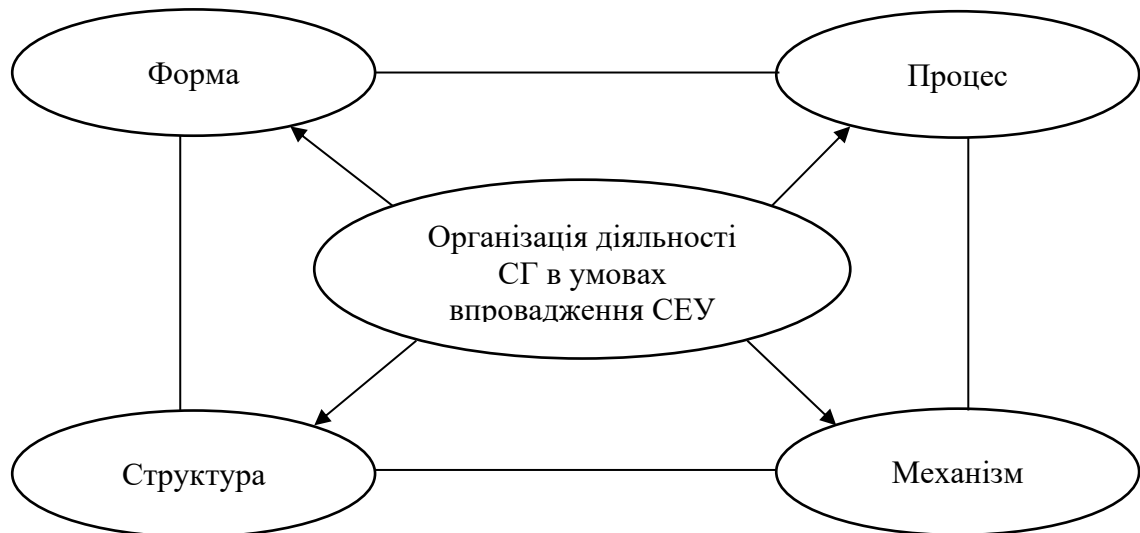


Рисунок 3.1 – Схема організації діяльності суб'єктів господарювання

Форма організації діяльності пов'язана з інтеграцією основних і допоміжних елементів СГ на кожному етапі розробки СЕУ в один цілісний процес з лінійно-просторовою структурою при паралельно-послідовному постійному поліпшенні СЕУ для отримання економічного прибутку з одночасним зменшенням техногенного тиску на стан природних компонентів довкілля. Така форма організації дозволить поєднати всі етапи розробки, впровадження та функціонування СЕУ – від визначення контексту СГ до сертифікаційного екологічного аудиту [193].

Процес організації діяльності СГ під час впровадження СЕУ – це заздалегідь сплановане поєднання великої кількості процесів, що здійснюються між працівниками, зацікавленість яких забезпечує співпрацю на всіх рівнях СГ як всередині, так із зовнішніми стейкхолдерами, які суттєво впливають на діяльність, продукцію або послуги СГ. Особлива роль у процесах організації

діяльності СГ під час впровадження СЕУ належить забезпеченню процесів взаємодії всіх ланок підприємства із НС. Для забезпечення зменшення тиску на природні компоненти довкілля в результаті діяльності СГ, керівництво повинно налагодити процеси мотивації та підготовки працівників, які і є рушійною силою СЕУ.

Механізм організації діяльності СГ, які розробляють та впроваджують СЕУ полягає у контролі за станом показників, які повністю характеризують її екологічну діяльність та ефективність функціонування.

Зважаючи на те, що стандарт ISO 14001 з 1998 року пройшов декілька етапів удосконалення та змін у трактування понять [390] (наприклад, система менеджменту навколишнього середовища, система екологічного менеджменту, система екологічного управління), виникає необхідність більш точного роз'яснення філософії СЕУ для можливості характеризувати її стан, розвиток та особливості функціонування.

У вимогах ISO 14001 застосовується термінологічний апарат, який характеризує екологічну діяльність та тип функціонування СЕУ - екологічна дієвість, екологічна ефективність та екологічна результативність. У стандарті їх визначення є розмитими і повністю не характеризують впроваджену СЕУ, в деяких випадках виступаючи як взаємозамінючі терміни [193].

У звичному розумінні, поняття екологічна ефективність позиціонується з економічної точки зору. Критерії, які визначають екологічну ефективність є досить розповсюдженими та визначаються за допомогою розрахункових методів, виявляючи економічну ефективність для СГ від впроваджених природоохоронних заходів [391]. Вважаємо, що виходячи з структури стандарту та його основних пунктів, понятійного апарату і вимог, зростання економічних показників не є самоціллю СЕУ, а екологічна ефективність впровадження СЕУ є значно глибшим поняттям і полягає у якісному і кількісному покращенні стану НС, внутрішнього середовища та зовнішніх зв'язків СГ, що досягається лише через цілісну стратегію дій керівництва. Звичайно, що економічний аспект є важливим і керівництво СГ звертає увагу, перш за все, на збільшення прибутку, але впроваджуючи СЕУ потрібно враховувати те, що підприємства, які встають на

новий шлях розвитку не повинні вибирати коротку дистанцію для досягнення екологічної ефективності. Ретельно виконуючи приписи стандарту та досягаючи задекларованих цілей екологічної програми СЕУ, механізм організації діяльності СГ буде зосереджений не лише на економії ресурсів, але й повинен працювати у напрямку мотивації працівників для збільшення прибутків, попиту на продукцію і послуги, розширення їх ринків збуту при зменшенні негативного впливу на НС.

У вимогах стандарту ДСТУ ISO 14001:2015 спостерігаємо термінологічну колізію трактування понять «дієвість» – вимірний результат та «екологічна дієвість» – керування екологічними аспектами. Зазначаємо, що не завжди керування екологічними аспектами призводить до вимірного результату.

Згідно стандарту «результативність» – ступінь реалізації запланованих робіт і досягнення запланованих результатів [389]. Таке визначення є обтічним, особливо під час вибору типу СЕУ за ефективністю функціонування, а результативність СЕУ буде сприйматись лише як оцінювання між «задовільно» або «незадовільно». При практичному застосуванні ДСТУ ISO 14001:2015 на підприємствах відразу стає зрозумілим неповне визначення цих характеристик. Зазначимо, що оцінювання на такому рівні приводить до функціонування СЕУ в формальному «паперовому» варіанті, через відсутність наскрізного бачення всіх механізмів організації діяльності СГ для постійного поліпшування.

Такі термінологічні невідповідності ототожнюють поняття – «екологічна дієвість», «екологічна результативність» та «екологічна ефективність».

На основі проведених досліджень пропонуємо зміни організації діяльності СГ під час впровадження СЕУ контролювати за «ефективністю управління», «екологічною дієвістю» та «екологічною результативністю», застосовуючи їх в якості показників контролю екологічної діяльності СЕУ.

Виходячи із вище зазначеного пропонуємо таке визначення понять [389]: *екологічна результативність* – показник рівня застосування природоохоронних заходів направлених на підвищення екологічності виробництва, продукції та послуг суб'єкта господарювання; *ефективність управління* – показник рівня розвитку комунікацій всередині та ззовні СГ на основі застосування управлінських підходів та стратегічних документів; *екологічна дієвість* -

показник ступеня покращення стану природних компонентів довкілля відповідно до встановлених стратегічних цілей та зобов'язань (рис. 3. 2).

Пропонуємо, визначати *ефективність функціонування системи екологічного управління* як досягнення поліпшування організації діяльності на всіх рівнях управління СГ. *Розвиток системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання* – реалізація встановлених зобов'язань щодо контролю екологічної діяльності та проведених організаційних змін СГ.



Рисунок 3.2 – Механізм організації діяльності суб'єкта господарювання під час розробки, впровадження та функціонування СЕУ

Виходячи із вище зазначеного встановлено, що для ефективного функціонування СЕУ СГ, підхід до механізмів їх організації діяльності повинен ґрунтуватись на постійному контролюванні, коригуванні невідповідностей та поліпшуванні трьох показників СЕУ: екологічна результативність (ЕР), ефективність управління (ЕУ) та екологічна дієвість (ЕД) (рис. 3.3).

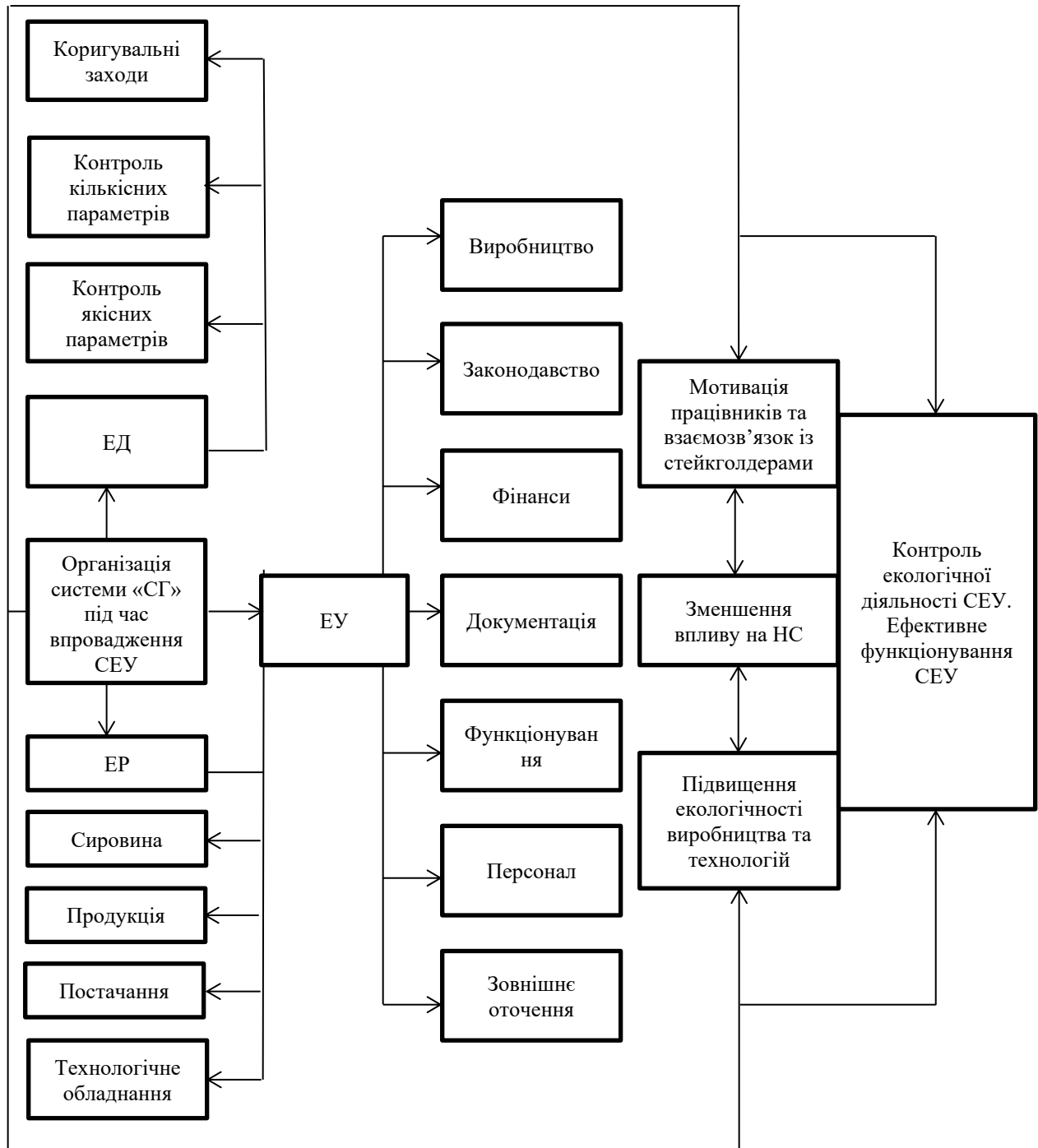


Рисунок 3.3. – Основні засади механізму організації діяльності суб'єкта господарювання під час впровадження СЕУ

Отже, під час впровадження СЕУ виникає необхідність змін в організації діяльності підприємств. Центром таких змін, буде покращення показників екологічної результативності; ефективності управління та екологічної дієвості, постійне поліпшування яких є ознакою ефективно функціонуючої СЕУ.

Отже, визначивши основні засади організації діяльності СГ під час впровадження СЕУ необхідно ідентифікувати контекст СГ як системи з

вбудованими підсистемами. Визначення контексту є першочерговою задачею під час впровадження СЕУ, оскільки аналіз сильних та слабких сторін СГ дозволяє встановити реальний стан його еколого-соціо-економічного розвитку.

3.2. Розробка контексту системної моделі «Суб'єкт господарювання»

Поняття суб'єкта господарювання аргументоване теорією господарювання. Суб'єкт господарювання – це юридична особа незалежно від організаційно-правової форми та форми власності чи фізична особа, діяльність якої пов'язана з виробництвом, реалізацією, придбанням товарів, іншою господарською діяльністю; будь-яка юридична або фізична особа, яка здійснює контроль над СГ, група суб'єктів господарювання, якщо один або декілька з них здійснюють контроль над іншими [126–127, 131–132].

Суб'єктами господарювання є: 1) господарські організації – юридичні особи, державні, комунальні та інші підприємства, інші юридичні особи, які здійснюють господарську діяльність та зареєстровані в установленому законом порядку; 2) громадяни України, іноземці та особи без громадянства, які здійснюють господарську діяльність та зареєстровані відповідно до закону як підприємці [129, 142, 143, 144].

Серед організацій – суб'єктів господарювання можна виділити: а) організації, які виробляють і реалізують для суспільних (не власних) потреб продукцію, виконують роботи та надають послуги; б) організації – споживачі результатів господарської діяльності; в) організації, що здійснюють професійну управлінську діяльність в економіці [130].

Підприємство як самостійний суб'єкт господарювання створюється для задоволення суспільних і особистих потреб та послідовного здійснення виробничої, науково-дослідної, торговельної, іншої господарської діяльності [128].

Підприємство як складну систему, що складається з комплексу більш простих систем, які виконують певні функції розглядають науковці в своїх роботах [392, 393]. Здебільшого такі роботи економічного або управлінського напрямків, де особлива роль віддається вивченню і ретельному опису організації економічної та управлінської підсистем підприємства [85, 90, 394-398]. Під час деталізації кожної з підсистем автори, у більшості випадків, зупиняються на

створенні послідовної декомпозиції системи управління на підприємстві, розглядаючи її як сукупність підсистем, при цьому залишають без уваги складові елементів кожної з підсистем та їх взаємодію [399-402]. Підприємство розглядається і в екологічному відношенні, але лише як виробничо-екологічна система, що взаємодіє із зовнішнім середовищем шляхом матеріально-енергетичного обміну та є конкурентоздатною [91].

Суб'єкти господарювання, рішення яких щодо впровадження системи екологічного управління засноване на покращенні не лише економічного, але й екологічного розвитку, потребують допомоги на всіх етапах впровадження СЕУ. Така необхідність виникає через те, що більшість керівників не усвідомлюють, що СЕУ є довгостроковим проектом, який потребує постійної уваги, контролю, розвитку і фінансування. Під час розробки СЕУ необхідно перш за все пройти початковий (перший) етап, основним завданням якого є ідентифікація контексту (середовища) СГ. Контекст СГ повинен розглядатись системно, тобто у вигляді системи, яка складається з підсистем, властивості яких відрізняються від властивостей елементів, що входять до їх складу. Тому, пропонуємо визначати контекст системи «Суб'єкт господарювання» у єдності трьох підсистем – «Внутрішнє середовище», «Зовнішні стейкхолдери», «Довкілля» [192]. При цьому підсистеми системи «Суб'єкт господарювання» об'єднують три важливі аспекти функціонування СЕУ: зовнішнє джерело енергії; можливості щодо отримання ресурсів з довкілля для свого існування; зменшення негативного впливу СГ на стан навколишнього середовища під час процесів направлених на створення продукту або послуги. (рис. 3.4).

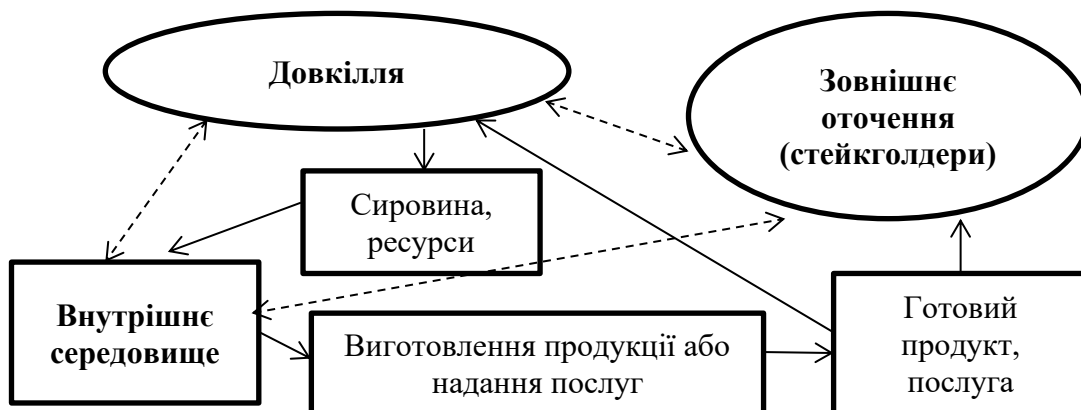


Рисунок 3.4– Контекст системи «Суб'єкт господарювання»

Для того, щоб розробити і впровадити ефективно функціонуючу СЕУ першим кроком для керівництва та робочої групи є ідентифікація контексту системи «Суб'єкт господарювання». Для цього недостатньо буде застосувати лише консалтингові послуги, тобто послуги сторонніх компаній, які в майбутньому будуть проводити екологічний аудит СЕУ. Ці послуги мають бути лише консультативного характеру та бути направленими на забезпечення навчання працівників підприємства особливостям розробки та впровадження СЕУ. За допомогою системного аналізу керівництво повинно заглибитись у всі стадії розробки та впровадження СЕУ, врахувати специфіку діяльності СГ для того, щоб: визначити контекст СГ як відкритої системи вбудованої в навколишнє середовище; вибрати необхідні управлінські підходи, які стануть ефективними для конкретного підприємства, що здійснює певний вид економічної діяльності; встановити ті критерії та індикатори, які є найбільш інформативними для оцінювання ефективності функціонуючої СЕУ; означити види проведення постійних моніторингових досліджень залежно від складу речовин, потужності викидів в атмосферне повітря, об'єму скидів та відходів, які є побічними продуктами діяльності підприємства, а також для визначення стану збереження та відновлення природних компонентів довкілля до та після впровадження; постійно контролювати екологічну діяльність СЕУ. Такий підхід до СЕУ, заснований на ретельній ідентифікації СГ як системи, дасть змогу розробити довгострокову екологічну стратегію направлену на постійне поліпшування діяльності СГ відповідно до вимог ДСТУ ISO 14001:2015.

Якщо керівництво СГ не бере участь у всіх стадіях розробки СЕУ, перерозподіляє свої функції на представників аудиторських та консалтингових компаній, які надають послуги у впровадженні СЕУ, тоді такий підхід приведе до негативних наслідків у майбутньому, які розпочнуться ще на етапі вивчення підсистем СГ та позначаються на функціонуванні СЕУ. Зазначимо, що при передачі процесів по контролюванню та впровадженню СЕУ на робочу групу, яка складається з працівників, які ще не усвідомили необхідність впровадження СЕУ керівництво СГ повністю виходить за межі системи екологічного управління, працює автономно, ставлячись до неї як до тимчасового явища

необхідного для отримання сертифікату, який дасть змогу збільшити можливості у виході продукції СГ на ринок ЄС. Якщо керівництво не розуміє суттєвих положень стандарту, не залучає професійних екологічних менеджерів на підприємство та не зважає на відсутність зацікавленості і мотивації персоналу – контекст суб'єкта господарювання визначається поверхнево, що приводить до впровадження СЕУ, яка існує автономно від загальної системи управління підприємства та перевантажена документообігом [192].

Таким чином, формуючи СЕУ на підприємстві в керівництва є ряд першочергових стратегічних цілей і задач, які потрібно опрацювати ще до початку впровадження СЕУ. Одна з таких, визначення контексту суб'єкта господарювання для виділення в ньому взаємодіючих і взаємозалежних підсистем. Опрацювання кожної підсистеми, її елементів, їх взаємодії буде основою для розробки і впровадження ефективної СЕУ, оскільки полегшить стратегічний аналіз та використання його інструментів для ідентифікації сильних і слабких сторін підприємства, визначення суттєвих екологічних аспектів та впливів, які здійснює підприємство на НС для якісної розробки екологічної політики та програми СЕУ [403]. Визначаючи СГ як систему, керівництво формує моделі її підсистем для глибокого вивчення та забезпечення необхідних організаційних змін діяльності всередині цієї системи, тим самим покращує рівень екологічної безпеки суб'єкта господарювання.

Структура системи «Суб'єкт господарювання» в залежності від логічних взаємовідносин між рівнями управління та їх функціональною складовою впливає на якість змін організації діяльності СГ під час впровадження СЕУ, які характеризують такі показники як: екологічна результативність, ефективність управління, екологічна дієвість.

Цілі та задачі, їх вимірність й виконання у встановлені строки, структура, наявність ресурсів та технологій, чітке управління на всіх рівнях та у межах діяльності й впливу СГ дають змогу створити цілісну систему з середини, яка постійно комунікує із зовнішніми стейкхолдерами, зменшуючи свій вплив на природні компоненти довкілля [192]. Наявність чіткої ієрархії та рівнів управління підприємством, встановлені й вимірні цілі та задачі, їх досягнення у

встановлені строки – це складові успіху у забезпеченні постійного еколого-соціо-економічного розвитку та у підвищенні рівня екологічної безпеки СГ.

Для того, щоб цілі і задачі, виконання яких забезпечують підсистеми системи «СГ» були досяжними і приводили до постійного поліпшення СЕУ необхідно: провести критичний аналіз філософії суб'єкта господарювання; визначити перспективні заходи щодо охорони навколишнього середовища; розробити стратегію діяльності підприємства з урахуванням питань в сфері охорони навколишнього середовища. Для досягнення короткострокових та довгострокових цілей підприємства, які є основою екологічної стратегії СГ під час впровадження СЕУ основну роль відіграють процеси взаємодії всередині підприємства, а також із зовнішніми стейкхолдерами та навколишнім середовищем. Це пояснюється тим, що отримання й перетворення ресурсів необхідних для процесів виробництва, створення готового продукту або послуги не може існувати окремо від кваліфікованого персоналу, ізольовано від зовнішнього оточення та НС. Важливою ознакою підвищення рівня екологічної безпеки контексту СГ є застосування ефективних технологій, які поєднуються з кваліфікованими навичками працівників, які необхідні для отримання конкретних результатів, перетворення ресурсів і матеріалів [404].

Ефективність функціонування СЕУ системи «Суб'єкт господарювання» досягається шляхом взаємодії трьох підсистем, які утворюють контекст цієї системи і залежать від внутрішнього клімату, реакцій зовнішніх зацікавлених сторін, стану природних компонентів довкілля, можливостей застосування нових технологій та модернізації обладнання, виконання законодавчих вимог. Але, жоден з цих факторів не спрацює і ефективне функціонування СЕУ не буде досягнуто, доки на підприємстві, не будуть в першу чергу ідентифіковані всі аспекти підсистеми «Внутрішнє середовище». Її особливості, зокрема наявність кваліфікованого персоналу з набором навичок та умінь, психологічні та комунікативні зв'язки всередині колективу, обізнаність у сфері екологічного управління, мотиваційний компонент у діяльності забезпечать відповідні екологічні організаційні зміни діяльності.

Тому, аналіз підсистеми «Внутрішнє середовище» є першочерговим завданням під час визначення контексту системи «Суб'єкт господарювання», оскільки від неї в більшій мірі залежить, як саме буде відбуватись екологічна діяльність та наскільки СЕУ буде ефективно функціонувати.

3.2.1. Моделювання підсистеми «Внутрішнє середовище»

Для гармонізації діяльності і стійкості до впливу зовнішніх факторів керівництву необхідно приділяти значну увагу підсистемі «Внутрішнє середовище». Ця підсистема постійно існує і розвивається. Внутрішнє середовище доволі часто стає джерелом проблем, які унеможливають ефективне функціонування СЕУ та підвищення рівня екологічної безпеки СГ через відсутність ефективних комунікативних зв'язків.

Підсистема «Внутрішнє середовище» складається із таких взаємодіючих та взаємопов'язаних елементів: структура підприємства; управлінська структура; кадровий склад; технології (рис. 3.5).

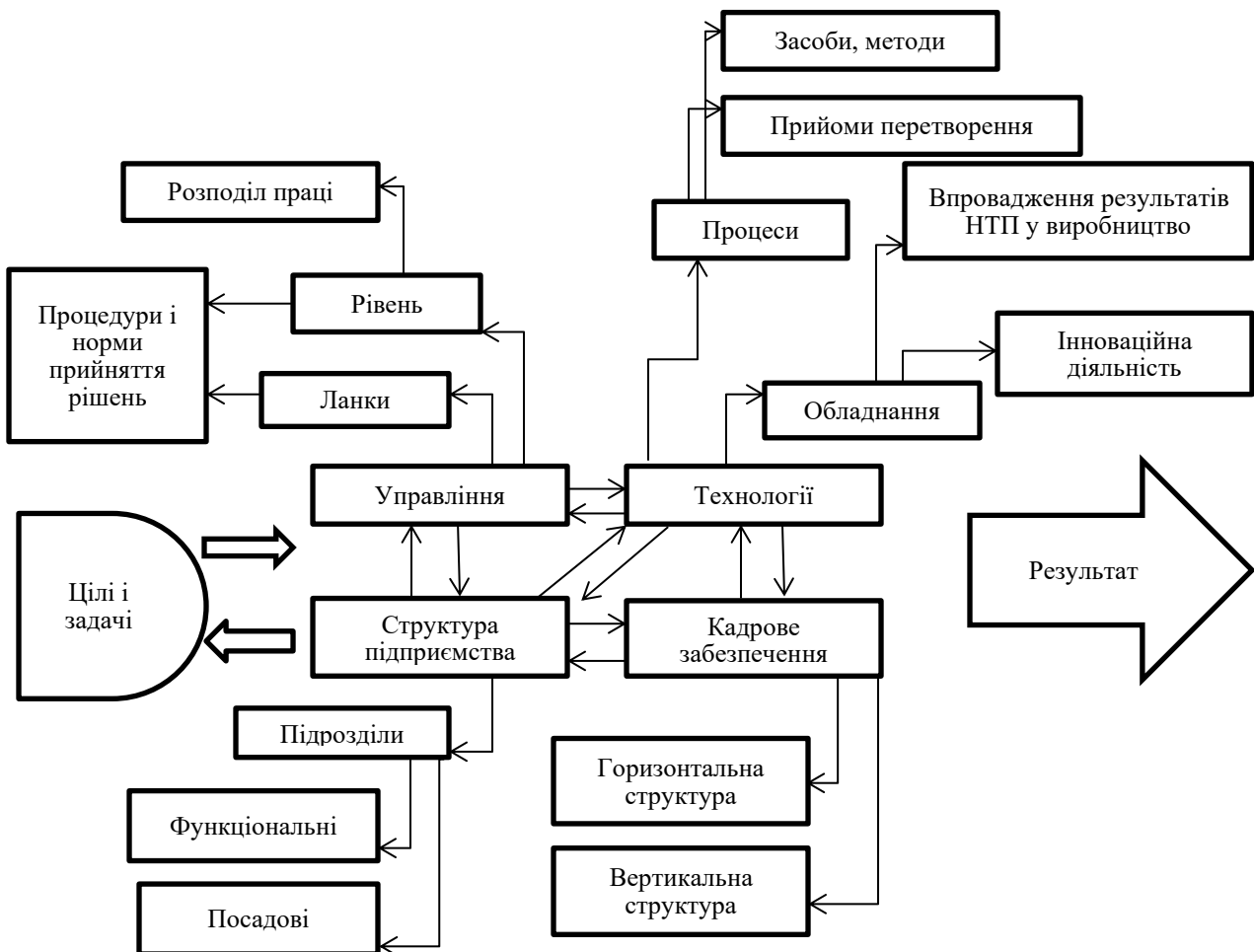


Рисунок 3.5 – Підсистема «Внутрішнє середовище»

Структура підсистеми залежить не лише від кількості працівників, але й від логічних взаємовідносин між рівнями управління та їх функціональної складової для забезпечення досягнення цілей та задач підприємства. Саме у структурі підприємства, її організаційній частині під час впровадження СЕУ можуть виникати розбіжності, які можуть призвести до формального відношення до СЕУ всередині підсистеми. Такий результат є передбачуваним через те, що кожний СГ має індивідуальні особливості пов'язані з певними відносинами щодо власності в сфері виробництва і розподілу фінансів, розпорядження та використання коштів споживання і виробництва, інформаційного забезпечення.

Тому, організаційна структура підсистеми «Внутрішнє середовище» є одним з основних елементів управління і є сукупністю управлінських ланок, розташованих у суворій підпорядкованості для забезпечення взаємозв'язку між керуючою системою і керованими підсистемами, які відіграють особливе значення під час розподілу цілей і задач між підрозділами та працівниками СГ для впровадження ефективно функціонуючої СЕУ.

Так, необхідність розробки документації СЕУ, проведення попереднього аналізу та реалізація програми екологічного управління і екологічної політики СГ, повинні привести до створення принципово нової управлінської структури, – екологічного відділу, який забезпечить розробку, впровадження і функціонування СЕУ. Створення управлінської структури в системі «СГ» під час розробки СЕУ приведе до розвитку всіх відділів та структур підсистеми «Внутрішнє середовище», шляхом розширення обов'язків і повноважень екологічного менеджера. Для екологічного менеджера вирішення питань контролювання технічних аспектів забруднення водних ресурсів й атмосферного повітря, утилізації відходів є лише невеликою частиною обов'язків. Посада екологічного менеджера на підприємстві для забезпечення ефективно функціонуючої СЕУ повинна відповідати рангу керівника вищої ланки для координації руху ресурсів та розподілу завдань між працівниками. Під час впровадження СЕУ екологічному менеджеру та вищому керівництву підприємства доцільно розробити процедури необхідні для впровадження СЕУ у вигляді наказів, розпоряджень, інструкцій та для координації дій шляхом

створення системи норм та правил, стосовно етапів впровадження СЕУ. Розробка процедур під час впровадження СЕУ дозволить здійснювати ефективні комунікації (письмова, усна, змішана форми) всередині підсистеми.

Технології, як один із значущих елементів для забезпечення ефективного функціонування СЕУ – це процеси, засоби, методи та прийоми перетворення сировини у продукцію СГ. Тому, питання технологій і їх результативне використання для мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище дають змогу покращити і прискорити виробничі процеси та прийняти економічно обґрунтовані управлінські рішення щодо впровадження новітньої техніки (строк окупності, розрахунок прибутку та ін.).

Надважливим елементом підсистеми «Внутрішнє середовище» є кадровий склад, який забезпечується працівниками, рівнем їх знань, досвідом роботи. Всі ці характеристики кадрового складу відіграють ключову роль у впровадженні екологічно усвідомлених підходів до ведення діяльності СГ. Якщо у працівників відсутні переконання у перевазі екологічно усвідомленої праці, впровадження СЕУ є приреченим, незалежно від того, наскільки ефективно буде проводитись робота у інших сферах. Якщо працівники переконані у значущості екологічного управління, то функціонування СЕУ буде ефективним. Мотивація і підготовка працівників – це ті два кита успіху, на яких потрібно будувати довгостроковий план СЕУ [405, 406].

Важливим фактором, який полегшує впровадження СЕУ є мотивація підсистеми «Внутрішнє середовище» на всіх рівнях. Однак, в кожному трудовому колективі поряд з формальною (офіційною) організаційною структурою існують неформальні (неофіційні) відносини між членами колективу, які на відміну від офіційних відносин не регламентуються, але певним чином впливають на політику офіційної структури СГ. Якщо відносини між членами такої групи формуються на основі особистих симпатій, загальних інтересів та поглядів, а причинами їх утворення групи всередині організаційної структури СГ є взаємодопомога, захист та можливість спілкування, тоді така підсистема повинна постійно бути у керівництва під особливим контролем. Саме спілкування знаходиться в основі появи неформальних груп на тих

підприємствах, де спостерігається слабка організаційна структура, направлена на приховування інформації від своїх підлеглих, що унеможливорює доступ до інформації та створює підґрунтя для розвитку неформальних організацій та їх лідерів всередині структури. Така неформальна група розвивається, в ній встановлюються групові еталони «прийнятної» і «неприйнятної» поведінки, що приводить до опору змінам і спричинює формальне впровадження СЕУ [406].

Організаційна структура підсистеми «Внутрішнє середовище» з двома варіантами комунікативної роботи екологічного менеджера представлено на рис. 3.6.

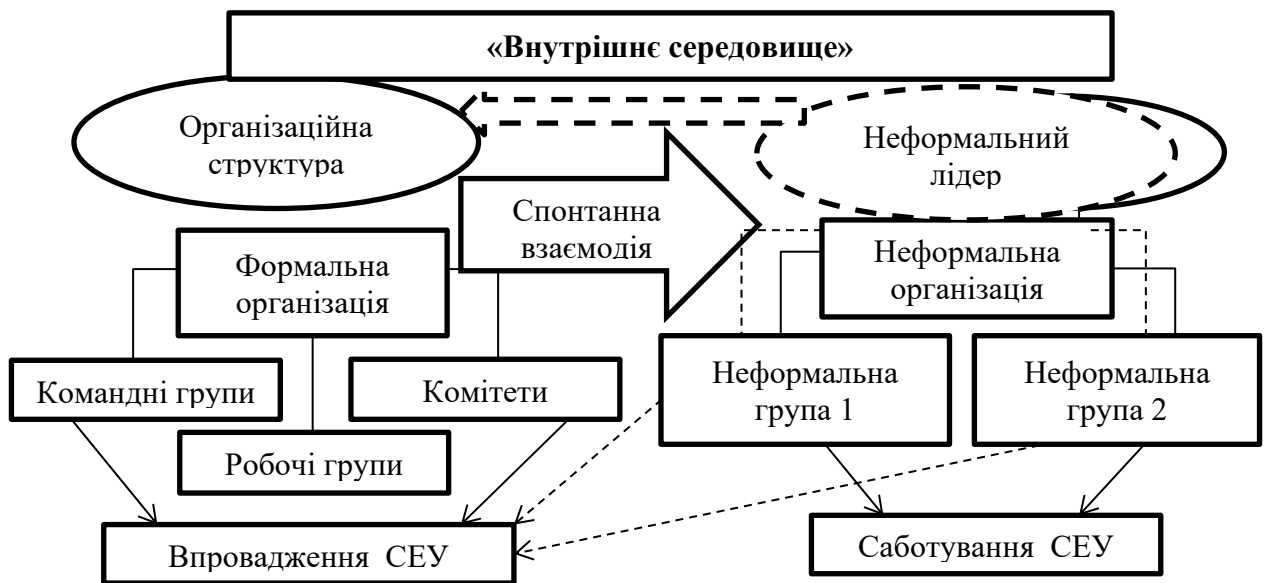


Рисунок 3.6. – Варіанти впровадження СЕУ за наявності формальної та неформальної організаційної структури в підсистемі «Внутрішнє середовище»

Не дивлячись на те, що існування неформальних груп в підсистемі «Внутрішнє середовище» є цілком звичним явищем, під час впровадження СЕУ керівництву необхідно уважно відноситись до їх існування і врахувати можливість впливу на них.

Неформальні групи досить часто можуть згуртувати трудовий колектив, тому керівник підприємства або екологічний менеджер як формальний лідер повинні підтримувати такі об'єднання шляхом співробітництва, взаємодопомоги та комунікацією, що забезпечить здоровий мікроклімат всередині підсистеми. Це досить легко зробити, оскільки в неформальній групі комунікації здійснюються швидше, ніж в формальній групі. Така підтримка підсистеми «Внутрішнє

середовище» піде на користь вже під час перших кроків розробки СЕУ та надасть можливості кожному члену неформальної групи знайти свій напрям роботи.

Чіткість та постійний контроль організаційної структури у підсистемі «Внутрішнє середовище» є однією з основних задач управління для впровадження ефективно функціонуючої СЕУ, і полягає не лише у розподілі задач між підрозділами і працівниками СГ, але й у їх якісній комунікації.

Отже, після виявлення всіх слабких та сильних сторін у підсистемі «Внутрішнє середовище» доцільно з'ясувати контекст зовнішнього оточення, яке впливає на організацію діяльності СГ, а від так і на функціонування СЕУ.

3.2.2. Моделювання підсистеми «Зовнішні стейкхолдери»

У контексті системи «Суб'єкт господарювання» велику роль відіграє підсистема «Зовнішні стейкхолдери», яка прямо та опосередковано впливає на всі етапи розробки та впровадження СЕУ. Опосередкований вплив відображує стан громадянського суспільства, природного середовища, розвиток економіки, наявність ринку кваліфікованих працівників, використання, впровадження і застосування нових технологій, політичний вектор країни та норми суспільного життя, встановлення міжнародних зв'язків (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 – Підсистема «Зовнішні стейкхолдери»

- > – прямий вплив на діяльність системи «СГ»
- > – опосередкований вплив на діяльність системи «СГ»

Велике значення у досягненні ефективного функціонування СЕУ має доступність та продумане використання фінансових інструментів СГ. Керівництво СГ повинно визначити для себе поняття «інвестування в охорону навколишнього середовища» та виявити можливості для отримання коштів – банківські кредити, гранти, власні кошти, міжнародні проекти.

Правова система держави надає можливості для впровадження власних моделей екологічного управління в рамках існуючого законодавства. СГ повинні дотримуватися екологічних норм і законів України. Під час розробки та впровадження СЕУ необхідно організувати планування, реалізацію та контроль за заходами у сфері охорони довкілля; розробити положення про необхідність охорони довкілля в перелік довгострокових цілей шляхом внесення відповідних змін у статут СГ з повідомленням про це працівників, постачальників та клієнтів; делегувати повноваження щодо контролю питань охорони довкілля представнику вищого керівництва; розширити функції та повноваження екологічного менеджера; створити екологічні відділи для забезпечення дотримання правил та норм із запобігання забруднення та мінімізації збитків навколишньому середовищу [192, 406].

Прямий вплив на систему «СГ» здійснює ділове оточення, яке складається з суб'єктів безпосередньо пов'язаних або тих, що впливають на діяльність СГ (постачальники та споживачі, конкуренти та державні організації, що регулюють господарську діяльність, ділові партнери та громадські об'єднання тощо). Велика загроза для організації діяльності системи «СГ» під час впровадження СЕУ полягає у відповідальності за екологічну шкоду за позовом третьої сторони, зокрема жителів прилеглих територій, конкурентів, клієнтів, громадських об'єднань. Для цього необхідно налагодити систему менеджменту ризиків та періодично аналізувати потенційні ризики, а у відношенні до екологічних загроз повинні діяти принципи скорочення, обмеження, контролю і делегування. Керівництво системи «СГ» повинно проводити екологічні заходи з партнерами, акціонерами, постачальниками, клієнтами у різних формах. Це можна здійснювати, включивши положення про реалізацію екологічних заходів в перелік стратегічних цілей СГ.

Розглядаючи вплив та категорії зовнішніх стейкхолдерів потрібно враховувати, що швидкість їх впливу є різною, і в повній мірі відображується в питаннях впливу на НС та під час виходу СГ на європейські ринки продукції.

Система «Суб'єкт господарювання» пов'язана тісними зв'язками із навколишнім середовищем, які у більшості випадків не помічаються керівництвом, але від них залежить ефективність функціонування СЕУ. Тому, встановлення взаємозв'язків в між елементами в підсистемі «Довкілля» є необхідною умовою для забезпечення ефективного функціонування СЕУ.

3.2.3. Моделювання підсистеми «Довкілля»

Підсистема «Довкілля» функціонує в безперервно діючому режимі, оскільки СГ залучає у виробниче середовище сировину та природні ресурси і направляє в довкілля відходи виробничих процесів (рис. 3.8). Природні й техногенні потоки речовин та енергії сприяють перерозподілу відходів за рахунок процесів міграції, трансформації й акумуляції.

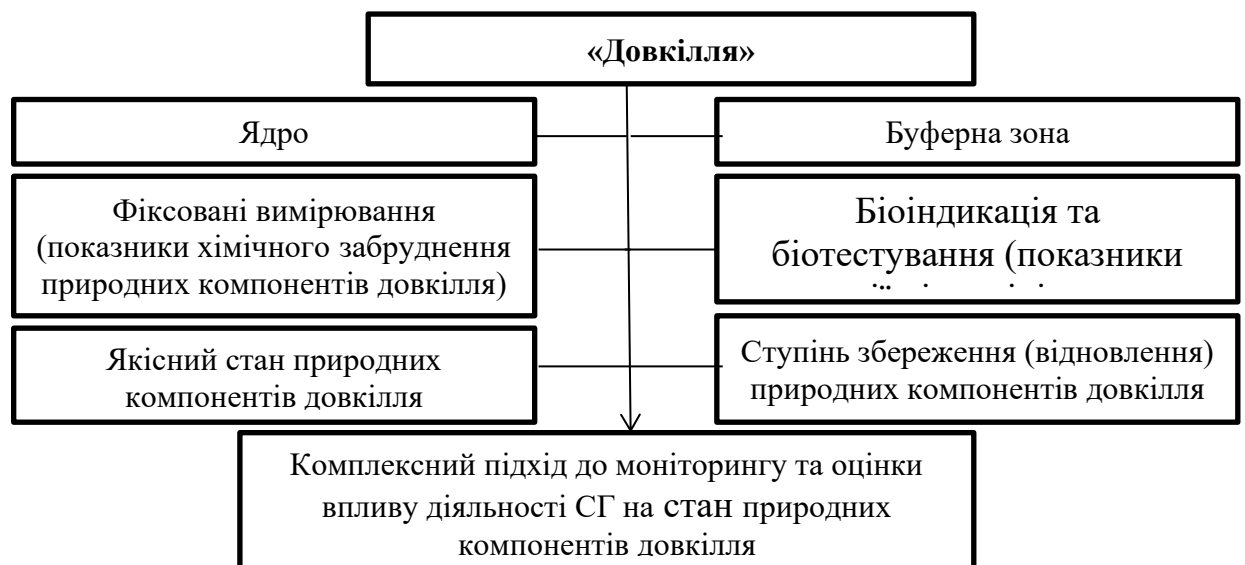


Рисунок 3.9 – Функціонування підсистеми «Довкілля»

Підсистему «Довкілля» можна розділити за інтенсивністю і характером процесів на такі елементи: ядро (безпосередній вплив) і буферна зона (опосередкований вплив). Ядро утворюють штучно перетворені території, на яких розташовуються основні об'єкти й споруди СГ. До складу ядра входять активна, послабленої активності та периферійна зони [192]. Буферна зона представлена непорушеним ландшафтом, що зазнає впливу забруднюючих

речовин під час міграції в рухомих компонентах середовища. Межа цієї зони визначається природним геохімічним фоном СГ, в якому проявляється дія механізму самоочищення біосфери за рахунок збереження природних форм ландшафту. Характер впливу СГ на стан довкілля визначається складом техногенних чинників та інтенсивністю їх взаємодії з компонентами урбоекосистеми, позаяк загальний рівень впливу СГ на НС може знаходитися в допустимих рівноважних і кризових межах (рис. 3.9).

Для оцінки функціонування підсистеми «Довкілля» доцільно аналізувати стан ядра та буферної зони в комплексі, поєднуючи дані фіксованих вимірювань (дозволяють отримати інформацію про хімічне забруднення зон підсистеми) з даними щодо реакції-відповіді живих організмів із застосуванням методів біоіндикації та біотестування. Такий комплексний моніторинг підсистеми «Довкілля» дозволить якнайкраще охарактеризувати стан збереження та відновлення природних компонентів довкілля.

Комплексний підхід до моніторингу підсистеми «Довкілля» та її зон під час функціонування СЕУ, дасть змогу СГ контролювати як рівень хімічного забруднення, яке викликане виробничими процесами підприємства, так і абсолютні втрати навколишнього середовища, зокрема стан флори, фауни, здоров'я людей, а також компенсаційні можливості природних компонентів довкілля – ступінь їх збереження та відновлюваність. Відсутність комплексного контролю стану природних компонентів довкілля ядра та буферної зони підсистеми «Довкілля» може привести до підвищення рівня екологічної небезпеки системи «СГ» внаслідок порушення природного балансу та збільшення рівня екологічних втрат, що негативно позначиться на ефективності функціонування системи управління екологічною безпекою СГ [192].

Для ефективного впровадження СЕУ необхідно контролювати, постійно поліпшувати, проводити організаційні зміни для досягнення поставлених керівництвом цілей і задач в системі «Суб'єкт господарювання». Тому, під час розробки і впровадження СЕУ необхідно розробити процедуру вибору та обов'язково застосовувати управлінські підходи.

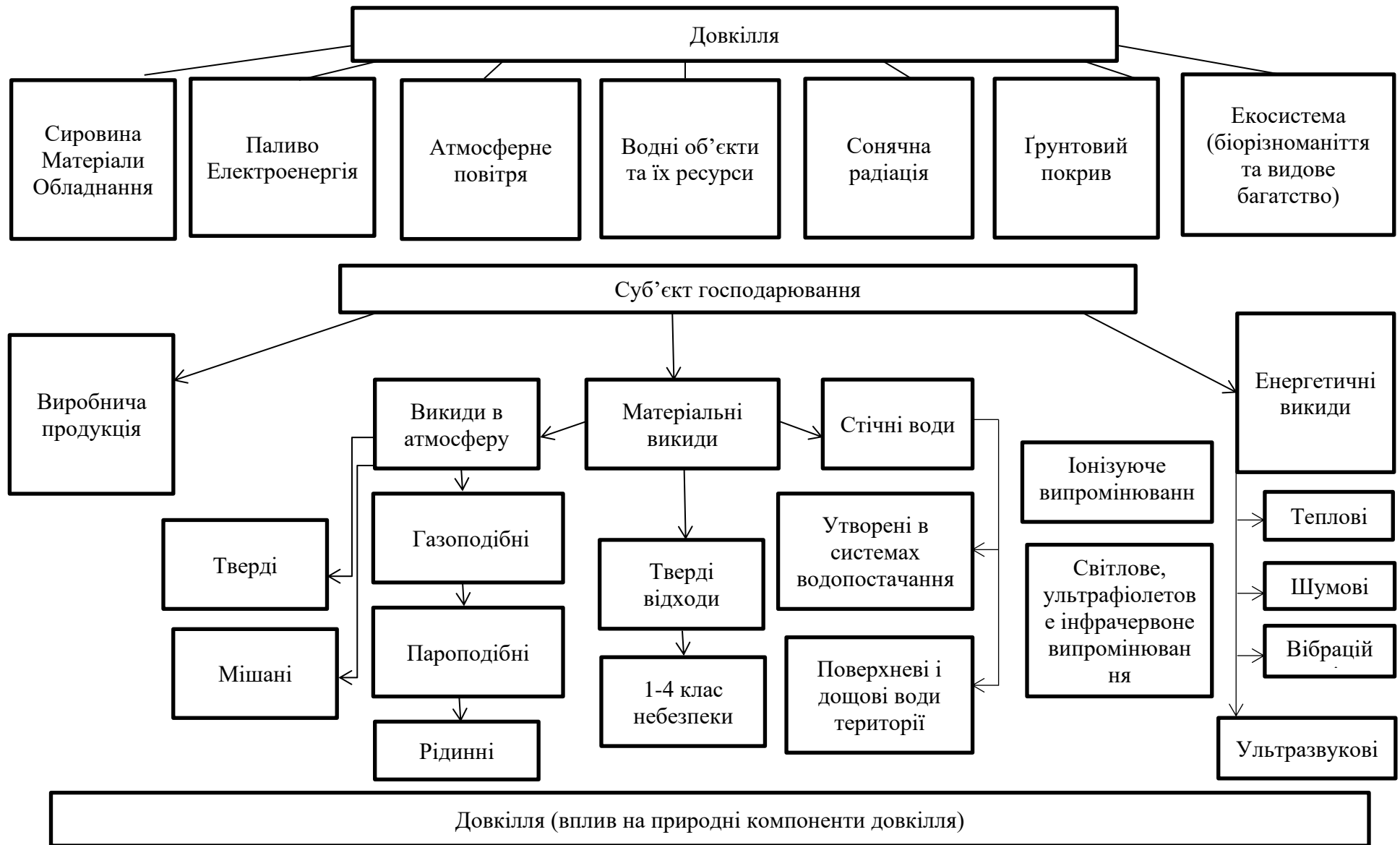


Рисунок 3.8 – Елементи підсистеми «Довкілля»

3.3. Процедури вибору управлінських підходів на етапах впровадження систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання

Виходячи з концепції екологічного менеджменту впровадження СЕУ суб'єктів господарювання супроводжується запровадженням екологічних змін на основі чіткої довгострокової стратегії керування усіма визначеними підсистемами системи «Суб'єкт господарювання» [394].

Для ефективного функціонування СЕУ необхідно визначити цілі та стратегією, в якій правильний розподіл пріоритетів дозволить визначити функції між усіма учасниками змін для розробки та впровадження СЕУ. Слід зауважити, що стратегія керівництва для впровадження СЕУ повинна постійно змінюватись у часі, так само як і змінюються умови навколишнього середовища [407]. При цьому вибір та застосування підходів до управління під час впровадження та функціонування СЕУ є стратегічним питанням, яке керівництво повинно відразу вирішити після ідентифікації підсистем системи «Суб'єкт господарювання».

Вважається, що найбільш раціональний та ефективний варіант впровадження СЕУ – застосування процесного підходу [408], через вимоги стандарту ISO 14001, який припускає поєднання в єдині процеси проходження етапів з підготовки і проведення змін на підприємстві за допомогою методології покращення циклу PDCA [193]. За допомогою процесного підходу забезпечуються інтегрування та налаштування процесів на підприємстві, прозорість операцій всередині, зниження витрат за рахунок раціонального використання ресурсів, більш чітке розуміння працівниками своєї відповідальності, а також зосереджуються зусилля на ефективності процесів. Таким чином, процесний підхід буде ефективним під час проведення попереднього аналізу та розробки первинної документації СЕУ [409]. Процесний підхід до управління є оптимальним для СГ з простою організаційною структурою, коли весь процес зосереджений в рамках однієї структурної одиниці [410], але впровадження його в складну ієрархічну систему управління, супроводжується зниженням ефективності на всіх етапах впровадження СЕУ

[411, 412]. Відзначимо, що використання лише процесного підходу під час впровадження СЕУ пов'язано із традиційним авторитарним, контрольньо-орієнтованим стилем управління керівництва СГ, що стане причиною дестабілізації відносин і поведінки в колективі [413].

На практиці впровадження СЕУ потребує використання декількох підходів до управління, оскільки недоліки класичних підходів знімаються при доповненні одного підходу іншим та під час комбінування декількох підходів одночасно, що дасть змогу впровадити СЕУ в контексті екологічного перетворення виробництва та вмотивованості працівників [406].

Отже, для організаційно-екологічних змін діяльності в системі «Суб'єкт господарювання» необхідно розробити модель вибору підходів до управління, яка б привела до ефективного функціонування СЕУ.

3.3.1. Модель вибору управлінського підходу на всіх етапах розробки та впровадження систем екологічного управління суб'єктів господарювання

Ефективна соціо-еколого-економічна діяльність СГ є результатом його збалансованої та заощадливої організаційної роботи. Основою моделювання вибору підходів до управління системи «Суб'єкт господарювання» став аналіз параметрів функціонування розглянутих вище підсистем та їх елементів в контексті створення перспективи організаційно-екологічних змін діяльності.

Для попередньої реалізації параметрів якості управлінського підходу та визначення його ефективності необхідно проаналізувати параметри входу системи (рис. 3.10).

Для цього потрібно визначити наскільки задовольняють параметри вимогам для впровадження ефективно функціонуючої СЕУ шляхом системного аналізу параметрів входу у систему «Суб'єкт господарювання» та параметрів входу у підсистеми системи «Суб'єкт господарювання» На основі отриманих даних доцільно визначити наскільки покращиться ефективність того чи іншого процесу при застосуванні кожного із запропонованих підходів на окремому етапі організаційних змін діяльності. При позитивному впливі управлінського підходу на підсистему та її елементи, а також при врахуванні особливостей етапу впровадження, він застосовується.

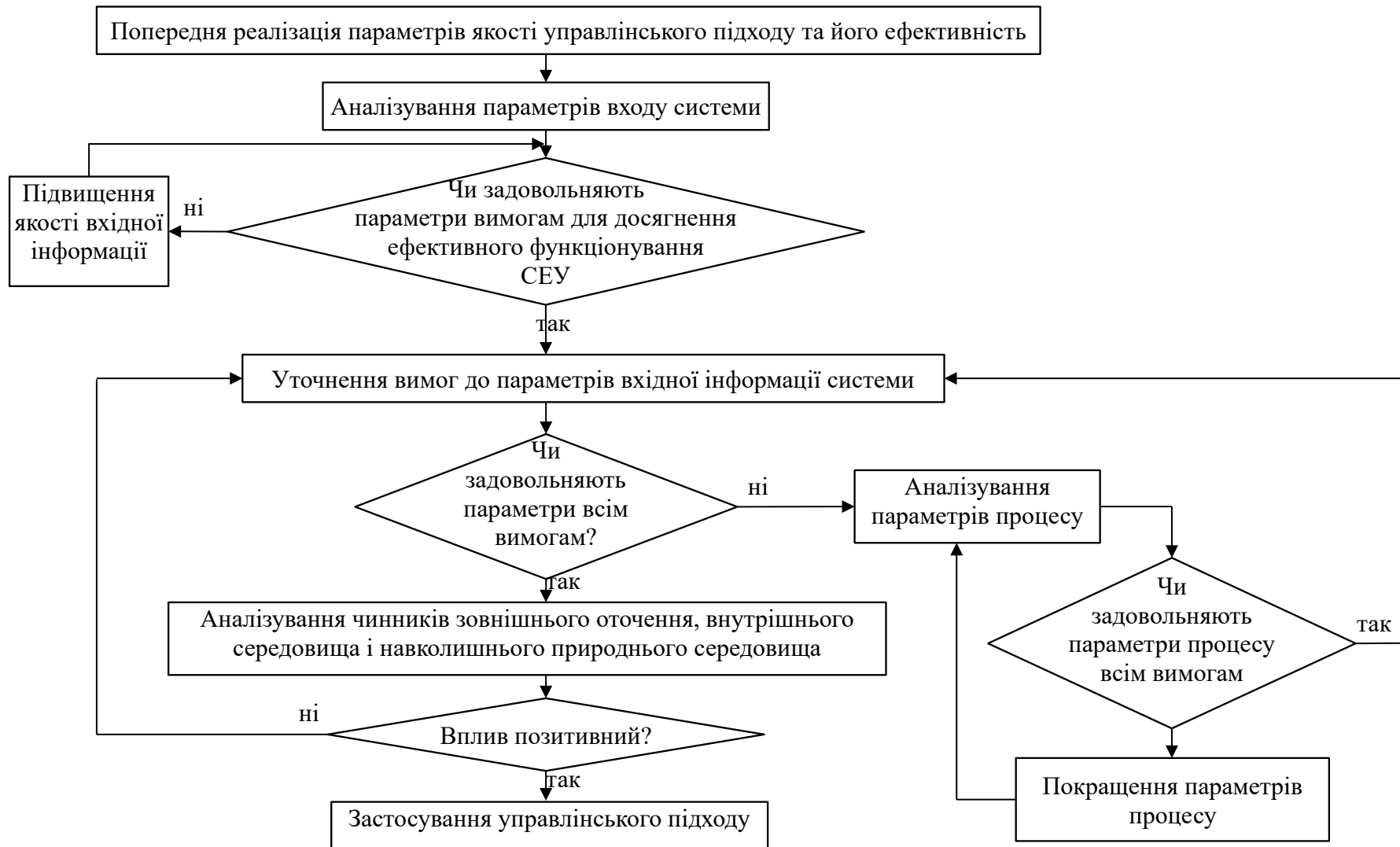


Рисунок 3.10 – Алгоритм вибору управлінського підходу під час розробки, впровадження та функціонування СЕУ

Якщо підхід не буде ефективним під час організаційних змін діяльності і не буде враховувати особливості підсистем та їх елементів і не дозволить постійно контролювати та поліпшувати систему екологічного управління, тоді відбувається пошук нового підходу із необхідними характеристиками, що будуть влаштовувати керівництво під час розробки та впровадження системи екологічного управління.

Таким чином, для ефективного впровадження СЕУ потрібно вибрати та скомбінувати підходи до управління так, щоб забезпечити їх застосування на кожному з етапів впровадження. Отже розглянемо шляхи застосування та реалізації запропонованих управлінських підходів для систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання після їх вибору.

3.3.2. Структурна модель реалізації управлінських підходів на всіх етапах впровадження систем екологічного управління суб'єктів господарювання

Ефективна розробка, впровадження та подальше функціонування СЕУ пов'язується із необхідністю у застосуванні декількох класичних та комбінованих підходів до управління. Поєднуючи підходи до управління на певному етапі впровадження СЕУ, досягається можливість контролювання еколого-економічних показників діяльності СГ; проведення аналізу стану виконання та управління стратегічними та первинними документами СЕУ; залучення та мотивування працівників через впровадження схем заохочення; запобігання та усунення демотиваційних елементів в підсистемах системи «Суб'єкт господарювання»; здійснення контролю балансів та звітності необхідних для визначення результатів від запроваджених організаційних змін діяльності СГ. Тому, якісний вибір та подальше застосування комплексу підходів на кожному етапі впровадження, дозволить сформулювати СЕУ, метою якої є довгострокова діяльність в сфері охорони довкілля та готовність до сертифікаційного екологічного аудиту. Структурна модель застосування управлінських підходів під час розробки, впровадження та функціонування системи екологічного управління представлена на рис. 3.11.

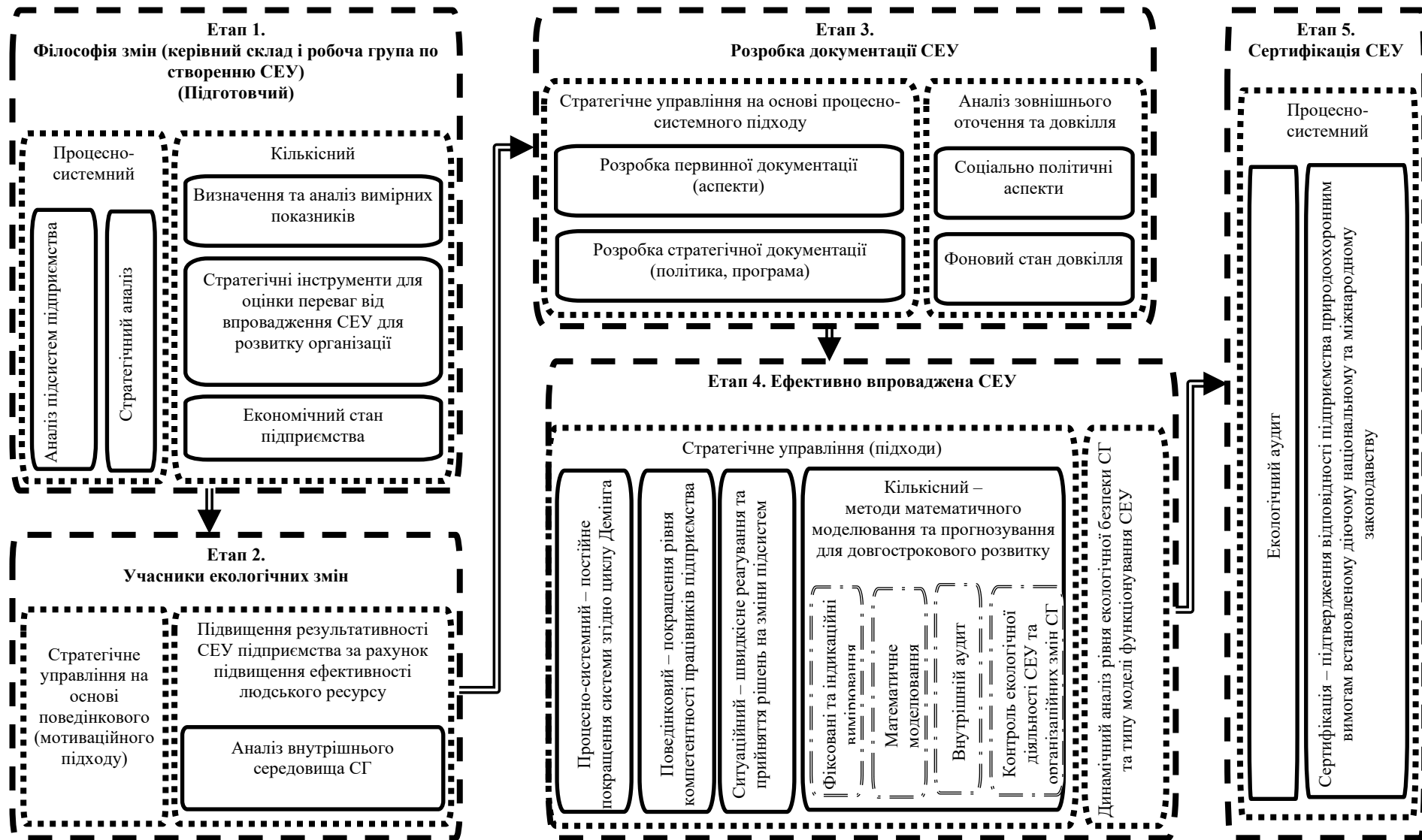


Рисунок 3.11 – Структурна модель застосування управлінських підходів на кожному етапі розробки, впровадження та функціонування системи екологічного управління

На першому етапі розробки СЕУ основним завданням для керівництва та робочої групи є усвідомлення необхідності змін у філософії всіх підсистем системи «Суб'єкт господарювання». На цьому етапі пропонуємо застосовувати стратегічне управління для розвитку системи «СГ» та проведення попереднього аналізу підсистем та їх елементів за допомогою процесно-системного та кількісного підходів.

Застосування процесно-системного підходу виявляється необхідним на першому етапі, оскільки він є узагальненою моделлю дій, необхідних для досягнення поставлених цілей шляхом координації та раціонального розподілу ресурсів суб'єкта господарювання для розуміння і визначення стратегії досягнення ефективного функціонування СЕУ [414].

За циклом PDCA [193], який заснований на процесному підході, керівництво СГ повинно визначити і встановити послідовність етапів і процесів необхідних для розробки й впровадження СЕУ [415]. Для цього необхідно розглянути об'єкт управління як систему, яка складається з підсистем та елементів. Використовуючи процесно-системний підхід [416] керівництво зможе не лише зануритись у систему «СГ» та розділити її на підсистеми, але й визначити слабкі та сильні сторони кожної з них. СГ, які здійснюють свою діяльність у різних сферах економіки, розглядаються, у більшості випадків, як закриті системи. Під час впровадження СЕУ керівництво, застосовуючи процесно-системний підхід, розподіляє СГ на підсистеми і відкриває «чорну скриньку», внаслідок появи підсистеми «Довкілля», яка має постійний взаємозв'язок із системою «СГ», наповнюючи її відповідним змістом та взаємозалежними зв'язками з іншими підсистемами та процесами, які в них відбуваються. Ідентифікуючи в контексті системи «СГ» наявність підсистем та їх елементів, відзначаючи їх стан та розвиток, керівництво розкриває свою організацію як соціо-еколого-економічну систему у вигляді «білої скриньки», демонструючи вміст і багатогранність суб'єкт-об'єктних взаємозв'язків [417]. Тому, на основі процесно-системного підходу керівництво зможе сформулювати пріоритети та визначити свої можливості для розвитку в підсистемі «Довкілля», сфері кадрової та організаційної політики в підсистемі «Внутрішнє середовище», встановити особливості, дію та вплив зовнішніх зацікавлених сторін як елементів підсистеми «Зовнішні стейкхолдери». Процесно-системний підхід

дозволить розглянути всі проблемні місця системи «СГ» та її підсистем, які були до впровадження СЕУ, визначити переваги для загального розвитку суб'єкта господарювання від впровадження СЕУ та розробити довгострокову стратегію постійного поліпшення.

Визначившись з підсистемами та їх елементами керівництво СГ за допомогою кількісного підходу розрахує ризики, які пов'язані із впровадженням СЕУ шляхом перевірки матеріальних активів за допомогою математичних, статистичних методів та інженерних розрахунків. Встановлюючи залежності між різними показниками діяльності СГ, зокрема: техніко-організаційними, економічними, якістю товару, витратами під час його виробництва, забезпеченням СГ кваліфікованим персоналом, впровадженням природоохоронних технологій, керівництво повинно провести оцінку ризику, що характеризується імовірністю розвитку у населення несприятливих для здоров'я ефектів в результаті реального чи потенційного забруднення НС суб'єктом господарювання до та після впровадження СЕУ. На основі отриманих даних за допомогою кількісного підходу керівництво визначається з першочерговими кроками щодо розробки СЕУ, застосовуючи тимчасовий графік реалізації запланованих дій. Завдяки кількісному підходу із застосуванням вимірних показників керівництво зможе оцінити переваги СЕУ для розвитку всіх підсистем, шляхи та етапи її створення, економічну рентабельність та на основі цього виділити пріоритети економічного, екологічного та соціального характеру.

Отже, перший етап розробки СЕУ у найбільшій мірі стосується керівного складу СГ та робочої групи, яка буде контролювати хід розробки та впровадження СЕУ. Лише після напрацювань даних по підсистемах системи «СГ» і виявлення переваг та потенційних ризиків від впровадження СЕУ виникає необхідність організаційних змін діяльності СГ шляхом залучення працівників усіх підрозділів.

На другому етапі розробки та впровадження СЕУ йдеться про управління та налагодження взаємовідносин між учасниками екологічних змін у підсистемі «Внутрішнє середовище». На цьому етапі надважливим є застосування стратегічного управління на основі поведінкового (мотиваційного) підходу. Основними перевагами поведінкового підходу є кардинальні зміни у психології працівників, що відбуваються при залучення їх до процесів розробки та

впровадження СЕУ. Усвідомлення, розвиток, й можливості реалізації працівниками СГ власних розробок, стимуляція їх нових ідей і практичне впровадження новацій є основою нетрадиційного управління з позиції поведінкового підходу [406, 418, 419]. Соціальні взаємовідносини, психологічний клімат, лідерство у формальній та неформальній групах працівників визначають глибину управлінських проблем в підсистемі «Внутрішнє середовище». Зміни у свідомості працівників СГ можливі при застосуванні концепції поведінкових наук, для врахування соціальних та психологічних аспектів всередині колективу. Отже, основною метою стратегічного управління на основі поведінкового підходу є належні зміни у взаємозв'язках між групами працівників та налагодження комунікацій між ними шляхом організаційних змін діяльності СГ.

Досягнення поставлених цілей довгострокової стратегії вищого керівництва СГ направленої на розробку ефективно функціонуючої СЕУ відбудеться у тому випадку, коли працівники будуть визнані найвищою цінністю та найсуттєвішим ресурсом суб'єкта господарювання [420]. Людський ресурс, це не лише основа необхідна для функціонування ефективно СЕУ, а пріоритетна ціль для покращення розвитку систему управління екологічною безпекою СГ.

Тому, ще на першому етапі впровадження СЕУ керівництво повинно ретельно проаналізувати та вивчити підсистему «Внутрішнє середовище», її елементи та ті процеси, які в ній відбуваються для того, щоб мати можливість регулювати групові і міжособистісні відносини в колективі, відносини керівника і підлеглих, шляхи управління виробничими і соціальними конфліктами та стресами, а також перспективи подолання опору працівників організаційним змінам. Застосування превентивних заходів, які базуються на результатах діагностики «Внутрішнього середовища» та його супротиву змінам, дасть змогу сформулювати якісно новий аспект у відносинах в колективі та приведе до його соціального розвитку. Важливо зазначити, що зниження супротиву працівників СГ змінам є чи не найбільш важливим процесом, а від так і пріоритетною ціллю змін. Досягнення у питаннях зменшення супротиву працівників змінам лежить в одній площині з комунікаціями та розвитком мотиваційної прихильності, які повинні бути застосовані вже на перших етапах впровадження СЕУ. Удосконалення в управлінні людським ресурсом повинно здійснюватись

одночасно з іншими соціально-економічними впливами через закріплення функцій та розподіл обов'язків під час проходження кожного етапу впровадження СЕУ, що дозволить знизити внутрішньоорганізаційну конфліктність. Для цього доцільним буде поєднати навчання працівників підприємства основам стандарту ДСТУ ISO 14001:2015 застосовуючи «мозковий штурм» з додаванням стратегічних інструментів SWOT і PESTLE- аналізу, що стане в нагоді під час виявлення ключових параметрів процесів, які впливають на підсистеми «Зовнішні стейкхолдери», «Внутрішнє середовище» та «Довкілля» [394, 421, 422]. Застосування стратегічних інструментів під час курсів підвищення рівня екологічних знань та навчання працівників основам розробки та підтримання СЕУ, впливатиме на суб'єктів управління екологічними змінами, учасників екологічних змін, їх прибічників і на тих, хто зміни не підтримує. Такий вид командної роботи дасть змогу збільшити мотивацію, цілеспрямованість, творче, стратегічне і трансформаційне мислення усіх співробітників СГ [408, 423].

Керівництво зі своєї сторони повинно підтримувати і застосовувати лідерські якості персоналу для підвищення працездатності як окремого працівника, так всіх учасників, які забезпечують розробку та впровадження СЕУ [424]. Кожен етап змін повинен забезпечуватись працівниками підприємства, які є кваліфікованими фахівцями у вузькому сегменті з постійним бажанням удосконалювати свої знання, реалізовувати свій творчий потенціал, що забезпечить неперервність процесу екологічних змін та покращить клієнтоорієнтований ефект. Тому, ефективне управління людським ресурсом СГ відразу буде позначатись на перебігу всіх етапів впровадження СЕУ, оскільки поведінковий підхід перш за все є направленим на зміни всередині СГ, тобто на всіх без винятку працівників. Зазначаємо, що на цьому етапі розробки СЕУ, керівництво підприємства не повинно повністю захоплюватись діагностикою та вирішенням проблем лише працівників, оскільки надмірні кроки у досягненні консенсусу можуть знижувати якість прийнятих рішень та будуть відволікати учасників змін від ключових впливів зі сторони інших підсистем «Зовнішні стейкхолдери» та «Довкілля».

Після налагодження роботи та взаємозв'язків у підсистемі «Внутрішнє середовище» на третьому етапі розробки СЕУ необхідно підготувати і

впровадити серію неперервних взаємопов'язаних дій на основі процесно-системного підходу, які полягають у розробці первинної та стратегічної документації. Управління документацією допоможе у контролі діяльності та отриманні і збереженні інформації про функціональний стан всіх трьох підсистем, а також дозволить забезпечити вимірність всіх процесів та дій під час змін в загальній системі управління СГ, частиною якої є СЕУ.

Розробка первинної документації розпочинається з вивчення вимог нормативно-правових актів, аналізу впливу діяльності господарюючого суб'єкта на стан довкілля та його природних компонентів шляхом визначення екологічних аспектів та виявлення найбільш суттєвих [425-429]. Результатом такої діяльності є створення реєстрів: 1) екологічні аспекти та вплив діяльності підприємства на стан довкілля; 2) суттєві екологічні аспекти; 3) законодавчі вимоги. На основі реєстрів починається розробка стратегічних документів СЕУ, зокрема екологічної політики, цілей та програми системи екологічного управління підприємства, які повинні увібрати в себе всі попередні напрацювання, бути досяжними за строками, ресурсами та вимірними показниками [430]. Стратегічні документи повинні забезпечити виконання головної мети системи екологічного управління – розвиток діяльності підприємства із дотриманням науково обґрунтованих екологічних вимог для постійного поліпшування ефективності функціонування СЕУ у відповідності до взятих керівництвом на себе зобов'язань. Розробка процедур, на відміну від попередніх версій стандарту не є вимогою ДСТУ ISO 14001:2015, але на нашу думку є необхідним документом, особливо під час проведення моніторингових досліджень для визначення екологічної дієвості СЕУ та для контролю її ефективного управління і екологічної результативності. Таким чином, третій етап поєднує в собі здобутки попередніх етапів розробки СЕУ, які є фундаментом для постійного поліпшування екологічноорієнтованої діяльності СГ.

На третьому етапі більш глибоко потрібно зануритись у підсистему «Зовнішні стейкхолдери», особливо під час розробки реєстру законодавчих вимог та під час визначення прямих та непрямих екологічних аспектів, що надасть можливість для налагодження ефективних комунікацій з зовнішніми зацікавленими сторонами. Підсистема «Довкілля» та її елементи стають центром

дослідження під час третього етапу розробки СЕУ, оскільки їй приділяється найбільше уваги у зв'язку із визначенням екологічних аспектів та розробкою екологічної політики та програми СЕУ. Робоча група повинна, перш за все провести фоновий моніторинг та отримати дані спеціальних спостережень за всіма складовими довкілля, а також за характером, складом, колообігом та міграцією забруднювальних речовин до впровадження СЕУ, особливу увагу приділяючи стану природних компонентів довкілля в межах СЗЗ СГ застосовуючи методи біотестування та біоіндикації. Результати моніторингу перед впровадженням СЕУ та процедури, які СГ визначить як інструкцію для здійснення моніторингових досліджень будуть використовуватись для контролю під час впровадження та функціонування СЕУ. Порівнюючи результати такого моніторингу до впровадження СЕУ з результатами моніторингу після впровадження СЕУ за показниками ефективності управління, екологічної результативності та дієвості, буде отримано достовірну інформацію про екологічну діяльність впровадженної СЕУ, тип її моделі за ефективністю функціонування та рівень екологічної безпеки СГ.

Четвертий етап розробки та впровадження СЕУ є певним рубіконом для керівництва СГ, оскільки дозволяє розглянути всі переваги, визначити недоліки й помилки, які були допущені під час впровадження СЕУ, а також провести їх коригування на основі отриманих на третьому етапі впровадження даних по комплексному критерію контролю екологічної діяльності та типу СЕУ за ефективністю функціонування. Використання таких критеріїв та показників на основі запропонованих методів, дозволить встановити наскільки ефективними були організаційні зміни, та який тип моделі СЕУ притаманний суб'єкту господарювання. Тому, застосування комбінації класичних та комплексних підходів до управління на цьому етапі дозволить миттєво реагувати робочій групі та керівництву на зміни, що відбулися у зв'язку із впровадженням СЕУ у системі «СГ» та дасть змогу встановити відповідність між цілями екологічної програми, запланованими результатами та їх виконанням.

Вибір процесно-системного підходу на четвертому етапі впровадження СЕУ дозволить забезпечити керівництво інформацією, яка буде корисною для

досягнення довгострокового успіху направлено на підвищення рівня екологічної безпеки та забезпечення збалансованого розвитку. Застосування цього підходу дасть змогу чітко фіксувати стан всіх елементів підсистем системи «СГ» від початку розробки і під час функціонування СЕУ. Без застосування на цьому етапі кількісного підходу не відбудеться опрацювання даних щодо способів покращення продукції СГ, її виготовлення, розподілу, споживання і видалення з врахуванням аспектів життєвого циклу, а також якщо для ідентифікації впливу діяльності технологічного обладнання СГ на ступінь збереження та відновлення стану природних компонентів довкілля будуть застосовані методи біоіндикації та біотестування. Ситуаційний підхід на цьому етапі застосовується для швидкого реагування на потенційно несприятливі впливи, які є несприятливими для довкілля. За допомогою цього підходу відбувається коригування невідповідностей в роботі СЕУ ще до проведення сертифікаційного екологічного аудиту на основі даних комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ та проведених організаційних змін діяльності СГ.

Швидке реагування та контролювання усіх показників є можливим за умови налагоджених дій працівників СГ в результаті застосування поведінкового підходу. Результатом таких дій буде командна робота під час проведення моніторингу та аналізування отриманих інформаційних даних щодо впливу діяльності підприємства на стан довкілля до, під час та після впровадження СЕУ. На цьому етапі важливо поєднувати діяльність робочої групи СЕУ та екологічного відділу для аналізування стану СЕУ за допомогою методів: 1) інструментально-лабораторні та інвентаризація (визначення показників хімічного забруднення довкілля); 2) біоіндикація та біотестування (визначення реакції-відповіді живих організмів на стан природних компонентів довкілля); 3) математичне моделювання (відображення довгострокових перспектив від застосованих природоохоронних заходів та швидкість розрахунків отриманих показників під час моніторингу СЕУ). Таким чином, на основі застосування комплексу класичних та комбінованих підходів до управління на четвертому етапі керівництво отримає інформацію щодо

відповідності функціонуючої СЕУ вимогам нормативно-правових документів, стандарту ДСТУ ISO 14001:2015 та зобов'язанням, які визначені в екологічній програмі та політиці СГ [431, 432]. Отримані дані щодо комплексного критерію контролю екологічної діяльності та рівня організаційних змін дадуть змогу визначити рівень ЕБ та тип моделі СЕУ за ефективністю функціонування.

На п'ятому етапі, який пов'язаний із проведенням сертифікаційного аудиту, пропонуємо застосовувати процесно-системний підхід, який дозволить сформувавши необхідний перелік документів СЕУ та забезпечити чітке виконання процедури та програми сертифікаційного аудиту.

Під час сертифікаційного аудиту аналізуються дані щодо: 1) дій проведених СГ за результатами попередній аналізувань (аудитів) СЕУ (під час повторного аудиту); 2) змін, які відбулись у внутрішньому середовищі підприємства та у НС; 3) змін потреб і очікувань стейкхолдерів; 4) ступеня досягнення екологічних цілей СЕУ; 5) результатів моніторингу та вимірювань; б) виконання СГ обов'язкових для дотримання відповідності вимог [433]. Процес екологічної сертифікації СЕУ для СГ повинен стати завершальною ланкою лише на шляху отримання свідоцтва реєстрації СЕУ впровадженої у відповідності з вимогами стандарту ДСТУ ISO14001:2015. Для постійного поліпшування СЕУ необхідно контролювати та удосконалити показники її екологічної діяльності та ефективності функціонування.

Отже, для того, щоб полегшити впровадження та контролювання стану СЕУ, одним з першочергових завдань для керівництва та робочої групи СГ є формування групи показників, критеріїв та індикаторів, визначення яких розширить можливості для отримання актуальної інформації щодо функціонування системи управління екологічною безпекою СГ.

Виходячи із вище зазначеного вважаємо, що неможливо визначити якість проведених організаційних змін діяльності в системі «Суб'єкт господарювання» та її підсистемах під час впровадження СЕУ без розроблення методології оцінювання розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.

3.4. Розробка методології оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання

3.4.1. Структура методології оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання

Метою оцінювання розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання є визначення рівня ЕБ та організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання у досягненні стратегічних і оперативних цілей для зменшення негативного впливу на довкілля.

Рівень організаційних змін діяльності СГ під час впровадження і функціонування СЕУ та оцінка рівня ЕБ суб'єктів господарювання містять в своїй структурі як вимірні так і якісні (безмірні) оцінки, тому для їх розрахунку в дисертаційній роботі було запропоновано кілька методів (рис. 3.12).

Метод визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ полягає у проведенні досліджень направлених на виявлення вимірних показників, в тому числі із застосуванням методів біоіндикації та біотестування, що в сукупності дозволяє визначити екологічну дієвість, ефективність управління та екологічну результативність СЕУ.

Метод оцінки вагомості групових показників комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ передбачає визначення ступеня важливості його параметрів, присвоєння їм різних рангів, обробку результатів і визначення коефіцієнтів вагомості шляхом експертних оцінок. За поєднанням обох вище зазначених методів проводиться оцінювання рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання, які впровадили СЕУ.

Метод вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування заснований на застосуванні теорії нечітких множин для прийняття рішень. Метод базується на системі оцінки якісних показників, які дозволяють визначити рівень виконання зобов'язань взятих на себе суб'єктом господарювання відповідно до вимог ДСТУ ISO 14001:2015, зафіксованих у стратегічних документах СЕУ. Запропонований метод визначає рівень організаційних змін діяльності СЕУ суб'єктів господарювання, на основі чого визначається тип моделі впровадженої СЕУ за ефективністю функціонування.

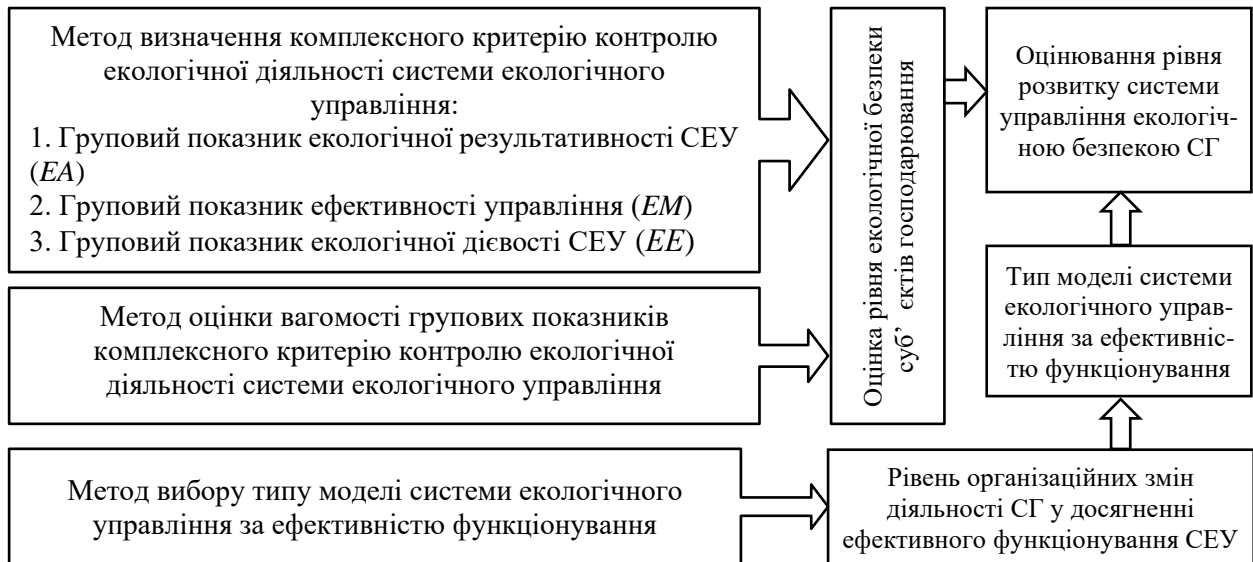


Рисунок 3.12 – Структура методології оцінки рівня розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання

Отримані дані щодо контролю екологічної діяльності СЕУ та рівня організаційних змін діяльності СГ дають змогу оцінити рівень розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.

Тому, на першому етапі досліджень пропонуємо застосовувати метод визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління, сформувані групові показники для встановлення рівня ЕБ суб'єктів господарювання після впровадження СЕУ .

3.4.2. Метод визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання

Система «Суб'єкт господарювання» є складною і багаторівневою. Тому необхідно сформувані систему вимог для контролю її екологічної діяльності, шляхом формування комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ СГ, до складу якого входять (рис. 3.13):

1. груповий показник екологічної результативності СЕУ (EA)
2. груповий показник ефективності управління (EM)
3. груповий показник екологічної дієвості СЕУ (EE)

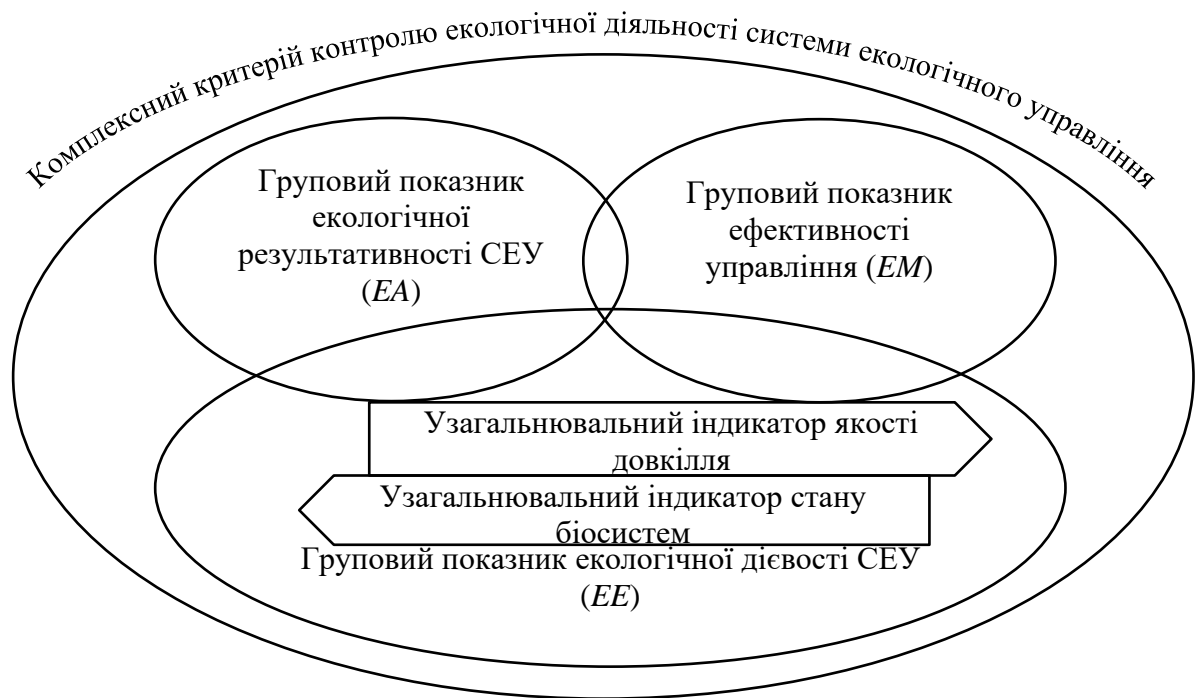


Рисунок 3.13 – Структура комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання

Груповий показник екологічної результативності СЕУ (EA) має в своїй структурі ряд чинників, що характеризують екологічність продукції до та після впровадження системи екологічного управління. Отже, груповий критерій екологічної результативності СЕУ (EA) сформовано у вигляді терми:

$$EA = \langle EA(R), EA(P), EA(S), EA(TE) \rangle \quad (3.1)$$

де $EA(R)$ – об'єднуючий показник, що визначає екологічність сировини та за його допомогою можна визначити у відсотковому значенні:

- шкідливі речовини у сировини;
- токсичні речовини, які виникають/застосовуються під час технологічних процесів;
- матеріали, які використовуються повторно;
- наявність впровадженої СЕУ у постачальників сировини.

$EA(P)$ – об'єднуючий показник, що визначає екологічність продукції у кількісному та відсотковому значенні, зокрема:

- наявність у СГ технологій утилізації упаковки / продукції;
- використання води та електроенергії на одиницю продукції;

– особливості використання чи відновлення продукції після закінчення терміну використання.

$EA(S)$ – об'єднуючий показник, що відповідає за екологічність постачання та перевезення продукції за кількісними показниками:

- вантажних / пасажирських перевезень транспортними засобами;
- витрати палива транспортним парком СГ;
- обладнання транспортних засобів технологічними пристроями для скорочення ШВ.

$EA(TE)$ – об'єднуючий показник, що відповідає за екологічність технологій та обладнання СГ, а визначення їх пов'язано із даними щодо кількості нових технологій, які були запроваджені та наявністю нового, більш еколого-економічного обладнання до та після впровадження СЕУ.

Наступним для визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ є груповий показник ефективності управління (EM), який представляє собою сукупність об'єднуючих показників та чинників, що характеризують діяльність СГ, яка забезпечує безпеку виробничих процесів:

$$EM = \langle EM(A), EM(F), EM(D), EM(Per), EM(Ext) \rangle \quad (3.2)$$

де $EM(A)$ – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, що визначають безпечність виробництва та визначають: кількість аварій та нещасних випадків на виробництві, а також проведення тренувальних заходів для забезпечення готовності СГ до можливих аварійних ситуацій;

$EM(F)$ – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, що характеризують фінансові потреби та витрати, які є необхідною умовою для розробки, впровадження та функціонування СЕУ, зокрема визначають:

- кількість штрафів за порушення екологічних нормативів;
- виділення коштів для мотивування працівників;
- капітальні та поточні витрати для зменшення ідентифікованих екологічних аспектів діяльності продукції або послуги СГ;
- витрати на ресурси, нове обладнання, природоохоронні заходи, навчання працівників та екологічні проекти й наукові дослідження.

EM(D) – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, що характеризують відповідність документації СЕУ вимогам ДСТУ ISO 14001:2015, зокрема виконання екологічних цілей та планових показників підрозділами СГ; досягнення цілей екологічної політики та програми, результати екологічних аудитів та коригування й зменшення кількості суттєвих невідповідностей в роботі СЕУ, наявність задокументованих процедур, розвиток лабораторної бази для здійснення моніторингових досліджень, що дозволить оперативно виявляти невідповідності.

EM(Per) – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, що характеризують вплив персоналу на екологічність діяльності СГ, зокрема:

- проходження працівниками екологічних курсів, курсів підвищення кваліфікації, результати тестування на перевірку знань стандарту й особливостей впровадження СЕУ;

- кількість розробок працівників, які впроваджені у виробництво;

- визначення компетентності, досвіду та кваліфікації працівників.

EM(Ext) – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, що визначають вплив зовнішніх стейкхолдерів та полягають у встановленні комунікації СГ із населенням, наявністю публікацій у ЗМІ результатів щодо екологічної діяльності СГ.

Остання складова це груповий показник екологічної дієвості СЕУ (*EE*), який складається з системи узагальнювальних індикаторів, а саме:

- узагальнювальний індикатор якості довкілля (*EEq*);

- узагальнювальний індикатор стану біосистем (*EEb*).

Для визначення групового показника екологічної дієвості СЕУ застосовуються методи біомоніторингу (біоіндикація та біотестування), а також інструментально-лабораторні та розрахункові методи (інвентаризація). Таке поєднання методів дозволяє оперативно виявляти та контролювати рівень хімічного забруднення (*EEq*) та визначати стан перетворення природних компонентів довкілля в межах санітарно-захисної зони суб'єкта господарювання до та після впровадження СЕУ, шляхом визначення реакції-відповіді чутливих організмів індикаторів (*EEb*) на стан природних компонентів довкілля. Отримані

дані аналізуються керівництвом та робочою групою та дозволяють впроваджувати коригувальні заходи направлені на збереження або відновлення стану природних компонентів довкілля:

$$EE = \begin{cases} EEq \\ EEb \end{cases} = \begin{cases} \langle EEq(Air), EEq(W), EEq(pH), EEq(Was) \rangle \\ \langle EEb(RA), EEb(ND), EEb(GT), EEb(SD), EEb(QW) \rangle \end{cases} \quad (3.3)$$

де $EEq(Air)$ – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, що визначають потужність викиду ЗР та потенційний ризик здоров'ю населення при комплексному впливі декількох ЗР, що надходять в атмосферу;

$EEq(W)$ – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, що характеризують рівень сумарного ризику, від впливу всіх домішок, що потрапляють у водне середовище після впровадження СЕУ, використання води та рН водних об'єктів;

$EEq(pH)$ – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, що характеризують рН атмосферних опадів та ґрунту;

$EEq(Was)$ – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, що характеризують загальний показник утворення відходів СГ;

$EEb(RA)$ – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, які характеризують пилове забруднення деревних насаджень та морфологічні зміни їх вегетативних органів;

$EEb(ND)$ – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, які характеризують рівень некротичних пошкоджень листкових пластинок деревних насаджень;

$EEb(GT)$ – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, що характеризують фітотоксичний ефект ґрунтового покриву та атмосферних опадів;

$EEb(SD)$ – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, що характеризують стабільність розвитку деревних насаджень;

$EEb(QW)$ – об'єднуючий показник, до складу якого входить група чинників, що характеризують ступінь токсичності поверхневих вод.

В процесі дослідження СЕУ виникає необхідність застосування системних підходів, які дають змогу здійснити декомпозицію (рис. 3.14).

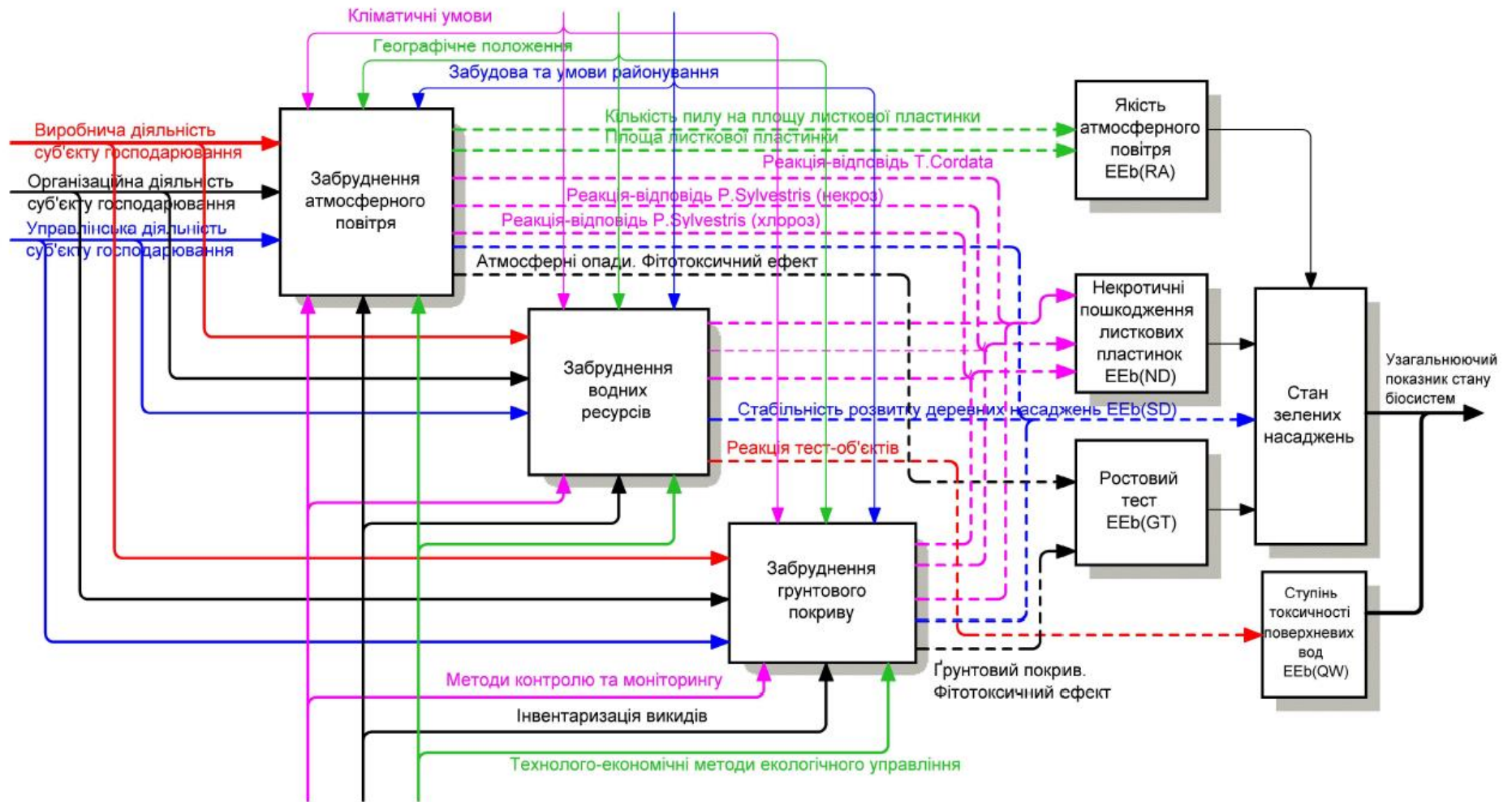


Рисунок 3.14 - Функціональна модель моніторингу впливу діяльності суб'єктів господарювання на стан природних компонентів довкілля для визначення групового показника екологічної дієвості

На рис. 3.14 представлено функціональну модель дослідження впливу діяльності СГ на стан природних компонентів довкілля для визначення групового показника екологічної дієвості, який заснований на поєднанні даних узагальнювальних індикаторів якості довкілля та стану біосистем.

Узагальнювальний індикатор якості довкілля містить в собі дані щодо потужності викиду ЗР (т/рік) в результаті діяльності організованих та неорганізованих джерел викидів СГ; загального показника використання води, утворення відходів, площі для складування матеріалів і відходів та дані щодо кислотності ґрунтового покриву в межах СЗЗ суб'єктів господарювання.

Для того, щоб визначити узагальнювальний індикатор стану біосистем, який визначає ступінь збереження або відновлення природних компонентів довкілля, СГ необхідно застосувати ті методики, які за реакцією-відповіддю живих організмів дадуть змогу визначити токсичний вплив тих забруднюючих речовин, які надходять в природні компоненти довкілля в результаті діяльності певних виробництв, продукції та послуг суб'єктів господарювання.

Дослідження хімічних сполук, які складають потужність викидів в атмосферне повітря, та частина з яких акумулюється у атмосферних опадах, водних об'єктах та їх ресурсах та ґрунтовому покриві, дозволяють оцінити потенційний ризик, який зазнає населення від діяльності СГ.

Для оцінювання потенційного ризику для здоров'я населення часто застосовують стандартизований підхід рекомендований Американською національною академією наук і Комісією з ядерного регулювання (*U.S. Environmental Protection Agency (EPA) 1997. The benefits and Costs of the Clean Air. Act 1970 to 1990. Office of Air and radiation EPA 410-R-97-002. October*).

Цей підхід передбачає в процедурі оцінювання ризику для здоров'я такі складові:

- ідентифікацію небезпеки, тобто визначення можливих небажаних ефектів, що можуть викликатися різними забруднювачами;
- визначення залежностей «доза – ефект», тобто імовірностей прояву небажаних для здоров'я ефектів при визначених рівнях впливу ЗР;
- оцінювання впливу - визначення рівня впливу регулювальних заходів;

– характеристику ризику - опис природи і ступеня ризику для здоров'я населення з урахуванням невизначеності оцінок.

Оцінка ризику характеризується імовірністю розвитку у населення несприятливих для здоров'я ефектів в результаті реального чи потенційного забруднення навколишнього середовища [434].

Потенційний ризик здоров'ю населення при хронічному впливі забруднення атмосфери розраховується за експоненціальною моделлю:

$$Risk = 1 - \exp\left(\ln(0,84) \cdot \left(\frac{C}{ГДК_{сд}}\right)^b / K_3\right) \quad (3.4)$$

де $Risk$ – ймовірність розвитку неспецифічних токсичних ефектів при хронічній інтоксикації в заданих умовах;

C – концентрація речовини, що впливає на здоров'я населення в заданий період часу, мг/дм³;

$ГДК_{сд}$ – середньодобова граничнодопустима концентрація, мг/дм³;

K_3 – коефіцієнт запасу, що визначається за табл. 3.1;

b – коефіцієнт, що дозволяє оцінювати ізоефективні ефекти домішок різних класів небезпеки відповідно.

Значення коефіцієнтів для речовин різних класів небезпеки наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнтів K_3 і b для речовин різних класів небезпеки

Клас небезпеки забруднюючих речовин	Коефіцієнт запасу K_3	Коефіцієнт b
1	7,5	2,35
2	6,0	1,28
3	4,5	1,0
4	3,0	0,87

Джерело: [434].

Для оцінки ризику здоров'ю людини, пов'язаної із забрудненням питної води токсичними речовинами, використовується безпорогова модель оцінки потенційного неканцерогенного ризику здоров'ю людини з урахуванням рівня і тривалості впливу (залежність «доза-час-ефект»), [435]:

$$Risk = 1 - \exp\left(-\left(\frac{\ln(0,84)}{ГДК \cdot K_3}\right) \cdot C\right) \quad (3.5)$$

де *Risk* – імовірність розвитку неспецифічних токсичних ефектів при хронічній інтоксикації (від 0 до 1);

C – концентрація домішки в питній воді, як середньо добова концентрація речовини, що надходить в організм людини з питною водою за тривалий час. При оцінці ефектів, пов'язаних із тривалим (хронічним) впливом речовин, використовуються дані їх середніх концентрацій (як мінімум за рік);

ГДК – норматив, гранично допустима концентрація речовини;

K₃ – коефіцієнт запасу, зазвичай беруть таким, що дорівнює 10 (для ряду домішок він може бути іншим: свинцю, наприклад, 3; для домішок із канцерогенними властивостями — 100 та ін.).

Межі потенційного ризику визначаються таким чином:

0,02 або 2 - прийнятний, майже виключеним є ріст захворюваності населення внаслідок взаємодії досліджуваного фактору;

0,02 0,16 - задовільний, можливі поодинокі випадки погіршення здоров'я, але не спостерігається тенденції до загальної захворюваності;

0,16.0,50 - незадовільний, систематичні скарги населення, тенденція до загальної захворюваності;

0,50 і більше - небезпечний, загальна захворюваність, поява патологій;

1 або 100 % - надзвичайно небезпечний, патології, гострі отруєння, зміна структури і перебігу захворювань, збільшення смертності [436].

При аналізі отриманих величин оцінки хронічного неканцерогенного ризику допустимий рівень беруть 0,05 одиниці, тому що за такої ситуації, як правило, відсутні несприятливі медико-екологічні тенденції.

В процесі діяльності СГ відбувається комбінована дія, яка спричиняє негативний вплив декількох ЗР, що надходять через один з компонентів довкілля. Потенційний ризик здоров'ю населення при комбінованому і комплексному впливі забруднення НС оцінюється за правилом множення

ймовірностей, де як множником виступають не величини ризику здоров'я, а значення, що характеризують ймовірність його відсутності:

$$Risk_{\text{сум}} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - Risk_i) \quad (3.6)$$

де $Risk_{\text{сум}}$ – потенційний ризик комбінованого чи комплексного впливу домішок;

$Risk_i$ – потенційний ризик впливу i -ої окремої домішки;

n – загальна кількість домішок.

При трактування отриманих величин потенційного ризику здоров'ю населення користуються ранговою шкалою, яку наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Залежність вагомості ефектів від величини ризику здоров'ю населення

Вага ефектів	<i>Risk</i>
Рівні мінімального ризику	<0,1
Граничні хронічні ефекти	0,1 - 0,19
Важкі хронічні ефекти	0,2 - 0,59
Важкі гості ефекти	0,6 - 0,89
Смертельні ефекти	0,9 - 1,0

Джерело: [436]

Чинники, які формують груповий показник стану біосистем визначаються експериментально із застосуванням методів біондикації, біотестування та розрахункового методу. На основі отриманих даних розраховуються показники реакції-відповіді (чутливі рослини індикатори) на стан забруднення атмосферного повітря та тест-функції (тест-об'єкти) для визначення ступеня токсичного ефекту атмосферних опадів, ґрунтового покриву та поверхневих вод в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ.

Таким чином, отримані дані наочно демонструють не лише значення щодо кількості пилу та концентрації певних сполук у природних компонентах довкілля, але й визначають рівень фізіологічних, морфологічних та біохімічних порушень, які відбулись в рослинних і тваринних організмах під час проходження всіх стадій онтогенезу.

Аналіз проведених досліджень та розрахунків трьох групових показників – екологічної результативності, ефективності управління та екологічної дієвості, дозволяють визначити комплексний критерій контролю екологічної діяльності СЕУ СГ (*SEM*), який розраховується шляхом визначення суми групових показників та їх вагомості впливу на довкілля:

$$\begin{aligned} SEM &= \alpha \cdot EA + \beta \cdot EM + \gamma \cdot EE = \\ &= \alpha \cdot EA + \beta \cdot EM + \gamma \cdot (\varphi_1 \cdot EEq + \varphi_2 \cdot EEb) \end{aligned} \quad (3.7)$$

Де α, β, γ та φ_1, φ_2 - вагові коефіцієнти, які залежать від сфери діяльності СГ, базуються на експертній оцінці та задовольняють умові (3.8):

$$\begin{cases} \alpha + \beta + \gamma = 1 \\ \varphi_1 + \varphi_2 = 1 \end{cases} \quad (3.8)$$

Таким чином, на основі отриманих даних, які формують комплексний критерій контролю екологічної діяльності СЕУ, можливо сформувавши шкалу оцінки рівня ЕБ суб'єкта господарювання. Для цього однією з необхідних умов є аргументована оцінка кваліфікованих та компетентних експертів для визначення вагомості всіх показників, що входять до комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління СГ.

3.4.3. Метод оцінки вагомості групових показників комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання

Для прийняття обґрунтованих рішень суб'єктами господарювання, які здійснюють різну за видами діяльність та впроваджують СЕУ, виникає потреба у знаннях, досвіді, а подеколи й інтуїції фахівців, які є компетентними у певній галузі економіки для врахування різнобічних впливів СГ під час виробничих та інших процесів діяльності. Залучення експертів до процесу прийняття управлінських рішень з питань розробки екологічної стратегії СГ та її реалізації може суттєво підвищити аргументованість цих рішень. Фахові експерти спроможні компенсувати недостатність знань кадрового складу СГ з наукових основ управління ЕБ, менеджменту, економічного та соціального аналізу. Професійні експертизи на стадії підготовки стратегічних

управлінських рішень, нормативно-правових актів та проектів є одним із резервів підвищення рівня та культури еколого-економічного управління. Як свідчить досвід розвинутих зарубіжних країн [437-441], науково обґрунтовані експертні висновки дають змогу суттєво знизити ризик прийняття неефективних управлінських рішень.

Глобалізація процесів та динамічність технічного розвитку доволі часто не дозволяють високопрофесійним та досвідченим фахівцям у повній мірі врахувати всі екологічні ризики функціонування СГ. З іншого боку, оцінювання незалежними експертами вагомість впливу тих чи інших процесів діяльності промислових та соціально-економічних об'єктів сприятиме об'єктивізації системи оцінки екологічних впливів та ризиків.

Розроблений метод визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ суб'єктів господарювання враховує низку показників, які визначають екологічну безпеку СГ, і містить коефіцієнти значущості окремих групових показників, які дозволяють оцінити ступінь негативного впливу складових комплексного критерію.

З точки зору моделювання більшість соціально-економічних та екологічних явищ і процесів цілком або частково не піддаються формалізації, тобто для них неможливо чи дуже важко розробити адекватну математичну модель. Це пов'язано як із труднощами кількісного оцінювання факторів, що визначають показники екологічної діяльності СЕУ СГ, так і з численністю таких процесів, з обмеженою придатністю інформації про минуле для прогнозування майбутнього. Зрештою, багатозначні, багатовимірні та якісно непорівнювані показники не мають однозначного узагальненого критерію, на основі якого можна оцінити можливі варіанти вирішення проблеми. Усе це потребує застосування експертних методів поряд з логічними та економіко-математичними, що сприятиме підготовці і вибору раціональних управлінських рішень, визначитися з перспективами розвитку.

Найбільш поширеними експертними методами при класифікації за ознакою оцінки переваг є метод рангів, метод безпосереднього оцінювання та метод зіставлень.

Експертна оцінка послідовно включає етапи формування групи фахівців-експертів, підготовки опитування експертів, проведення опитування експертів та обробки експертних оцінок.

Сутність експертних методів полягає в усередненні отриманих різними способами думок (суджень) фахівців-експертів з даних питань. Усереднена оцінка (K) визначається за формулою:

$$K = f \left(\frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} \right), \quad (3.9)$$

де n – кількість експертів,

K – оцінка, яка дана i -м експертом.

Основними вимогами при виборі експертів є їх висока професійна кваліфікація та обізнаність з обговорюваного питання, зацікавленість у результатах експертизи, діловитість і об'єктивність.

Число експертів в групі залежить від безлічі факторів і умов, зокрема від важливості розв'язуваної проблеми, наявних можливостей тощо. Підбір фахівців проводиться на основі аналізу якостей кожного можливого кандидата. При цьому використовуються різноманітні способи: оцінка кандидатів на основі статистичного аналізу результатів минулої діяльності в якості експерта; колективна оцінка кандидата як фахівця в даній сфері діяльності; самооцінка кандидата в експерти; компетентність кандидатів.

Отже, алгоритм визначення коефіцієнтів вагомості передбачає: визначення ступеня важливості параметрів, присвоєння їм різних рангів; перевірку придатності експертних оцінок для подальшого використання; виявлення та оцінку попарного пріоритету параметрів; обробку результатів і визначення коефіцієнтів вагомості.

За результатами оцінок експертів значущість (вагомість) будь-якого показника визначається за формулою:

$$\alpha_i = \frac{\sum_{j=1}^k A_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k A_{ij}}, \quad (3.10)$$

де α_i – вагомість i -го показника,

A_{ij} – оцінка (у балах), яку поставив i -й експерт,

n – кількість показників, вагомість яких визначається,

k – кількість експертів.

Безпосереднє оцінювання слід застосовувати при впевненості про повну професійну інформованість експертів щодо властивостей досліджуваних факторів чи об'єктів. За результатами оцінок визначаються ранг і вагомість кожного досліджуваного об'єкта.

Наступний метод оцінювання є метод зіставлення, який здійснюється парним порівнянням і послідовним зіставленням.

При парному порівнянні експерт зіставляє досліджувані чинники по їх важливості попарно, встановлюючи в кожній парі найбільш вагомих. Загальна кількість пар порівняння дорівнює

$$N = \frac{n \cdot (n-1)}{2}, \quad (3.11)$$

де n – кількість показників, вагомість яких визначається.

В результаті порівняння експерт висловлює думку про важливість того чи іншого показника, тобто віддає одному з них перевагу. Іноді експерти приходять до висновку про еквівалентність кожного з показників пари. Для упорядкування всіх розглянутих показників необхідна подальша обробка результатів порівняння. Найбільш зручно здійснювати парні порівняння і їх обробку, використовуючи як інструмент матриці (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Матриця оцінки показників методом парного порівняння

Група показників	Показник	1	2	3	...	n	Загальна кількість переваг
	1		1	0	...	0	
	2	0		0	...	1	
	3	1	1		...	1	
	
	n	1	0	0	...		

На перетині вертикальних і горизонтальних рядків матриці для кожної пари показників експерт ставить 1 або 0 в залежності від визначеної ним значущості того чи іншого фактору.

Вагомість кожного показника порівняння розраховується за формулою

$$\alpha_i = \frac{\sum_{i'=1}^{n-1} \sum_{j=1}^k A_{\frac{i}{i'}j}}{N \cdot n}, \quad (3.12)$$

де $A_{\frac{i}{i'}j}$ – кількість переваг i -го показника над i' -м показником, що надане j -м експертом;

N - загальна кількість пар показників.

Результати заповнення матриць усіма експертами і розрахункові дані можна звести в матрицю (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Зведена матриця результатів парного порівняння об'єктів

Група показників	Показник	Кількість переваг i -го показника, що надано експертами					Сума переваг	Вага показника
		1	2	3	...	K		
	1		1	0	...	0		
	2	0		0	...	1		
	3	1	1		...	1		
		
	N	1	0	0	...			

Розрахунки при подвійному парному порівнянні проводяться за тими ж формулами, що і при звичайному парному порівнянні, однак кількість пар при цьому збільшується вдвічі.

Метод послідовного зіставлення для експертів найбільш трудомісткий, особливо це відчувається при кількості, що перевищує шість-сім досліджуваних показників, факторів чи об'єктів.

На наступному кроці проводиться обробка зібраних думок експертів як кількісно (чисельні дані), так і якісно (змістовна інформація). При обробці використовуються різні способи. При наявності численних даних для

вирішення питань, які мають достатній інформаційний матеріал, застосовуються методи усереднення експертних суджень.

Узгодженість думок при використанні експертних методів, де визначаються ранги показників, можна визначити за допомогою коефіцієнта конкордації (згоди) за формулою:

$$W = \frac{12 \cdot C}{k^2 \cdot (n^3 - n)}, \quad (3.13)$$

де C – сума квадратів відхилень сум рангів по кожному показнику від середньої суми рангів по всіх показниках і експертам, тобто

$$C = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^k A_{ij} - k \cdot \frac{n+1}{2} \right]^2, \quad (3.14)$$

де $k \cdot \frac{n+1}{2}$ – середня сума рангів.

Коефіцієнт конкордації варіюється в діапазоні $0 < W < 1$. При $W=0$ узгодженість думок експертів відсутня, а при $W=1$ – узгодженість повна. Зазвичай вважається, що узгодженість цілком достатня, якщо $W > 0,5$.

Розраховану величину коефіцієнта конкордації слід зважувати за критерієм Пірсона (χ^2) з певним рівнем значущості (B), тобто максимальною вірогідністю неправильного результату роботи експертів. Зазвичай задавати значущість достатньо в межах $0,005 - 0,05$.

У разі отримання розрахункової величини більше табличної $\chi^2_{розр.} > \chi^2_{табл.}$ (з обраним рівнем значущості) думки експертів остаточно визнаються погодженими.

Табличні величини $\chi^2_{табл.}$ залежать від прийнятого рівня вагомості і числа ступенів свободи (S), яке визначається за формулою

$$S = n - 1 \quad (3.15)$$

Розрахункова величина $\chi^2_{розр.}$ визначається за формулою:

$$\chi^2_{розр.} = W \cdot k \cdot (n - 1) \quad (3.16)$$

У разі визначення неузгодженості ліній експертів за коефіцієнтами конкордації і відповідної перевірки його величини за критерієм Пірсона експертні опитування слід здійснити повторно.

Обробка експертних і соціологічних даних і розрахунки заходів узгодженості вимагають досить трудомістких обчислень, тому при проведенні збору та обробки результатів експертної та соціологічної інформації слід використовувати комп'ютерну техніку.

3.4.4. Метод вибору типу моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування

Управління екологічною діяльністю СГ представляє собою складну систему із багатьма взаємопов'язаними процесами. Така система функціонує в умовах неповноти та неточності інформації, і, тому дуже проблематично побудувати точну математичну модель, а моделювання складних об'єктів, параметри яких погано формалізуються – майже не здійсненне. В таких випадках найбільш ефективними є нечіткі методи моделювання, які в значній мірі засновані на знаннях експертів, що дає змогу отримати позитивні результати в ітеративному процесі уточнення моделі.

До числа складних, слабо формалізованих об'єктів, що функціонують в значній мірі в умовах невизначеності, слід віднести організаційні зміни діяльності СГ направлені на впровадження СЕУ. Складовою оцінки організаційних змін діяльності СГ є вибір та дослідження типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування.

Аналіз діяльності СГ та їх впливу на природні компоненти довкілля, статистична, нормативно-правова та апріорна інформація дали змогу виділити три основні типи моделей СЕУ за ефективністю функціонування (рис. 3.15):

- Environmentally hot (екологічно гарячий тип), який визначає високий рівень функціонування СЕУ;
- Environmentally soft (екологічно ніжний тип) – визначає середній рівень функціонування СЕУ;
- Environmentally cold (екологічно холодний тип) – визначає низький рівень функціонування СЕУ [442].

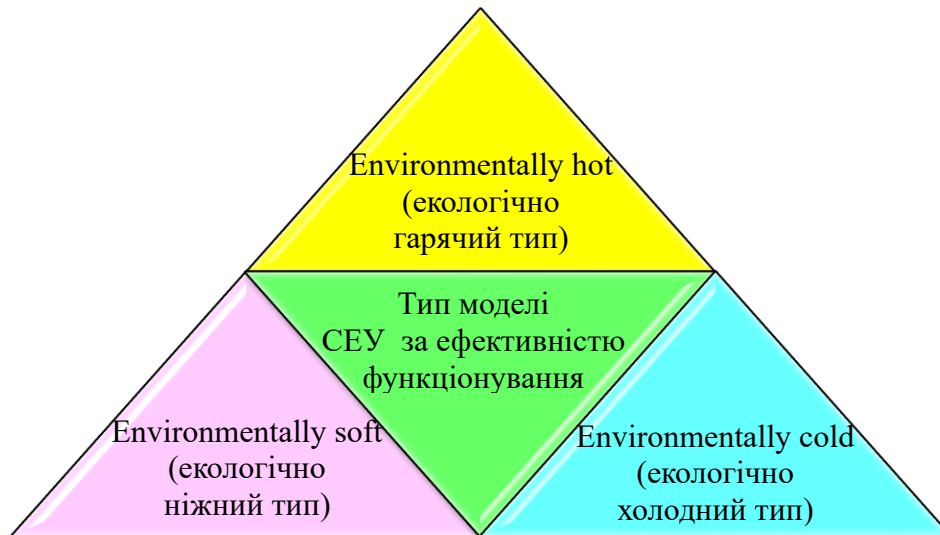


Рисунок 3.15 – Типи моделей СЕУ за ефективністю функціонування

Вибір типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування дає змогу: проаналізувати безмірні показники окремих складових стану впровадженої СЕУ та рівень розвитку кожного її окремого елемента. Це поліпшує ефективність формування необхідного організаційного забезпечення для збалансованого розвитку суб'єктів господарювання, хоча модель не передбачає встановлення взаємозв'язку між факторами та кінцевою змінною.

Для формування методу вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування було проведено аналіз чинників, від яких залежить рівень організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання.

Рішення проблеми багатофакторного управління є нетривіальним завданням, особливо, коли вхідні параметри стають невизначеними, але впливають на результати рішення. Крім того, із зростанням числа врахованих факторів зростає ступінь неточності або нечіткості. Нечіткість полягає в тому, що в конкретний момент часу не вдається достовірно виміряти (оцінити) всі вхідні величини. Взаємозв'язок між показниками, які визначають ефективність функціонування СЕУ, представлено у вигляді ієрархічного дерева логічного виведення організаційних змін діяльності СГ (рис. 3.16).

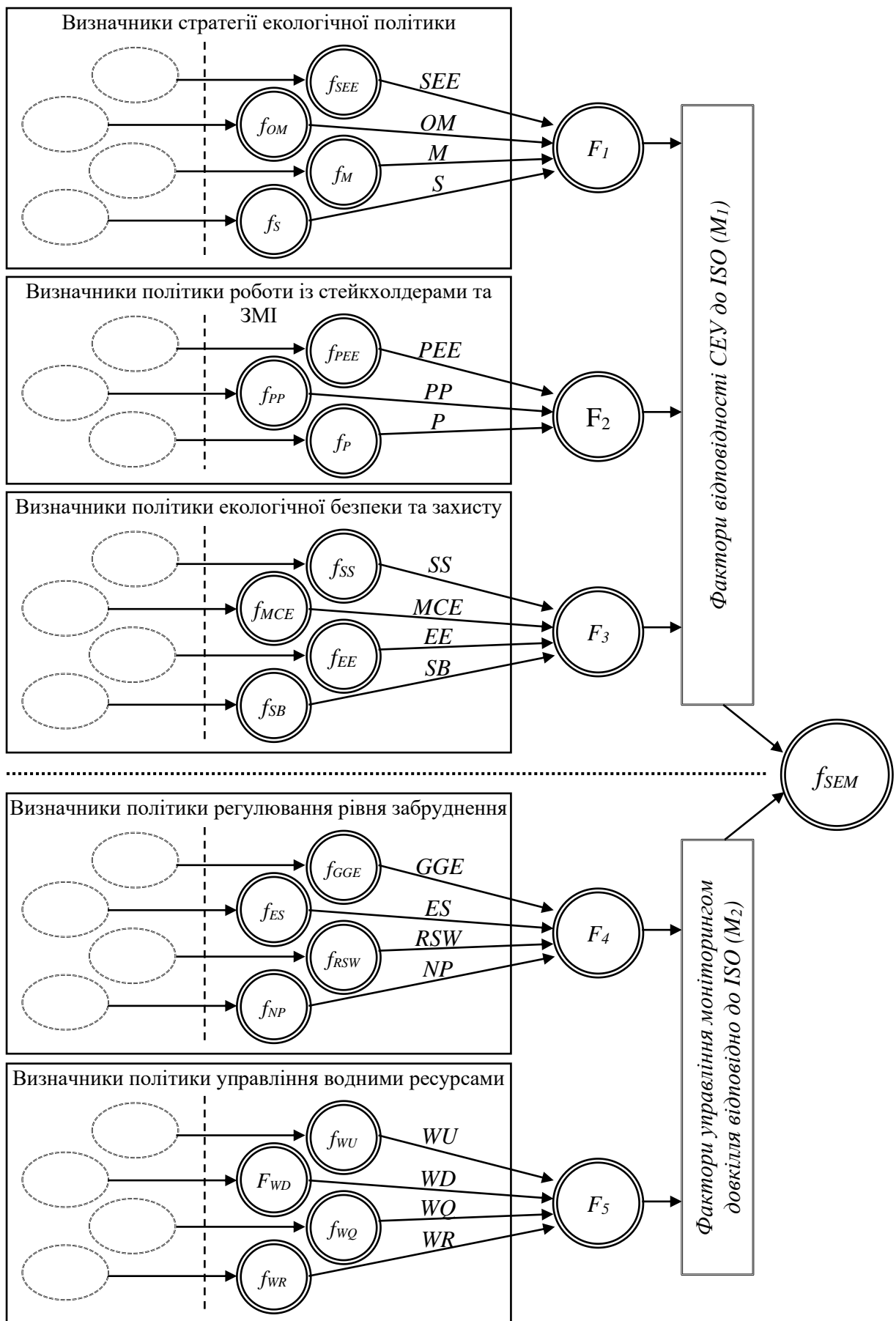


Рисунок 3.16 – Ієрархічне дерево логічного виведення рівня організаційних змін діяльності СГ відповідно типу моделі CEU за ефективністю функціонування

Для побудови використано теорію графів та побудовано граф ієрархічної системи (дерево). Виділена в дереві вершина, яка не має вихідних вершин, є коренем та інтегральним показником організаційних змін діяльності СГ. Зв'язок між елементами має тип «один до багатьох». За допомогою теорії графів описано структуру СЕУ.

Процес вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування базується на методах нечіткої логіки та з використанням пакету Fuzzy Logic Toolbox обчислювальної системи MATLAB.

Модель СЕУ за ефективністю функціонування дає змогу: проаналізувати якісні та кількісні показники складових елементів, визначити стан та рівень розвитку кожного окремого елемента, що значно поліпшує ефективність формування необхідного організаційного забезпечення. Модель не передбачає встановлення взаємозв'язку між факторами та кінцевою змінною за рахунок попередніх даних. Цю функцію виконує набір правил.

Базу знань може буде доповнено або виключено показники. Недоліком розробленої моделі є її відносна громіздкість, що передбачає використання засобів MATLAB. Подальші дослідження будуть спрямовані на адаптацію запропонованої моделі до визначення рівня ефективності функціонування СЕУ конкретного суб'єкта господарювання.

Вибір типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування базується на об'єднанні чинників, які згруповані за параметрами, що характеризують напрями організаційних змін діяльності СГ.

Модель екологічно-діяльнісних визначників є функціями окремих показників, за якими відповідно до міжнародних стандартів визначають рівень впровадження системи екологічного управління.

Значення факторів відповідності СЕУ до вимог ДСТУ ISO 14001:2015 (M_1) та управління моніторингом довкілля відповідно до вимог ДСТУ ISO 14001:2015 (M_2) визначають тип моделі СЕУ за ефективністю функціонування (M) і можуть бути представлені у вигляді:

$$M_{SEM} = M_1 \cup M_2 \quad (3.14)$$

Аналіз нормативно-правової, статистичної та економічної документації суб'єктів господарювання та міжнародних стандартів щодо екологічного управління дозволив сформувати 5 структурних груп, що входять до складу факторів відповідності СЕУ до ДСТУ ISO 14001:2015 (M_1) та управління моніторингом довкілля відповідно до ДСТУ ISO 14001:2015 (M_2):

$$\begin{aligned} M_1 &= f(F_1, F_2, F_3) \Rightarrow F_1 \cup F_2 \cup F_3 \\ M_2 &= f(F_4, F_5) \Rightarrow F_4 \cup F_5 \end{aligned} \quad (3.15)$$

де F_1 , – визначники стратегії екологічної політики;

F_2 – визначники політики роботи із стейкхолдерами та ЗМІ;

F_3 – визначники політики екологічної безпеки та захисту;

F_4 – визначники політики регулювання рівня забруднення;

F_5 – визначників політики управління водними ресурсами.

Кожний відокремлений еколого-діяльнісний визначник складається з низки функцій окремих показників і може бути представлений у вигляді:

$$F_i = f(Y_1, Y_2, \dots, Y_k) \Rightarrow Y_1 \cup Y_2 \cup \dots \cup Y_k \quad (3.16)$$

де F_i , – окремі групи визначників, що характеризують систему екологічного управління СГ;

Y_1, Y_2, \dots, Y_k – показники, що характеризують рівень функціонування СЕУ.

Оскільки більшість показників не мають чітко вираженого кількісного значення, то в основу методу вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування покладено нечітке моделювання, яке дозволило оцінити рівень організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання та провести прогнозування ефективності системи екологічних рішень.

Метод вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування містить ряд етапів проведення нечіткого логічного виведення.

Теорія нечітких множин дає можливість застосувати для прийняття рішень неточні та суб'єктивні експертні знання про предметну область без формалізації їх у вигляді традиційних математичних моделей.

З використанням теорії нечітких множин вирішуються питання узгодження суперечливих критеріїв прийняття рішень, створення логічних регуляторів систем. Нечіткі множини дають змогу застосовувати лінгвістичний опис складних процесів, установлювати нечіткі відношення між поняттями, прогнозувати поведінку системи, формувати множину альтернативних дій, виконувати опис нечітких правил прийняття рішень.

З урахуванням розглянутих у Розділі 2 методів нечіткої логіки, пропонується методика вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування (рис. 3.17), яка базується на основних принципах теорії нечітких множин і містить декілька етапів, зокрема:

Етап 1. Формування методологічних складових процесу вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування. Даний етап містить наступні кроки:

1. Аналіз процесів контролю та управління організаційними змінами в діяльності СГ. Експертне виокремлення факторів (параметрів, характеристик, чинників) впливу на функціонування системи екологічного управління.

2. Формування блоків факторів та груп визначників системи екологічного управління СГ.

3. Опис характеристик, особливостей задання та причин використання лінгвістичних змінних - ідентифікаторів факторів і технологічних параметрів. Їх роль та можливості застосування у процесі вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування.

4. Побудова ієрархічної моделі дослідження рівня організаційних змін діяльності СГ. Модель враховує основні критерії оцінки ефективності функціонування СЕУ, фактори етапів та альтернативні варіанти їх реалізації, імітаційні моделі прогностичного оцінювання рівня функціонування СЕУ.

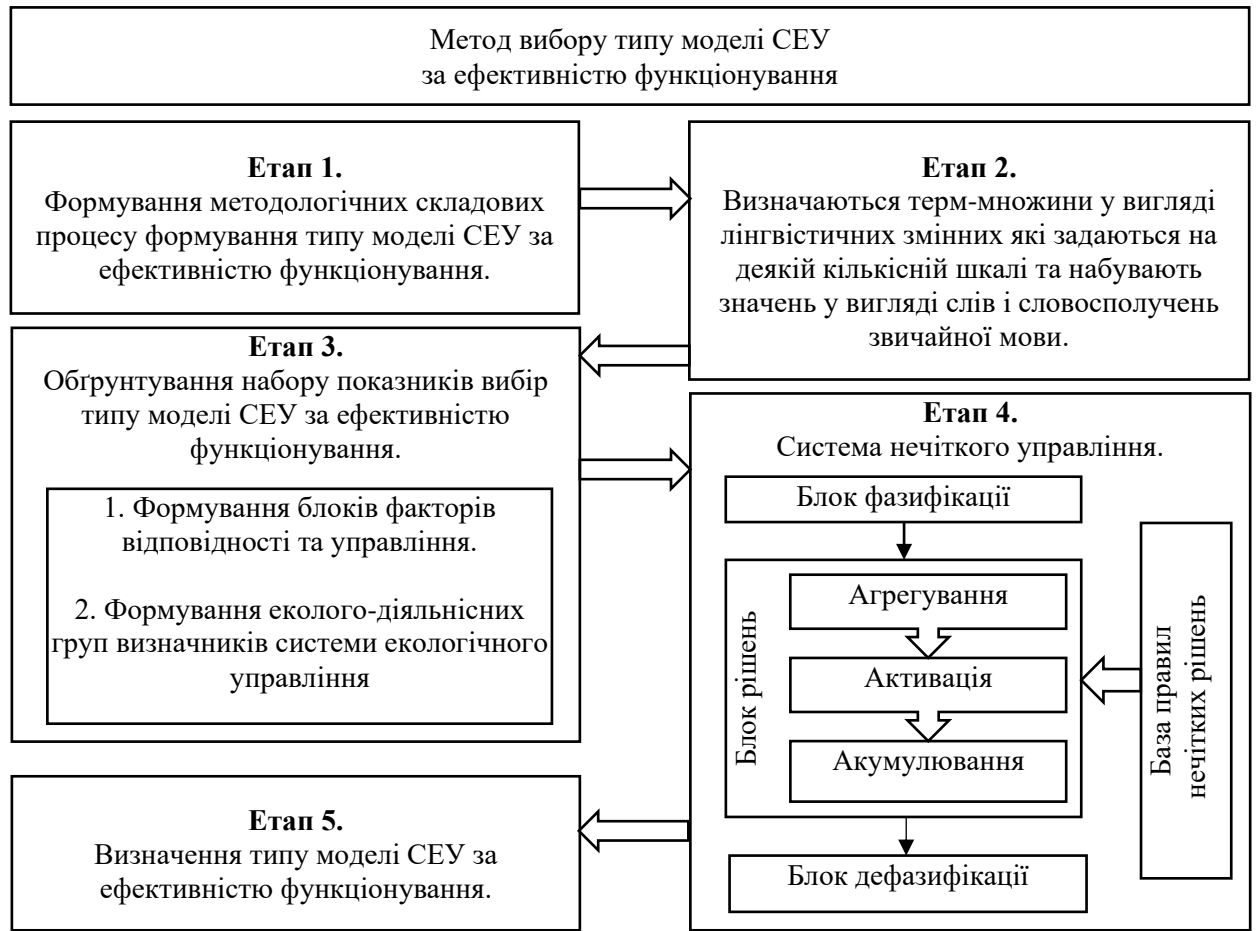


Рисунок 3.17 – Метод вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування

Етап 2. Визначаються терм-множини у вигляді лінгвістичних змінних, які задаються на деякій кількісній шкалі та набувають значень у вигляді слів і словосполучень звичайної мови. Лінгвістичні змінні та їх значення використовуються для якісного словесного опису деякої кількісної величини.

У рамках даного дослідження вводяться лінгвістичні змінні «тип моделі СЕУ», «рівень відповідності СЕУ до ISO», «рівень управління моніторингом довкілля відповідно до ISO» та рівні еколого-діяльнісних визначників, та нечіткі підмножини, які утворюють вичерпну кількість значень введених змінних, а також установлюють однозначну відповідність між введеними змінними. Усі лінгвістичні змінні описуються лінгвістичними термами: Low (низький), Medium (середній), High (високий) з використанням різних функцій належності (трапецієвидна, гаусова і сигмоїдальна).

Вихідна змінна – тип моделі СЕУ за ефективністю функціонування (організаційні зміни в діяльності СГ) набуватиме значень: низький (Cold), середній (Soft), високий (Hot) на універсальній множині (0-1 бал). Можливий інтервал зміни кожного параметра був заданий трьома лінгвістичними термами, які відповідають типу моделі СЕУ. Це дає змогу детально розглянути та проаналізувати дію факторів із більшим та меншим впливом.

Етап 3. Обґрунтовується набір показників вибір типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування, які піддаватимуться комплексному оцінюванню:

$$K_i = \{k_{i,j} = f_{i,j}(\dots), i = \overline{1,n} \quad j = \overline{1,m}\}, \quad (3.17)$$

де n – кількість еколого-діяльнісних груп визначників системи екологічного управління,

m – кількість показників, що входять до складу груп визначників,

$k_{i,j}$ – i -тий показники j -ої групи визначників ефективності функціонування СЕУ відповідно до вимог міжнародних стандартів, які оцінюються за 10-бальною шкалою.

Етап 4. В основу системи нечіткого управління покладено алгоритм Мамдані, який визначається таким чином.

1. Формування бази правил систем нечіткого виводу.
2. Фазифікації вхідних змінних.
3. Агрегація підумови в нечітких правилах рішень. Для знаходження ступеня істинності умов кожного з правил нечітких рішень використовуються парні нечіткі логічні операції. Ті правила, ступінь істинності умов яких відмінна від нуля, вважаються активними і використовуються для подальших розрахунків.
4. Активізація підзаключень в нечітких правилах рішень. Здійснюється за формулою, при цьому для скорочення часу виведення враховуються тільки активні правила нечітких рішень.

5. Акумуляція висновків нечітких правил рішень. Здійснюється за формулою для об'єднання нечітких множин, відповідних термам підзаключень, що відносяться до однакових вихідних лінгвістичних змінних.

6. Дефазифікації вихідних змінних. Традиційно використовується метод центру ваги в формі або метод центру площі.

У блоці фазифікації чіткі значення вхідних параметрів перетворюються на нечіткі величини, описані лінгвістичними змінними у базі знань, тобто встановлюється відповідність між конкретним (зазвичай числовим) значенням конкретної вхідної змінної системи нечіткого виведення і її відповідним лінгвістичним значенням, представленим функцією належності. Процес фазифікації передбачає попередній збір експертної інформації та використання процедур її обробки.

У блоці рішень використовуються нечіткі умовні (if - then) правила, що закладені у базі правил для перетворення нечітких вхідних даних на необхідні керуючі впливи, що мають також нечіткий характер.

База правил систем нечіткого виведення призначена для формального подання емпіричних знань або знань експертів у тій чи іншій проблемній області.

У блоці дефазифікації нечіткі дані з виходу блоку рішень перетворюються на чітку величину, тобто відбувається знаходження чіткого значення для кожної з вихідних лінгвістичних змінних множини. Дефазифікація в системах нечіткого виведення - це процедура знаходження звичайного (НЕ нечіткого) значення, яке може бути використано зовнішніми по відношенню до системи нечіткого виведення елементами.

Етап 5. Проводиться класифікація поточного значення рівня організаційних змін діяльності СГ відповідно до типу моделі СЕУ (табл. 3.5). За критерій рівня організаційних змін діяльності СГ матимемо число $[0;100]$. Чим вищий рівень організаційних змін діяльності та він наближається до 100, тим ефективніше функціонує система екологічного управління.

Таблиця 3.5 – Тип моделі СЕУ за ефективністю функціонування відповідно до рівня організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання

№	Рівень організаційних змін діяльності СГ	Значення рівня організаційних змін діяльності СГ	Тип моделі СЕУ за ефективністю функціонування
1	високий	71-100%	Environmentally hot (екологічно гарячий тип)
2	середній	31-70%	Environmentally soft (екологічно ніжний тип)
3	низький	1-30%	Environmentally cold (екологічно холодний тип)

В результаті покрокового вирішення задачі отримуємо метод вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування суб'єктів господарювання, який являє собою комплексну оцінку еколого-діяльнісних показників відповідно до системи національних та міжнародних екологічних стандартів управління і визначає рівень організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження та функціонування СЕУ.

Висновки до розділу 3

1. Встановлено напрями організації діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження та функціонування систем управління екологічною безпекою. Визначено, що форма організації діяльності суб'єкта господарювання під час впровадження та функціонування СЕУ є інтегрованим процесом постійного поліпшування СЕУ, а механізм організації діяльності суб'єкта господарювання полягає у контролі та коригуванні запропонованих показників: екологічна результативність, ефективність управління та екологічна дієвість, які визначають рівень контролю екологічної діяльності системи екологічного управління

2. Ідентифіковано контекст системи «Суб'єкт господарювання». Визначено, що структура контексту залежить від логічних взаємовідносин між рівнями управління та їх функціональною складовою у єдності підсистем та їх елементів: «Внутрішнє середовище», «Зовнішні стейкхолдери», «Довкілля».

3. На основі стратегії керування підсистемами системи «Суб'єкт господарювання» запропоновано алгоритм вибору та застосування

управлінських підходів на етапах розробки, впровадження та функціонування СЕУ. Встановлено, що ефективне функціонування СЕУ залежить від застосування декількох підходів до управління, за допомогою яких досягається контроль стану еколого-економічних показників; досягнення цілей та завдань стратегічних документів СЕУ; мотивування працівників СГ; запобігання та усунення демотиваційних елементів; здійснення контролю балансів та звітності в усіх підсистемах системи «Суб'єкт господарювання».

4. Розроблено методологію оцінювання розвитку систем управління екологічною безпекою СГ на основі запропонованих методів.

5. Запропоновано метод визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання на основі експертної оцінки вагомості його групових показників, що дасть змогу визначати рівень екологічної безпеки СГ.

6. Запропоновано метод вибору типу СЕУ за ефективністю функціонування, який полягає у визначенні рівня організаційних змін діяльності СГ необхідних для досягненні стратегічних цілей та для зменшення негативного впливу на стан довкілля. Встановлено, що рівень організаційних змін діяльності СГ дасть змогу визначити тип моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування.

Основні результати, отримані при вирішенні поставлених у розділі 3 завдань, опубліковані в роботах [22, 192, 388, 389, 403-406, 408, 417, 420, 422, 424, 426-433, 442, 456].

РОЗДІЛ 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПРИРОДНИХ КОМПОНЕНТІВ У СТРУКТУРІ КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРІЮ КОНТРОЛЮ ЕКОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ

4.1. Мета і програма експериментальних досліджень для визначення групового показника екологічної дієвості системи екологічного управління

Метою експериментальних досліджень є проведення комплексного моніторингу СЕУ із застосуванням методів біотестування та біоіндикації для встановлення значень узагальнювального індикатора стану біосистем, який є інформативною ознакою ступеня збереження та відновлення стану природних компонентів довкілля та дає змогу визначити стан контролю екологічної діяльності СЕУ та рівень екологічної безпеки суб'єктів господарювання. Отримання даних для розрахунку комплексного критерію екологічної діяльності СЕУ СГ є необхідним для побудови та перевірки адекватності математичних моделей підсистем системи «Суб'єкт господарювання» до та після впровадження СЕУ, впевнитись у виборі та застосуванні управлінських підходів на кожному етапі розробки та впровадження СЕУ, а також для визначення рівня змін, що відбулись в організації діяльності СГ.

У відповідності до поставленої мети програма експериментів включала:

- інвентаризацію викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря внаслідок діяльності суб'єктів господарювання;
- визначення змін у морфолого-анатомічному та функціональному розвитку вегетативних органів деревних насаджень під час онтогенезу від впливу пилового забруднення до та після впровадження СЕУ;
- визначення стабільності розвитку рослинних організмів за показником флуктуаційної асиметрії в залежності від впливу техногенного забруднення;
- визначення кумулятивного ефекту впливу сполук сірки, азоту та фреонів за класами пошкодження і всихання вегетативних органів деревних насаджень;

- визначення наявності токсичних сполук металів у ґрунтовому покриві й атмосферних опадах за фітотоксичним ефектом та реакцію тест-об'єкта;
- визначення залежності між некротичними ушкодженнями тканин вегетативних органів рослинних організмів та кумулятивним ефектом від впливу фтористого водню (*HF*) та оксидів азоту (*NO*);
- визначення ступеня токсичності поверхневих вод за тест-реакцією гідробіонтів.

Для виконання цих задач був проведений комплекс експериментальних досліджень щодо реакції-відповіді живих організмів на стан забруднення природних компонентів довкілля в межах СЗЗ СГ (до і після впровадження СЕУ) та на контрольних ділянках.

4.2. Характеристика об'єктів експериментальних досліджень

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконувались протягом 2012-2019 рр. на території адміністративно-територіальних районів м. Києва в межах санітарно-захисної зони суб'єктів господарювання, що здійснюють різну за видами економічну діяльність. Зразки проб ґрунту, атмосферних опадів та вегетативні органи рослин відбирали у межах СЗЗ СГ, згідно Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.96 р. № 173. Якщо СЗЗ для даного виду діяльності не нормується, то вона була встановлена за розрахунком розсіювання. Для отримання достовірної інформації про вплив діяльності СГ на стан природних компонентів довкілля було застосовано методи біоіндикації та біотестування й проведено оцінювання стану забруднення атмосферного повітря, ґрунтового покриву та водних об'єктів за реакцією-відповіддю живих організмів до і після впровадження СЕУ. Контрольними ділянками виступали «умовно» чисті зони – НПП «Голосіївський», лісовий масив «Феофанія», Експоцентр України.

Проби води аналізувались з водою штучного та природного походження, які знаходяться у безпосередній близькості від джерела забруднення.

Дані щодо об'єктів та програми дослідження внесено до табл. 4.1.

Таблиця 4.1. - Об'єкти та програма дослідження

№	Адміністративно-територіальний р-н	Вид економічної діяльності СГ	Контроль	Біоіндикатор/ біотест
Пилове забруднення (стан атмосферного повітря)				
1	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад (СЗЗ – 100 м)	НПП «Голосіївський»	<i>Tilia cordata</i> <i>Mill.</i>
2	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса (СЗЗ – 500 м)		
3	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (СЗЗ – 100 м)		
4	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів (СЗЗ – 100 м)		
5	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації (СЗЗ – 50 м)		
6	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (СЗЗ – 100 м)		
7	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування – (СЗЗ не нормується /100м)		
8	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля паливом (СЗЗ – 50 м)		
9	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів (СЗЗ – 50 м) (котельня)		
10	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування (СЗЗ – 50 м)		
Флуктуаційна асиметрія морфологічних структур (атмосферне повітря, ґрунтовий покрив)				
1	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад (СЗЗ – 100 м)	НПП «Голосіївський»	<i>Betula pendula</i> <i>Roth.</i>
2	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса (СЗЗ – 500 м)		
3	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (СЗЗ – 100 м)		
4	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів (СЗЗ – 100 м)		
5	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації (СЗЗ – 50 м)		
6	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (СЗЗ – 100 м)		
7	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування – (СЗЗ не нормується /100м)		
8	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля паливом (СЗЗ – 50 м)		
9	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів (СЗЗ – 50 м) (котельня)		
10	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування (СЗЗ – 50 м)		
Фітотоксичний ефект (ґрунтовий покрив)				
1	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад (СЗЗ – 100 м)	Парк «Феофанія»	<i>Lepidium sativum</i> <i>L.</i>
2	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса (СЗЗ – 500 м)		
3	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (СЗЗ – 100 м)		
4	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів (СЗЗ – 100 м)		

№	Адміністративно-територіальний р-н	Вид економічної діяльності СГ	Контроль	Біоіндикатор/біотест
5	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації (СЗЗ – 50 м)		
6	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (СЗЗ – 100 м)		
7	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування – (СЗЗ не нормується /100м)		
8	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним (СЗЗ – 50 м)		
9	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів (СЗЗ – 50 м) (котельня)		
10	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування (СЗЗ – 50 м)		
Фітотоксичний ефект (атмосферні опади → атмосферне повітря)				
1	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад (СЗЗ – 100 м)	Парк «Феофанія»	<i>Lepidium sativum</i> L.
2	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса (СЗЗ – 500 м)		
3	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (СЗЗ – 100 м)		
4	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів (СЗЗ – 100 м)		
5	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації (СЗЗ – 50 м)		
6	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (СЗЗ – 100 м)		
7	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування – (СЗЗ не нормується /100м)		
8	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним (СЗЗ – 50 м)		
9	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів (СЗЗ – 50 м) (котельня)		
10	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування (СЗЗ – 50 м)		
Некротичні ушкодження вегетативних органів представників відділу Голонасінні (атмосферне повітря)				
1	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад (СЗЗ – 100 м)	НПП «Голосіївський»	<i>Pinus sylvestris</i> L.
2	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса (СЗЗ – 500 м)		
3	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (СЗЗ – 100 м)		
4	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів (СЗЗ – 100 м)		
5	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації (СЗЗ – 50 м)		
6	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (СЗЗ – 100 м)		
7	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування – (СЗЗ не нормується /100м)		
8	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним (СЗЗ – 50 м)		
9	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів (СЗЗ – 50 м) (котельня)		

№	Адміністративно-територіальний р-н	Вид економічної діяльності СГ	Контроль	Біоіндикатор/біотест
10	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування (СЗЗ – 50 м)		
Некротичні ушкодження вегетативних органів представників відділу Покритонасінних (атмосферне повітря)				
1	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад (СЗЗ – 100 м)	ЕКСПОЦЕНТР України	<i>Tilia cordata</i> <i>Mill.</i>
2	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса (СЗЗ – 500 м)		
3	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (СЗЗ – 100 м)		
4	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів (СЗЗ – 100 м)		
5	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації (СЗЗ – 50 м)		
6	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (СЗЗ – 100 м)		
7	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування – (СЗЗ не нормується /100м)		
8	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним (СЗЗ – 50 м)		
9	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів (СЗЗ – 50 м) (котельня)		
10	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування (СЗЗ – 50 м)		
Ступінь токсичності поверхневих вод				
1	Голосіївський	-	Дехлорована питна вода	<i>Daphnia magna</i> <i>Straus.</i>
2	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса (СЗЗ – 500 м)		
3	Шевченківський	-		
4	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів (СЗЗ – 100 м)		
5	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації (СЗЗ – 50 м)		
6	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (СЗЗ – 100 м)		
7	Печерський	-		
8	Святошинський	47.30 Вид економічної діяльності - Роздрібна торгівля пальним (СЗЗ – 50 м)		
9	Подільський	-		
10	Солом'янський	-		

4.3. Результати біоіндикаційних досліджень

Під час дослідження був проведений моніторинг стану довкілля в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ шляхом інвентаризації викидів ЗР в атмосферне повітря та біоіндикаційних досліджень, а саме:

1. Основні викиди забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря в результаті діяльності суб'єктів господарювання.

2. Викиди твердих частинок в межах СЗЗ СГ порівнювали з проходженням процесів морфолого-анатомічного й функціонального розвитку вегетативних органів під час онтогенезу одного з найпоширеніших у м. Києві видів деревних рослин липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.).

3. Стабільність розвитку берези бородавчастої (*Betula pendula* Roth.) за показником флуктуаційної асиметрії. *B. pendula* виступала індикатором якості міського середовища, що дало змогу оцінювати сумарну величину антропогенного навантаження на компоненти довкілля, оскільки забруднення НС впливає на процеси розвитку зародка, вегетативних та генеративних органів рослин, зумовлюючи відхилення у двосторонній симетрії організму.

4. Кумулятивний ефект за класами пошкодження і всихання вегетативних органів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та некротичні пошкодження тканин вегетативних органів *T. cordata* для оцінки ступеню забруднення атмосферного повітря сполуками зі вмістом сірки, азоту, хлору обраних ділянок м. Києва.

4.3.1. Дослідження некротичних ушкоджень тканин рослинних організмів (відділ Покритонасінні)

Для досліджень були відібрані рослинні зразки (листкові пластинки) *T. cordata* як чутливого індикатора до забруднення атмосферного повітря, сполуками зі вмістом сірки, азоту, хлору. Контролем обрано умовно чисту зону – Експоцентр України.

В результаті експериментальних досліджень були отримані такі узагальнені дані (табл. 4.2).

Деревні насадження обрані для експерименту є найбільш широко розповсюджуваними видами на досліджуваних ділянках, і мають достатні

Таблиця 4.2. – Некротичні пошкодження вегетативних органів (листяних пластинок) *T. cordata*

СГ*	НПп до СЕУ, %	НПп після СЕУ, %	Ефект змін НПп, %	Потужність викиду ЗР до СЕУ, т/рік	Потужність викиду ЗР після СЕУ, т/рік	Ефект зменшення потужності викидів ЗР після впровадження, %
1	44,2	30,6	31	Оксиди азоту – 5,27656 Азоту оксид NO ₂ – 0,00066	Оксиди азоту – 5,27534 Азоту оксид NO ₂ – 0,00062	Оксиди азоту - 0 Азоту оксид NO ₂ - 6
2	43,2	31,1	28	Оксиди азоту - 0,7076247 Діоксид сірки - 0,7684581 Аміак - 0,004338 Фреон - 0,009 Азоту оксид NO ₂ - 0,008912	Оксиди азоту - 0,7076212 Діоксид сірки - 0,7684211 Аміак - 0,004021 Фреон - 0,009 Азоту оксид NO ₂ - 0,008723	Оксиди азоту - 0 Діоксид сірки - 0 Аміак - 7 Фреон - 0 Азоту оксид NO ₂ - 2
3	58,1	36,7	37	Оксиди азоту – 0,073641 Азоту оксид NO ₂ – 0,0011213389 Діоксид та ін. сполуки сірки - 0,000646 Діоксид сірки - 0,03162811 Сірчана кислота - 0,000108 Аміак - 0,00000015444	Оксиди азоту – 0,0726106 Азоту оксид NO ₂ – 0,001101123 Діоксид та ін. сполуки сірки - 0,000581 Діоксид сірки - 0,03121315 Сірчана кислота - 0,0001 Аміак - 0,00000015124	Оксиди азоту – 1 Азоту оксид NO ₂ – 2 Діоксид та ін. сполуки сірки - 10 Діоксид сірки - 1 Сірчана кислота - 7 Аміак - 2
4	44,3	29,4	34	Оксиди азоту - 0,26947 діоксид сірки - 0,08484 Азоту оксид NO ₂ - 0,00605 Сульфатна кислота - 0,000077 Хлористий водень - 0,000078	Оксиди азоту - 0,26937 діоксид сірки - 0,08371 Азоту оксид NO ₂ - 0,006 Сульфатна кислота - 0,000071 Хлористий водень - 0,000071	Оксиди азоту - 0 діоксид сірки - 1 Азоту оксид NO ₂ - 1 Сульфатна кислота - 8 Хлористий водень - 9
5	53,0	41,3	22	Оксиди азоту - 0,245367 Азоту оксид NO ₂ - 0,007626 1-хлор-2,3-епіксипропан - 0,031788 Органічні аміни - 0,00486	Оксиди азоту - 0,245351 Азоту оксид NO ₂ - 0,007512 1-хлор-2,3-епіксипропан - 0,031533 Органічні аміни - 0,00471	Оксиди азоту - 0 Азоту оксид NO ₂ - 1 1-хлор-2,3-епіксипропан - 1 Органічні аміни - 3
6	43,5	34,7	20	Оксиди азоту - 0,035336 Азоту оксид NO ₂ - 0,0021315 Діоксид сірки - 0,010638	Оксиди азоту - 0,035324 Азоту оксид NO ₂ - 0,0021309 Діоксид сірки - 0,010321	Оксиди азоту - 0 Азоту оксид NO ₂ - 0 Діоксид сірки - 3
7	39,8	27,9	30	Оксиди азоту - 0,0269; Азоту оксид NO ₂ - 0,0005 Фреони/R134A та R4040A - 0,02 Аміак - 0,00048	Оксиди азоту - 0,0263 Азоту оксид NO ₂ - 0,0005 Фреони/R134A та R4040A - 0,02 Аміак - 0,00046	Оксиди азоту - 2 Азоту оксид NO ₂ - 0 Фреони/R134A та R4040A - 0 Аміак - 4
8	40,2	35,4	12	-	-	-
9	40,2	35,4	12	Оксиди азоту – 0,77532 Азоту оксид NO ₂ – 0,00159	Оксиди азоту – 0,77532 Азоту оксид NO ₂ – 0,00154	Оксиди азоту – 0 Азоту оксид NO ₂ - 3
10	37,8	32,4	14	Фреони – 0,042	Фреони – 0,041	Фреони – 2
	7%			Експоцентр України		

* - СГ вказано за номером даних табл. 4.1

біоіндикаційні характеристики та площі листкових пластинок, що якнайкраще підходить для дослідження некротичних ушкоджень тканин.

З метою досягнення чистоти експерименту щодо визначення некротичних ушкоджень, збір листкових пластинок проводився з дерев одного віку до і після впровадження СЕУ в межах СЗЗ досліджуваних суб'єктів господарювання.

Встановлено, що характерними ознаками антропогенної трансформації навколишнього середовища, зокрема атмосферного повітря в межах СЗЗ суб'єктів господарювання, що здійснюють свою діяльність у 10 адміністративно-територіальних районах м. Києва є поява хлорозів і некрозів різної етимології на листках *T. cordata*. Пошкоджені частини листкової пластинки візуально відрізняються, деформуються та містять некротичні та депігментовані плями. Такі пошкодження у деревних насадженнях пов'язані з тим, що викиди забруднюючих речовин від діяльності суб'єктів господарювання накопичується поступово, і мають здатність до акумулювання у всіх природних компонентах довкілля.

Виявлено, що для ефективного впровадження СЕУ на підприємстві з надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (Шевченківський район) було зменшено, шляхом модернізації старого обладнання, викиди сполук сірки на 18 та азоту на 5%, що сприяло покращенню стану вегетативних органів *T. cordata* на 37%.

Встановлено, що в межах СЗЗ суб'єкта господарювання з виробництва парфумних і косметичних засобів (Дарницький район) зменшено викиди сульфатної кислоти (8%), хлористого водню (9%), діоксиду сірки (1%), що є одним з найкращих показників досягнення цілей зазначених в екологічній програмі СЕУ. Такі показники призвели до зменшення на поверхні листкових пластинок *T. cordata* некротичних пошкоджень та покращенням їх стану на 34% (рис. 4.1).

Зменшення потужності викидів в атмосферне повітря NH_3 на 4-7% та NO_2 на 1-2% суб'єктами господарювання, що здійснюють діяльність у ресторанній сфері та виробництві м'яса (Печерський та Оболонський райони) привело до покращення стану листкових пластинок на 30 та 28% відповідно; СГ будівельної сфери (Голосіївський район) зменшило викиди NO_2 на 6%, що покращило стан листкових пластинок порівняно з попередніми вимірювання на 31%.

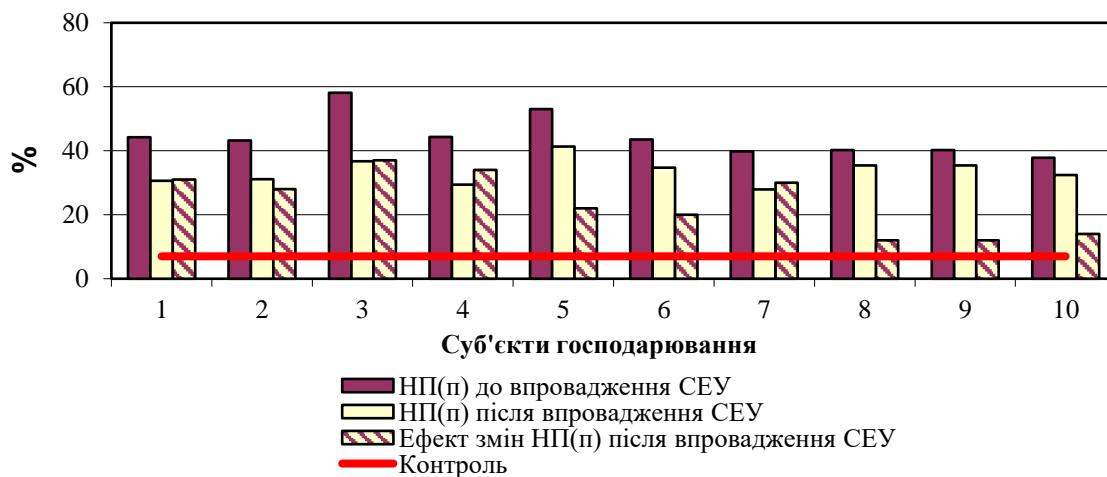


Рисунок 4.1 – Ефект зміни некротичних пошкоджень (відділ Покритонасінні) до та після впровадження СЕУ

Зменшення викидів 1-хлор-2,3-епіксипропану на 1% та сполук азоту на 4% під час виготовлення навігаційного обладнання (Дніпровський район), дозволило покращити показники стану вегетативних органів *T. cordata* на 22%.

Отримані дані свідчать про згубний вплив на стан вегетативних органів рослин вище перелічених речовин та зміни у реакції-відповіді біоіндикатора *T. cordata* на стан забруднення атмосферного повітря в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ. Визначено, що скорочення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря завдяки організаційним змінам діяльності СГ під час впровадження СЕУ призводить до зменшення некротичних пошкоджень листових пластинок, дозволяючи покращити процеси відновлення рослинних організмів від 12 до 37%. Такі зміни у функціональному стані організмів є ознакою відновлення якості атмосферного повітря, ґрунтового покриву та підземних вод як основних природних компонентів довкілля необхідних для протікання процесів розвитку та життєздатності рослинних організмів.

4.3.2. Дослідження некротичних ушкоджень тканин рослинних організмів (відділ Голонасінні)

Найбільш чутливими з вищих рослин до атмосферних змін, пов'язаних із впливом антропогенних факторів, вважаються Голонасінні, зокрема хвойні породи рослин – ялина, сосна [443].

Для оцінки рівня екологічної деградації в межах санітарно-захисної зони суб'єктів господарювання, ступеня впливу їх виробничих потужностей на стан і продуктивність насаджень, визначення фаз адаптації видів деревних рослин в

конкретних часових і просторових умовах використовуються морфо- і біометричні методи дендроіндикації.

Підвищена чутливість хвойних пов'язана з тривалим терміном життя хвої при поглинанні газів, а також зниженням її маси (дефоліація, опік, зменшення довжини). Спостереження показують, що при постійному впливі токсичних сполук, в тканинах рослин відбувається їх поступове накопичення. Речовини, що накопичуються протягом перших двох років, приводять до відмирання хвої, а одно- і дворічна хвоя, що залишається на дереві не здатна забезпечити нормальний розвиток дерева. Це пов'язано із тим, що однорічна хвоя Голонасінних починає нормально функціонувати ближче до середини літа, а дворічна - вже ослаблена накопиченими токсичними речовинами [444, 445].

За умов відсутності техногенного впливу в лісових екосистемах основна маса хвої сосни не ушкоджена і лише мала частина хвоїнок має світло-зелені плями й некротичні вкраплення мікроскопічних розмірів, рівномірно розташовані по всій поверхні [351, 352].

Проаналізовано та встановлено залежність між потужністю викидів сполук з вмістом азоту, сірки, хлору та фреонів в атмосферне повітря суб'єктами господарювання та некротичними пошкодженнями й хлорозами хвої *P. sylvestris* в межах СЗЗ суб'єктів господарювання до та після впровадження системи екологічного управління.

Дані наведено в табл. 4.3.

За результатами дослідження виявлено (рис. 4.2), що найбільший відсоток у зменшенні некротичних ушкоджень хвої *P. sylvestris* спостерігається при зменшенні суб'єктами господарювання викидів сполук хлору та сірки в атмосферне повітря. Впровадження СЕУ та реалізація цілей встановлених у екологічній програмі підприємства з надання в оренду й експлуатацію нерухомого майна (Шевченківський район) дозволило зменшити на 18 та 5% викиди сполук сірки та азоту, що покращило стан вегетативних органів рослинних організмів за некрозами на 19, хлорозами – 33%.

Підприємством з виробництва парфумних і косметичних засобів (Дарницький район) було зменшено на 18% викиди хлористого водню та сполук сірки, що позначилось покращенням реакції-відповіді вегетативних органів *P. sylvestris* зменшенням некрозів (16%) та хлорозів (25%).

Таблиця 4.3 – Некротичні ушкодження та хлорози *Pinus sylvestris*

СГ*	НП(г) до СЕУ, %	НП(г) після СЕУ, %	Ефект змін НП(г), %	Потужність викиду ЗР до СЕУ, т/рік	Потужність викиду ЗР після СЕУ, т/рік	Ефект зменшення потужності викидів ЗР СЕУ, %
1	Некроз – 48 Хлороз - 13	Некроз – 41 Хлороз - 10	Некроз – 15 Хлороз - 23	Оксиди азоту – 5,27656 Азоту оксид NO ₂ – 0,00066	Оксиди азоту – 5,27534 Азоту оксид NO ₂ – 0,00062	Оксиди азоту - 0 Азоту оксид NO ₂ -6
2	Некроз – 18 Хлороз - 13	Некроз – 16 Хлороз - 11	Некроз – 6 Хлороз - 5	Оксиди азоту - 0,7076247 Діоксид сірки - 0,7684581 Аміак - 0,004338 Фреон - 0,009 Азоту оксид NO ₂ - 0,008912	Оксиди азоту - 0,7076212 Діоксид сірки - 0,7684211 Аміак - 0,004021 Фреон - 0,009 Азоту оксид NO ₂ - 0,008723	Оксиди азоту - 0 Діоксид сірки - 0 Аміак - 7 Фреон - 0 Азоту оксид NO ₂ - 2
3	Некроз – 42 Хлороз – 24	Некроз – 34 Хлороз – 16	Некроз – 19 Хлороз – 33	Оксиди азоту – 0,073641 Азоту оксид NO ₂ – 0,0011213389 Діоксид та ін. сполуки сірки - 0,000646 Діоксид сірки - 0,03162811 Сірчана кислота - 0,000108 Аміак - 0,00000015444	Оксиди азоту – 0,0726106 Азоту оксид NO ₂ – 0,001101123 Діоксид та ін. сполуки сірки - 0,000581 Діоксид сірки - 0,03121315 Сірчана кислота - 0,0001 Аміак - 0,00000015124	Оксиди азоту – 1 Азоту оксид NO ₂ – 2 Діоксид та ін. сполуки сірки - 10 Діоксид сірки - 1 Сірчана кислота - 7 Аміак - 2
4	Некроз – 38 Хлороз - 16	Некроз – 32 Хлороз - 12	Некроз – 16 Хлороз -25	Оксиди азоту - 0,26947 діоксид сірки - 0,08484 Азоту оксид NO ₂ - 0,00605 Сульфатна кислота - 0,000077 Хлористий водень - 0,000078	Оксиди азоту - 0,26937 діоксид сірки - 0,08371 Азоту оксид NO ₂ - 0,006 Сульфатна кислота - 0,000071 Хлористий водень - 0,000071	Оксиди азоту - 0 діоксид сірки - 1 Азоту оксид NO ₂ - 1 Сульфатна кислота - 8 Хлористий водень - 9
5				Оксиди азоту - 0,245367 Азоту оксид NO ₂ - 0,007626 1-хлор-2,3-епіксипропан - 0,031788 Органічні аміни - 0,00486	Оксиди азоту - 0,245351 Азоту оксид NO ₂ - 0,007512 1-хлор-2,3-епіксипропан - 0,031533 Органічні аміни - 0,00471	Оксиди азоту - 0 Азоту оксид NO ₂ - 1 1-хлор-2,3-епіксипропан - 1 Органічні аміни - 3
6	Некроз – 20 Хлороз - 24	Некроз – 18 Хлороз - 18	Некроз – 10 Хлороз - 25	Оксиди азоту - 0,035336 Азоту оксид NO ₂ - 0,0021315 Діоксид сірки - 0,010638	Оксиди азоту - 0,035324 Азоту оксид NO ₂ - 0,0021309 Діоксид сірки - 0,010321	Оксиди азоту - 0 Азоту оксид NO ₂ - 0 Діоксид сірки - 3
7	-	-	-	Оксиди азоту - 0,0269; Азоту оксид NO ₂ - 0,0005 Фреони/R134A та R4040A - 0,02 Аміак - 0,00048	Оксиди азоту - 0,0263 Азоту оксид NO ₂ - 0,0005 Фреони/R134A та R4040A - 0,02 Аміак - 0,00046	Оксиди азоту - 2 Азоту оксид NO ₂ - 0 Фреони/R134A та R4040A - 0 Аміак - 4
8				-	-	-
9	-	-	-	Оксиди азоту – 0,77532 Азоту оксид NO ₂ – 0,00159	Оксиди азоту – 0,77532 Азоту оксид NO ₂ – 0,00154	Оксиди азоту – 0 Азоту оксид NO ₂ - 3
10				Фреони – 0,042	Фреони – 0,041	Фреони – 2

Контроль Некроз – 11, Хлороз – 7

НПП «Голосіївський»

- СГ вказано за номером даних табл. 4.1

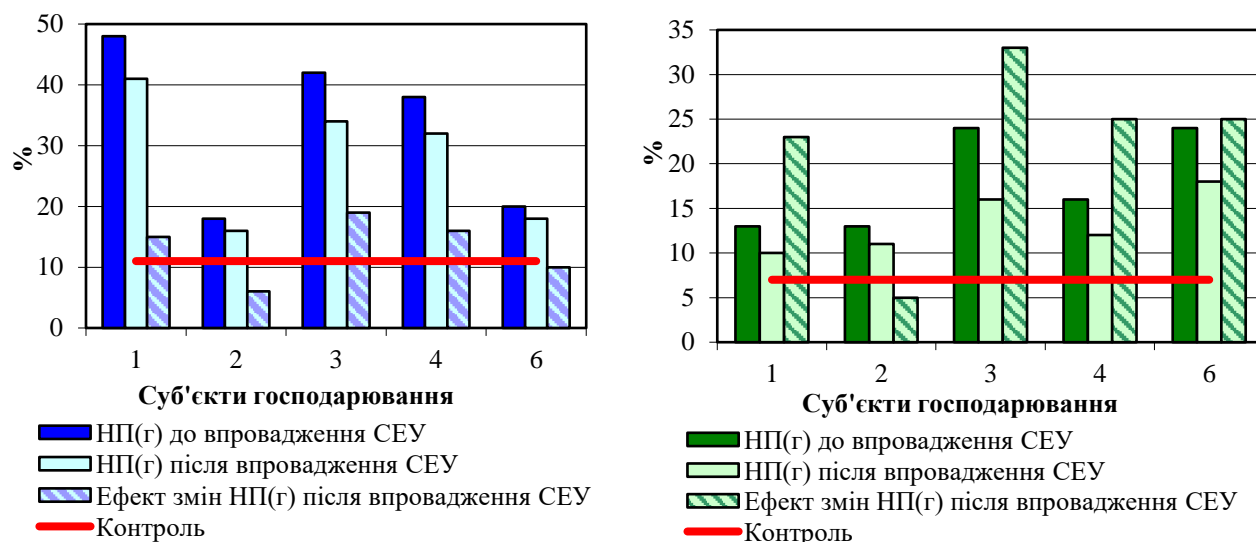


Рисунок 4.2 – Ефект зміни некротичних ушкоджень та хлорозів (відділ Голонасіні) до та після впровадження СЕУ

Скорочення викидів сполук азоту на підприємстві будівельної сфери (Голосіївський район) та із виробництва м'яса (Оболонський район) після впровадження СЕУ призвело до покращення стану довкілля та зменшення кількості некрозів *P. sylvestris* в межах їх СЗЗ на 6–15%, хлорозів – 5–23%, що відразу позначились на морфологічних ознаках рослинних організмів. Досить інформативною є ознака зменшення некрозів (10%) та хлорозів (25%) від скорочення викидів сполук сірки (3%) СГ, що займається пасажирськими перевезеннями (Деснянський район). Встановлено, що порівняно з контрольною ділянкою найбільш прийнятна зона для росту та розвитку *P. sylvestris* знаходиться в межах СЗЗ підприємства харчової сфери (Оболонський район), де спостерігається найнижчий рівень пошкодження хвої некрозами та хлорозами.

Отримана інформація дозволяє зробити припущення – навіть незначне зменшення викидів сполук сірки в атмосферне повітря, добре позначається на процесах онтогенезу рослинних організмів, при цьому найкращі показники зменшення некротичних пошкоджень та покращення стану вегетативних органів *P. sylvestris* отримані в результаті скорочення суб'єктами господарювання викидів в атмосферне повітря сполук сірки, азоту та хлору.

4.3.3. Дослідження пилового забруднення атмосферного повітря

Вплив забрудненого атмосферного повітря на рослинні організми полягає у зміні оптичних властивостей листкових пластинок; закупорюванні, зменшенні площі та збільшенні кількості на одиницю поверхні листка продихів; гальмуванні біосинтетичних процесів; подразненні й сповільненні росту рослин тощо [226, 345]. На території мегаполісів, де розташовані великі підприємства, концентрація пилу досягає $0,5 \text{ мг/м}^3$ та вище [224]. Згідно Постанови ВРУ «Про порядок здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря» пил, зокрема тверді частки – TЧ_{10} та $\text{TЧ}_{2,5}$ входять до переліку забруднюючих речовин і є особливо небезпечними для організму людини.

В межах СЗЗ СГ, що здійснюють різні види економічної діяльності до та після впровадження СЕУ визначено пилове забруднення та площу листкових пластинок *T. cordata*, яка проростала біля досліджуваних об'єктів (табл. 4.4-4.5).

Вибірка складала 2100 листкових пластинок, які були відібрані до та після впровадження СЕУ в межах СЗЗ СГ, що дозволило встановити рівень пилового забруднення та морфологічні зміни вегетативних органів *T. cordata* як одного з найбільш поширених видів деревних рослин м. Києва.

Проаналізовано залежність між викидами речовин у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом в межах СЗЗ досліджуваних суб'єктів господарювання до та після впровадження СЕУ та станом розвитку і забруднення вегетативних органів біоіндикатора (рис. 4.3-4.4).

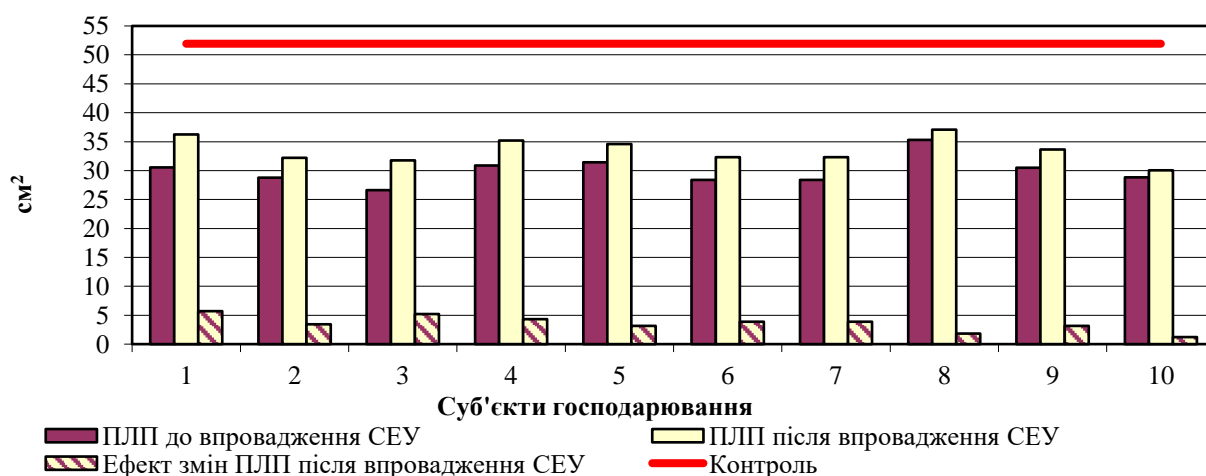


Рисунок 4.3. – Стан розвитку вегетативних органів *T. cordata* в умовах впливу діяльності суб'єктів господарювання до та після впровадження СЕУ

Таблиця 4.4. – Пилове забруднення листових пластинок *T. cordata* в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ

СГ*	Пилове забруднення до СЕУ, мг/см ²	Пилове забруднення після СЕУ, мг/см ²	Ефект змін у пиловому забрудненні після впровадження, %	Потужність викиду речовин у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом до СЕУ, т/рік	Потужність викиду речовин у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом після СЕУ, т/рік	Ефект зменшення потужності викиду речовин у вигляді суспендованих ТЧ після впровадження, %
1	0,088	0,041	53	11,991293	9,5151323	21
2	0,052	0,044	15	0,370809	0,370054	1
3	0,051	0,032	37	0,13896	0,11254	19
4	0,038	0,031	18	0,1807	0,1768	3
5	0,064	0,052	19	1,242362	1,2341254	1
6	0,053	0,039	16	0,213191	0,2130	1
7	0,054	0,046	15	0,0112	0,0110	2
8	0,042	0,041	0	-	-	-
9	0,042	0,035	17	0,02184	0,02175	1
10	0,044	0,038	14	-	-	-
Контроль	0,009			НПП «Голосіївський»		

Таблиця 4.5 – Стан розвитку вегетативних органів *T. cordata* в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ

СГ*	Площа листових пластинок до СЕУ, см ²	Площа листових пластинок після СЕУ, см ²	Ефект збільшення площі листових пластинок після впровадження, см ²	Потужність викиду речовин у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом до СЕУ, т/рік	Потужність викиду речовин у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом після СЕУ, т/рік	Ефект зменшення потужності викиду речовин у вигляді суспендованих ТЧ після впровадження, %
1	30,53	36,25	5,72	11,991293	9,5151323	21
2	28,79	32,23	3,44	0,370809	0,370054	1
3	26,60	31,79	5,19	0,13896	0,11254	19
4	30,87	35,17	4,3	0,1807	0,1768	3
5	31,44	34,58	3,14	1,242362	1,2341254	1
6	28,41	32,31	3,9	0,213191	0,2130	1
7	28,41	32,31	3,9	0,0112	0,0110	2
8	35,29	37,10	1,81	-	-	-
9	30,52	33,66	3,14	0,02184	0,02175	1
10	28,83	30,06	1,23	-	-	-
Контроль	51,93			НПП «Голосіївський»		

* - вид діяльності СГ вказано за номером даних табл. 4.1

Встановлено, що найменшими за площею характеризувались листкові пластинки деревних насаджень порівняно із контролем та до впровадження СЕУ в межах СЗЗ СГ із виробництва парфумних і косметичних засобів (Дарницький район), що є ознакою високого рівня техногенного навантаження.

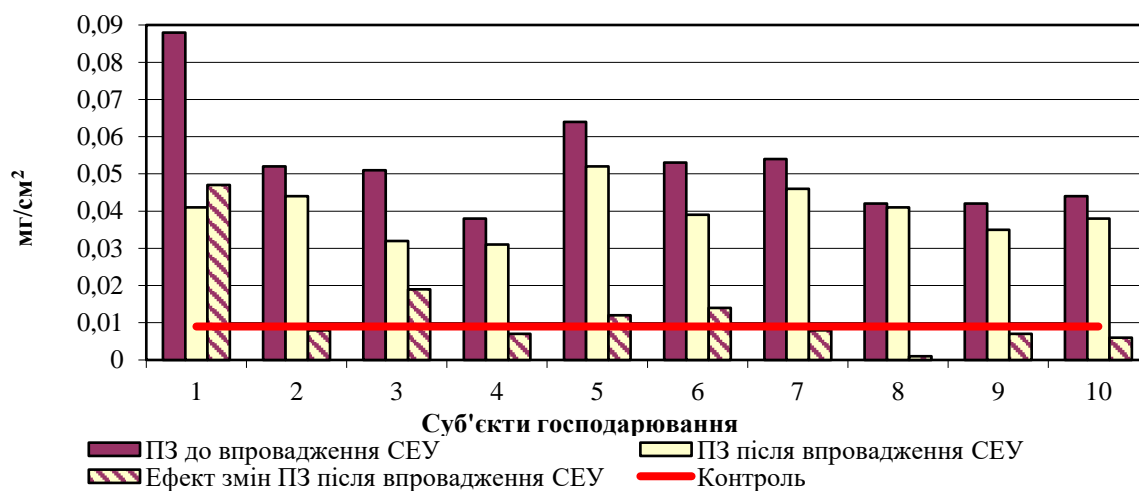


Рисунок 4.4. – Пилове забруднення листкових пластинок до та після впровадження СЕУ суб'єктами господарювання

Зауважимо, що після досягнення підприємством цільових показників направлених на зменшення викидів в атмосферне повітря твердих частинок на 3%, спостерігалось зменшення пилового забруднення листкових пластинок на 37% та збільшення їх площі на 5,19 см², що є ознакою покращення узагальнювального індикатора стану біосистем.

Найкращі показники зменшення пилового забруднення листкових пластинок, були відзначені в межах СЗЗ суб'єктів господарювання, вид економічної діяльності яких пов'язаний з будівельною сферою (Голосіївський район м. Києва) – 53%; хімічною (Шевченківський) – 37% та фармакологічною галуззю (Дарницький) – 31%. Такі результати пов'язані із зменшенням підприємствами викидів твердих частинок в атмосферне повітря від 3 до 21%, що позначилось на вегетативному розвитку *T. cordata* та призвело до збільшення площі листкових пластинок від 4,3 до 5,72 см².

Слід зазначити, що майже всі підприємства під час впровадження СЕУ ідентифікували суттєвим екологічним аспектом своєї діяльності вплив на стан атмосферного повітря викидів у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом та провели цілеспрямовані заходи на їх скорочення, що позначилось на покращенні розвитку вегетативних органів рослин. Зменшення викидів

речовин у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом навіть на 1%, призвело до зменшення пилового забруднення на 15-19%, а площа листових пластинок зросла на 3,44 см², що є ознакою підвищення рівня екологічної дієвості СЕУ досліджуваних СГ.

Не дивлячись на впровадження усіма суб'єктами господарювання системи екологічного управління, встановлено, що стан вегетативних органів деревних насаджень які знаходяться в межах їх СЗЗ порівняно із контролем, характеризується протіканням незворотних біохімічних та фізіологічних процесів у рослинах під час онтогенезу, які унеможлиблюють досягнення листовими пластинками *T. cordata* розмірів, які відзначено у зоні відсутності джерел забруднення.

На основі вище зазначеного, встановлено, що інформативними показниками, які дозволяють визначити реальний стан ефективності функціонування системи екологічного управління СГ та покращення її екологічних показників є встановлення різниці між викидами в атмосферне повітря речовин у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом та особливостями вегетативного розвитку, морфологічних й фізіологічних функцій організмів біоіндикаторів, які зростають в межах СЗЗ.

4.3.4. Дослідження стабільності розвитку рослинних організмів за рівнем флуктуаційної асиметрії

Для отримання даних для розрахунків екологічної дієвості СЕУ СГ проводили моніторинг із визначення проявів дестабілізації, які відбуваються під час онтогенезу за допомогою представників виду *Betula pendula* Roch., що дало змогу відобразити деформацію взаємодій між організмом та НС на наявність антропогенного тиску, зокрема в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ [446-452]. Отримана інформація щодо стабільності розвитку деревних насаджень (рівень флуктуаційної асиметрії) у поєднанні з розрахованою потужністю викидів ЗР в атмосферне повітря СГ до та після впровадження СЕУ дозволи визначити за реакцією біоіндикатора стан збереження природних компонентів довкілля в межах СЗЗ СГ.

Листкові пластинки *B. pendula* були відібрані після зупинки росту листя (червень-серпень). Кожна вибірка складалася зі 100 листових пластинок (по 10 листків з одного дерева), які були взяті з нижньої частини крони дерева, на рівні

піднятої руки, з максимальної кількості доступних гілок, рівномірно навколо дерева. При зборі листя враховували його розмір і функціональний стан. Контрольна ділянка – НПП «Голосіївський» (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Стабільність розвитку *V. pendula* за рівнем флуктуаційної асиметрії в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ

СГ*	Рівень ФА до СЕУ	Рівень ФА після СЕУ	Ефект змін рівня ФА після впровадже ння, %	Потужність викиду ЗР всього , т/рік до СЕУ	Потужність викиду ЗР всього, т/рік після СЕУ	Ефект зменшення потужності викидів ЗР після впровадження, %
1	0,047	0,045	13	542,8015267	483,093358763	11
2	0,046	0,043	7	234,6473608	230,6356	2
3	0,057	0,045	21	32,759519606	7,8622847054	24
4	0,049	0,044	10	305,0857657	253,221185531	17
5	0,044	0,043	2	198,803817	188,86362615	5
6	0,045	0,041	9	55,89746304	54,46576823	3
7	0,044	0,042	5	69,2406190038	66,21265	4
8	0,052	0,049	6	0,169842	0,154235	9
9	0,057	0,051	11	963,59154659	934,68380092	3
10	0,043	0,040	7	0,3674781007	0,3523450243	4
Контроль			0,036	НПП «Голосіївський»		

* - СГ вказано за номером даних табл. 4.1

Показник ФА відображує деформацію взаємодії між рослинними організмами та НС, а також виступає інструментом оцінювання рівня ЕБ досліджуваних суб'єктів господарювання та їх організаційних змін діяльності під час впровадження системи екологічного управління [167] (рис. 4.5.).

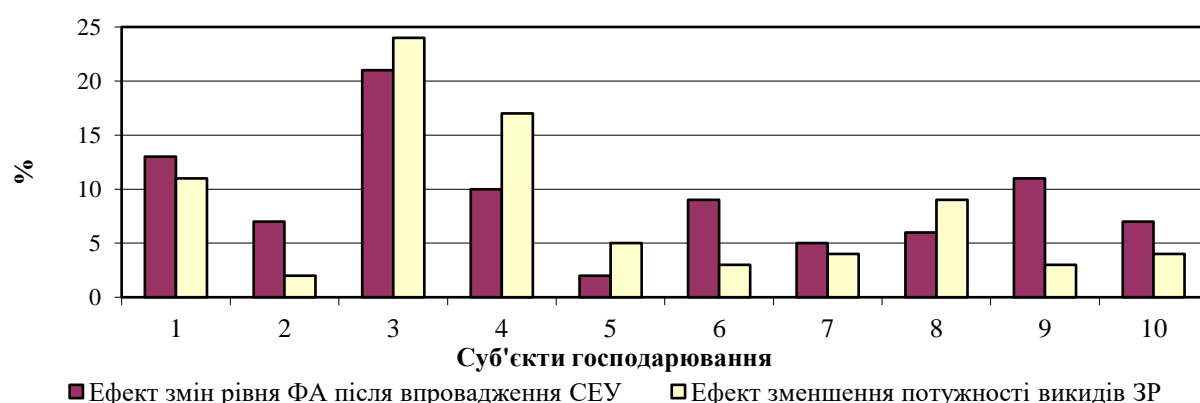


Рисунок 4.5. – Ефект змін стабільності розвитку деревних насаджень в межах СЗЗ СГ після впровадження СЕУ

В межах СЗЗ підприємств, сфера діяльності яких пов'язана із послугами надання в оренду майна (Шевченківський район), роздрібною торгівлею

пальним (Святошинський район) та комплексним обслуговуванням об'єктів (Солом'янський район) за показником ФА встановлено, що досліджувані території належать до IV-V рівнів небезпеки, які характеризують стан природних компонентів довкілля як критичний.

Отримані дані досліджень свідчать про порушення стабільності розвитку деревних насаджень внаслідок підвищеної концентрації цілого ряду ЗР, які потрапляють в атмосферне повітря в результаті діяльності СГ і дають змогу зробити висновки про наявність в межах СЗЗ СГ ділянок екологічного ризику.

Після впровадження СЕУ на досліджуваних підприємствах було здійснено ряд управлінських заходів направлених на коригування екологічних цілей та покращення технологій і обладнання, що привело до суттєвого зменшення викидів в атмосферне повітря ЗР, покращення стабільності розвитку рослинних організмів та поліпшування показника якості середовища до середнього рівня. Найкраще цілі екологічної політики СГ щодо скорочення викидів ЗР в атмосферне повітря досягнуті СГ будівельної сфери (Голосіївський район) та з виробництва парфумних засобів (Дарницький район), про що свідчать результати повторної інвентаризації потужності викидів після впровадження СЕУ та їх суттєве зменшення від 11 до 24%.

Таким чином, встановлено, що при поєднанні результатів біоіндикаційних досліджень за показником ФА з даними інвентаризації потужності викидів ЗР СГ до та після впровадження СЕУ, можна класифікувати прилеглі до виробництв території за ступенем антропогенних змін цілого комплексу факторів, які є суттєвими під час формування специфічних властивостей міського середовища.

4.4. Біотестування

Під час дослідження був проведений комплексний моніторинг стану довкілля в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ шляхом застосування методу біоіндикації при поєднанні з даними інвентаризації викидів ЗР в атмосферне повітря, а саме:

1. Основні викиди ЗР, що надходять в атмосферне повітря в результаті діяльності суб'єктів господарювання.

2. Фітотоксичний ефект ґрунтового покриву та атмосферних опадів на основі тест-реакції біологічного індикатора крес-салату (*Lepidium sativum* L.) для визначення токсичної дії металів, які нагромаджуються в природних компонентах довкілля внаслідок виробничих процесів СГ.

3. Тест-реакцію гідробіонта дафнії (*Daphnia magna* Straus.) на дію токсикантів, які містяться у поверхневих водних об'єктах місцевого значення.

4. Результати аналізу показника гідрохімічного складу ґрунтової витяжки (pH).

5. Результати аналізу показника гідрохімічного складу атмосферних опадів (pH).

6. Результати аналізу основних фізико-хімічних показників поверхневих вод у досліджуваному районі:

- показники гідрохімічного складу води (pH, $J_{заг.}$, Fe, Zn);
- вміст азотистих речовин у воді (нітрати (NO_3^-), нітрити (NO_2^-));
- органолептичні показники води.

4.4.1. Дослідження рівня фітотоксичного ефекту атмосферних опадів та ґрунтового покриву

Проби снігового покриву отримували враховуючи межу СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ. Фітотестування снігового покриву за допомогою тест-об'єкта *L. sativum* проводили протягом 10 днів. Після проведення досліджень для кожного з варіантів обчислювали середню довжину надземної частини (пагона) [169]. Для отримання достовірних даних про рівень забруднення атмосферного повітря проби снігу в межах СЗЗ СГ відбирали на майданчиках розміром 1 м². Контрольні зразки відбирали на території парку «Феофанія». Термін контакту снігового покриву з навколишнім середовищем від часу випадіння до збору проби складав у січні 10-12 днів.

Зразки ґрунту відбирали в межах СЗЗ СГ та проводили дослідження до та після впровадження СЕУ. Для контролю відбирали проби ґрунту з території парку «Феофанія». Отримані результати занесені до табл. 4.7. -4.8.

Для достовірності досліджень, щодо наявності/відсутності сполук металів у атмосферних опадах та ґрунтовому покриві визначали показник рН ґрунтової витяжки.

Таблиця 4.7 – Показники фітотоксичного ефекту атмосферних опадів (ростовий тест) (Частина 1)

СТ*	ФЕат до СЕУ, %	ФЕат після СЕУ, %	Ефект ФЕат, %	рН до СЕУ	рН після СЕУ	Свинець та його сполуки до СЕУ	Свинець та його сполуки після СЕУ	Руть та її сполуки до СЕУ	Руть та її сполуки після СЕУ	Кадмій та його сполуки до СЕУ	Кадмій та його сполуки після СЕУ	Заліза оксид (у перерахунку на залізо) до	Заліза оксид (у перерахунку на залізо)	Хром та його сполуки до СЕУ	Хром та його сполуки після СЕУ
1	48,7	11,1	77	5,12	5,25	-	-	0,000000662	0,000000572	-	-	-	-	-	-
2	74,31	56,4	24	7,09	6,59	2×10^{-8}	$1,98 \times 10^{-8}$	0,000001	0,000001	$3,6 \times 10^{-9}$	$3,4 \times 10^{-9}$	0,0006492	0,006265	$9,7 \times 10^{-9}$	$9,51 \times 10^{-9}$
3	56,81	15,51	73	7,24	6,74	0,00000000315	0,00000000297	-	-	-	-	0,0012	0,001	-	-
4	62,72	17,42	72	8,18	7,32	0,0004758	0,0004753	0,0000158	0,0000152	-	-	-	-	0,002696	0,002678
5	53,57	13,21	75	6,98	6,37	-	-	-	-	-	-	0,09269	0,08353	0,00035	0,00029
6	53,97	13,32	75	7,13	6,01	0,0000018	0,0000018	0,000000015	0,000000015	-	-	0,003834	0,003834	0,0000081	0,0000081
7	38,25	17,26	55	5,17	5,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	43,84	18,15	59	5,04	5,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	47,41	15,64	67	5,11	5,18	-	-	0,00000159	0,00000157	-	-	-	-	-	-
10	36,71	21,15	42	5,24	5,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
КР	84,3			5,6											

Таблиця 4.7 – Показники фітотоксичного ефекту атмосферних опадів (ростовий тест) (Частина 2)

СТ*	ФЕат до СЕУ, %	ФЕат після СЕУ, %	Ефект ФЕат, %	рН до СЕУ	рН після СЕУ	Цинк та його сполуки до СЕУ	Цинк та його сполуки після СЕУ	Манган та його сполуки до СЕУ	Манган та його сполуки після СЕУ	Мідь та її сполуки до СЕУ	Мідь та її сполуки після СЕУ	Нікель та його сполуки до СЕУ	Нікель та його сполуки після СЕУ	Титан та його сполуки до СЕУ	Титан та його сполуки після СЕУ
1	48,7	11,1	77	5,12	5,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	74,31	56,4	24	7,09	6,59	-	-	0,0000708	0,0000701	$8,9 \times 10^{-9}$	$8,64 \times 10^{-9}$	$1,2 \times 10^{-8}$	$1,1 \times 10^{-8}$	-	-
3	56,81	15,51	73	7,24	6,74	-	-	0,000326	0,000212	-	-	-	-	0,000098	0,000098
4	62,72	17,42	72	8,18	7,32	0,00119	0,00116	-	-	0,000872	0,000864	0,000793	0,000789	-	-
5	53,57	13,21	75	6,98	6,37	-	-	0,004129	0,003053	-	-	-	-	-	-

Таблиця 4.8 – Показники фітотоксичного ефекту ґрунтів (ростовий тест) (Частина 2)

СГ*	ФЕг до СЕУ	ФЕг після СЕУ	Ефект ФЕг	рН до СЕУ	рН після СЕУ	Цинк та його сполуки до СЕУ	Цинк та його сполуки після СЕУ	Манган та його сполуки до СЕУ	Манган та його сполуки після СЕУ	Мідь та її сполуки до СЕУ	Мідь та її сполуки після СЕУ	Нікель та його сполуки до СЕУ	Нікель та його сполуки після СЕУ	Титан та його сполуки до СЕУ	Титан та його сполуки після СЕУ
1	58,4	33,77	42	5,03	5,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	71,68	59,11	18	7,15	7,09	-	-	0,0000708	0,0000701	$8,9 \times 10^{-9}$	$8,64 \times 10^{-9}$	$1,2 \times 10^{-8}$	$1,1 \times 10^{-8}$	-	-
3	62,57	46,47	26	7,43	7,06	-	-	0,000326	0,000212	-	-	-	-	0,000098	0,000098
4	65,54	43,73	33	8,25	7,20	0,00119	0,00116	-	-	0,000872	0,000864	0,000793	0,000789	-	-
5	58,93	22,53	62	7,06	6,85	-	-	0,004129	0,003053	--	-	-	-	-	-
6	60,79	47,13	22	7,24	6,91	0,0000036	0,0000035	-	--	0,0000026	0,0000026	0,0000023	0,0000023	-	-
7	53,51	31,06	42	4,76	5,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	56,27	44,26	21	4,74	5,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	57,47	34,03	41	4,48	4,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	50,32	41,5	18	5,01	5,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
КР	81,2			4,29											

* - СГ вказано за номером даних табл. 4.1

Відзначаємо, що необхідність у визначенні величини рН снігу обумовлена наявністю в атмосфері не тільки твердих частинок, але і газоподібних сполук азоту, сірки та вуглецю, які після танення снігу перейдуть в ґрунтове середовище. Чисті атмосферні опади мають рН=5,6, що свідчить про наявність в повітрі CO₂, який їх підкислює. Якщо в повітрі багато оксидів азоту, сірчистого газу, діоксиду сірки та інших кислотних основ, то сніг буде мати величину рН<5,6, якщо рН>5,6, тоді є вірогідність забруднення снігового покриву оксидами металів [171, 452, 453].

Рівень рН>6,7 проб ґрунтового покриву (водна витяжка) вважається лужним [33] і свідчить про техногенний вплив діяльності СГ та кумулятивний ефект, який пов'язаний із постійним надходженням різноманітних сполук у ґрунт із атмосферними опадами. Такі процеси спричиняють порушення складу, підлугування ґрунтового покриву та негативно впливають на розвиток кореневої системи рослинних організмів та відповідно й порушень розвитку вегетативних та генеративних органів.

Зміна реакції рН ґрунтового комплексу від слабокислої в бік лужної приводить до зниження міграційної здатності більшості елементів та сприяє максимальній депонації техногенного забруднення. Показники рН ґрунту в межах 4,7–5,7 є оптимальними для росту рослинних організмів.

За результатами аналізування проб атмосферних опадів та ґрунтів встановлено, що в межах СЗЗ СГ, які здійснюють діяльність у харчовій (Оболонський район), фармакологічній (Дарницький район), транспортній (Деснянський район) та хімічній (Шевченківський район) сферах спостерігається високий рівень викидів побічних продуктів діяльності, зокрема металів та їх сполук, що обумовлює лужну реакцію рН. На відміну від СГ, у викидах яких переважають сполуки сірки, азоту та вуглецю, що приводить до закислення як атмосферних опадів так і ґрунтового покриву.

Фітотоксичний ефект атмосферних опадів виявив, що при зменшенні викидів сполук металів СГ від 1,3 до 35,0%, відбувається покращення ростових процесів тест-об'єктів на 24-77%, що свідчить про зменшення токсичного впливу ЗР на процеси онтогенезу рослинних організмів, покращення стану природних компонентів довкілля та доводить необхідність упровадження СЕУ СГ для

постійного контролю та поліпшування діяльності направленої на збереження та відновлення стану природних компонентів довкілля (рис. 4.6).

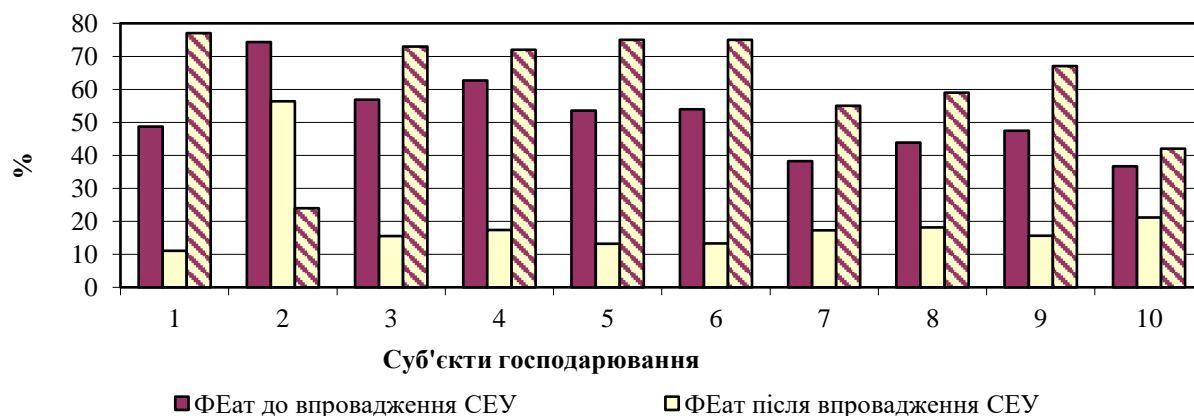


Рисунок 4.6 – Фітотоксичний ефект атмосферних опадів до та після впровадження СЕУ

Слід зауважити, що проведення організаційних змін діяльності СГ, що займаються роздрібною торгівлею паливом (Святошинський район) та будівництвом автотрас та магістралей (Голосіївський район) привело до зменшення частки викидів сполук оксидів азоту, сірки та хлору, які є побічними продуктами їх діяльності та позначилось на зменшенні фітотоксичного ефекту атмосферних опадів.

Зменшення викидів цих сполук також змістило дані по показнику рН в бік нейтрального середовища, зменшуючи закислення атмосферних опадів, що оптимізувало життєздатність рослинних організмів під час проходження всіх стадій онтогенезу.

Таким чином, до впровадження СЕУ рівень токсичності атмосферних опадів у межах СЗЗ більшості СГ характеризувався як високий та вище середнього. Після проведених організаційних змін діяльності СГ, пов'язаних із впровадженням СЕУ виявлено не лише зменшення викидів ЗР в атмосферне повітря, але й направлену діяльність у всіх підсистемах системи «СГ», що привело до покращення показників ефективного управління та екологічної результативності СЕУ. Ці два показника є рушійною силою для постійного поліпшування та досягнення екологічної дієвості СЕУ, яка характеризує рівень

збереження та відновлення природних компонентів довкілля і є інформативним індикатором для визначення типу СЕУ за ефективністю функціонування.

В усіх дослідях проведених на пробах ґрунту відібраного в межах СЗЗ СГ спостерігаємо зниження рівня пригнічення ростових процесів тест-об'єктів після впровадження СЕУ порівняно із показниками, які були відзначені до організаційних змін діяльності СГ та знаходились у межах 50-70%, що відповідало високому та вище середнього рівню токсичності ґрунтів (рис. 4.7).

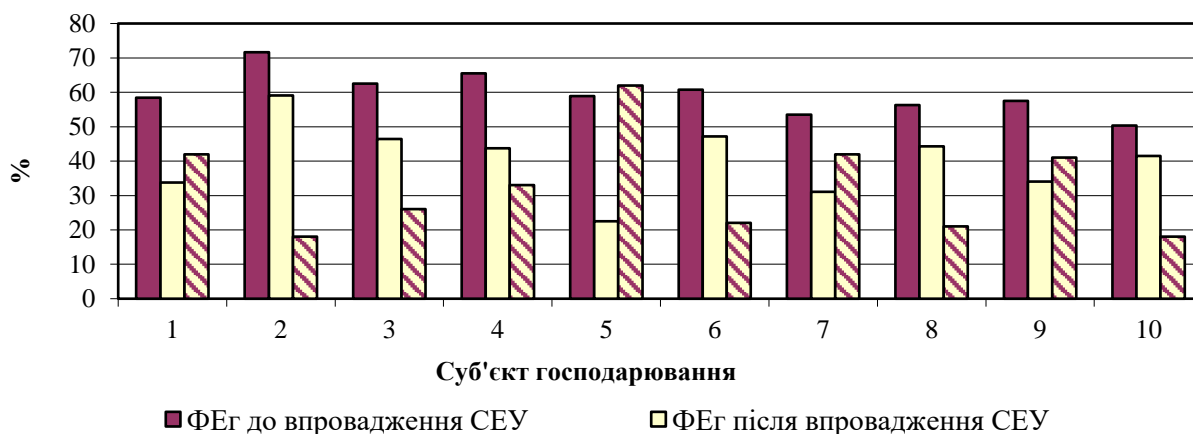


Рисунок 4.7. – Фітотоксичний ефект ґрунту в межах СЗЗ СГ до та після впровадження СЕУ

Порівнюючи рівень токсичності атмосферних опадів та ґрунту, спостерігаємо, що рівень пригнічення ростових процесів *L. sativum* у ґрунті є вищим, що пов'язано із його кумулятивною здатністю до накопичення токсичних сполук. Встановлено, що один з найкращих ефектів у зменшенні токсичності ґрунту досягнуто СГ Печерського району з надання ресторанних послуг (42%) та Голосіївського району – будівництво доріг та автострад (42%). Такі результати є закономірними, адже досліджувані СГ не є постачальниками сполук металів в атмосферне повітря, а рівень рН ґрунтів в межах їх СЗЗ найбільш наближений до оптимального рівня. Найкращий результат щодо зменшення викидів ЗР в атмосферне повітря зафіксовано на СГ, що здійснює діяльність у сфері з виробництва інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації Дніпровського району. Не дивлячись на те, що спектр викидів сполук металів в атмосферне повітря СГ є досить різноманітним – залізо, ртуть, хром, манган, все ж, завдяки впровадженню СЕУ було скорочено викиди

цих сполук, що привело до зменшення рівня токсичності атмосферних опадів на 77%, а від так і до зменшення рівня токсичності ґрунтів на 62%.

Встановлено, що рівень токсичності ґрунту, внаслідок його кумулятивного ефекту залежить від рівня токсичності атмосферних опадів. Виявлено, що при зменшенні кількості викидів сполук металів та інших супроводжуючих речовин відбуваються зміни та врегульовується показник рН атмосферних опадів та ґрунту. Відзначено, що максимальне зменшення викидів сполук металів досліджуваних СГ на 35%, призводить до зменшення рівня токсичності атмосферних опадів на 73%, а ґрунтів на 62%. Для досягнення таких змін у покращенні стану природних компонентів довкілля, керівництво суб'єктів господарювання повинно проводити організаційні зміни у діяльності направлені на підвищення рівня ЕБ, що дасть змогу зменшити рівень токсичності атмосферних опадів від 24-77% та ґрунтів від 18-62%. Такі направлені дії є одним із показників високого рівня контролю за екологічною діяльністю СЕУ, ознакою підвищення рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання та ефективного функціонування СЕУ.

4.4.2. Оцінка ступеня токсичності поверхневих вод

Для визначення токсичності водойм, які знаходяться на однаковій відстані від СГ та потребують постійного контролю за якістю води, а також для застосування заходів щодо зменшення впливу техногенної діяльності на площі водозбору було використано метод біотестування, який дозволив визначити хімічне забруднення водойм за тест-функцією живих організмів на наявність токсикантів у воді. На основі результатів біологічних тестів був розрахований експресний показник якості питної води – ступінь токсичності [360, 361].

Для біотестування природних та штучних водойм повільного водообміну, зокрема п'яти озер м. Києва було обрано *Daphnia magna Straus*. представника ряду *Cladocera*, яка є традиційним стандартизованим тест-об'єктом і має високий ступінь чутливості до забруднення води [256, 283, 285-287, 340].

Програма експерименту полягала у визначенні кількості активних та іммобілізованих *D. magna* через 3, 6, 12, 24 та 48 годин досліду. Проби води відбирали до та після впровадження СЕУ у кількості 1 дм³ на одну групу щоденно. Експерименти проводили за такою схемою:

- контрольна група (К): проби дехлорованої (24 год.) питної води;
- дослідна група (Д1): озеро Вирлиця – Виробництво парфумних і косметичних засобів (Дарницький район) – 1,3 км;
- дослідна група (Д2): озеро Кирилівське – Виробництво м'яса (Оболонський район) – 1,2 км;
- дослідна група (Д3): озеро Тельбін – Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації (Дніпровський район) – 1,4 км;
- дослідна група (Д4): озеро Святошинське – Роздрібна торгівля пальним (Святошинський район) 1 км;
- дослідна група (Д5): озеро Алмазне – Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (Деснянський район) 1,1 км.

За показниками (табл. 4.9) гідрохімічного складу води, рН більшості озер знаходиться у межах норми (6,5-8,5), окрім озера Вирлиця, у пробах води з якого $pH > 9$, що свідчить про наявність великої кількості сполук токсичних металів у воді, які зміщують показник рН в бік лужного середовища.

Жорсткість води залежить від наявності в ній, головним чином, лужноземельних металів кальцію і магнію та їх солей Підвищення жорсткості води спостерігали у пробах води з озера Вирлиця, що пов'язано з підвищенням концентрації кальцію та магнію у цій воді, відповідно на 17,46% та у 2,31 рази у порівнянні з встановленим ГДК.

Вміст заліза як одного з важливих біогенних елементів, у воді майже всіх озер м. Києва, знаходиться в межі допустимих концентрацій. Підвищення концентрації заліза в озерах Вирлиця та Кирилівське свідчить про пригнічення процесів інтенсивності розвитку фітопланктону й водної рослинності, зменшення продуктивності фотосинтезу та якісного складу мікрофлори у досліджуваних водоймах.

Дані щодо концентрації цинку у досліджуваних пробах води порівнювали з ГДК Zn^{2+} , відповідно до лімітуючого показника шкідливості органолептичний (1 мг/дм³) та з ЛОШ – токсикологічною, що застосовується для водойм, які використовуються у рибогосподарських цілях (0,01 мг/дм³). Виявлено, що всі досліджувані проби відповідають встановленим вимогам.

Таблиця 4.9 – Гідрохімічний склад та біотестування ступеня токсичності води озер м. Києва за допомогою *D. magna*

Дослід	pH до СЕУ	pH після СЕУ	ГДК	Жзаг. до СЕУ	Жзаг. після СЕУ	ГДК, Жзаг., моль/л	Fe до СЕУ	Fe після СЕУ	ГДК Fe, мг/л	Zn до СЕУ	Zn після СЕУ	ГДК Zn, мг/дм ³	NO ²⁻ до СЕУ	NO ²⁻ після СЕУ	ГДК, NO ²⁻ мг/л	NO ³⁻ до СЕУ	NO ³⁻ після СЕУ	ГДК, NO ³⁻ мг/л	СТВ до СЕУ, %	СТВ після СЕУ, %
Д1	9,22	9,1	6,50-8,50	6,8	6,5	2,00-6,00	0,12	0,12	0,10	0,00 3	0,00 3	0,01	0,09	0,06	До 0,05	2,1	1,01	До 2	75	72
Д2	8,81	8,5		4,7	4,7		0,13	0,13		0,00 3	0,00 3		0,08	0,05		0,08	0,07		69	58
Д3	8,25	8,2		4,7	4,8		0,10	0,10		0,00 4	0,00 4		0,06	0,06		0,08	0,09		75	69
Д4	8,33	8,0		5,7	5,5		0,10	0,10		0,00 4	0,00 4		0,05	0,05		2,0	1,08		56	51
Д5	8,28	7,8		5,3	5,3		0,09	0,09		0,00 3	0,00 3		0,08	0,07		0,09	0,08		31	28
Контроль			7,4			5,0			0,10			0,003			0,05			0,08		

Наявність нітритів у воді озер зумовлена окисненням азоту під впливом нітрифікуючих організмів, відновленням нітратного азоту за анаеробних умов або може бути ознакою вмісту значної кількості органічних речовин. Нітрати є кінцевим продуктом мінералізації органічних азотовмісних речовин. Визначено, що вміст нітритів у воді озер, окрім контролю та озера Святошинське, перевищує допустимі значення у всіх дослідках, що свідчить про зростання процесів розкладу органічних речовин в умовах повільного окиснення NO_2 та NO_3 та позначається на якості досліджуваних водойм м. Києва. Проте, після впровадження СЕУ у всіх пробах води озер відзначено зниження вмісту нітритів і наближення їх значень до ГДК. Перевищення вмісту нітратів у досліджуваних об'єктах після впровадження суб'єктами господарювання СЕУ не виявлено, що можливо, пов'язано із суттєвим зменшенням надходження органічних забруднень у водойми.

За результатами дослідження визначено медіанну летальну концентрацію та ступінь токсичності води всіх досліджуваних об'єктів м. Києва. За тест-реакцією дафній визначили, що у пробах води відібраної з поверхневих водойм м. Києва 50% загиблих особин спостерігалось вже через 24 години експерименту у групах Д1, Д2, Д3, Д4, що дає змогу припустити, – вода озер Вирлиця, Кирилівське, Святошинське та Тельбін є помірнотоксичною. Найбільшу кількість особин, які вижили спостерігали у контролі та пробі Д5 (озеро Алмазне), найменшу кількість активних особин відзначено у дослідних групах Д1 (озеро Вирлиця), Д2 (озеро Кирилівське) та Д3 (озеро Тельбін).

За результатами дослідження встановлено, що ступінь токсичності водних об'єктів до та після впровадження СЕУ майже не змінилась. Хоча водні об'єкти і знаходились майже на однаковій відстані від СГ, які впроваджували СЕУ, потужність викидів, які поступають в атмосферне повітря в результаті діяльності досліджуваних СГ не може бути відслідкованою через невизначеність рози вітрів та наявність поблизу водойм інших СГ, які здійснюють скиди у водойми та викиди в атмосферне повітря ЗР. Зазначаємо, що методика визначення ступеня токсичності води за допомогою *D. magna* є ефективною і буде набагато інформативнішою при аналізуванні безпосереднього впливу скидів у водойми в результаті діяльності СГ до та після впровадження СЕУ.

Висновки до розділу 4

1. В розділі приведені відомості про об'єкти, мету та програму експериментів.

2. Встановлено, що застосування методів біоіндикації та біотестування під час комплексного моніторингу систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання є інформативною ознакою, що дає змогу не лише з'ясувати ступінь покращення природних компонентів довкілля після впровадження СЕУ, але й на основі отриманих даних розрахувати екологічну дієвість СЕУ, яка входить до складу комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ СГ.

3. Експериментально підтверджено, що стан некротичних ушкоджень тканин вегетативних органів чутливого індикатора *T. cordata* є інформативним показником здійсненої діяльності СГ у напрямку скорочення викидів ЗР в атмосферне повітря. Встановлено, що зменшення викидів в атмосферне повітря СГ від 2 до 10% позначається на стані ґрунтового покриву та підземних вод, які є основними природними компонентами довкілля та покращує якість протікання процесів розвитку та життєздатності *T. cordata* від 12 до 37%.

4. Експериментально доведено залежність між некротичними пошкодженнями й хлорозами хвої *P. sylvestris* та зменшенням потужності викидів сполук із вмістом азоту, сірки та хлору, фреонів в атмосферне повітря суб'єктами господарювання. Встановлено, що зменшення СГ викидів хлористого водню, сполук сірки та азоту на 18% після проведених організаційних змін діяльності, позначається покращенням стану природних компонентів довкілля, що доведено на реакції-відповіді *P. sylvestris* зменшенням некрозів та хлорозів від 6 та 25% відповідно.

5. Експериментально доведено залежність між пиловим забрудненням листових пластинок і станом їх розвитку у біоіндикатора *T. cordata*, та викидами речовин у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом до та після впровадження СЕУ в межах СЗЗ досліджуваних СГ. Встановлено, що в результаті організаційних змін діяльності СГ відбулось скорочення викидів твердих частинок в атмосферне повітря від 3 до 21%, що позначилось на

вегетативному розвитку *T. cordata* збільшенням площі листкових пластинок від 4,3 до 5,72 см² та зменшенням їх пилового забруднення від 31 до 53%.

6. Експериментально визначено, що скорочення потужності викидів ЗР суб'єктами господарювання в результаті впровадження СЕУ від 11 до 24% приводить до поліпшення значень показника флуктуаційної асиметрії з критичного до середнього рівня, внаслідок зменшення проявів дестабілізації *B. pendula*, які відбуваються під час онтогенезу та в результаті деформації взаємодії між організмом та НС внаслідок техногенного тиску.

7. Експериментально доведено, що рівень токсичності ґрунту, залежить від рівня токсичності атмосферних опадів внаслідок його кумулятивного ефекту. Встановлено, що зменшення викидів сполук металів внаслідок виконання цілей і задач екологічної програми СЕУ досліджуваних суб'єктів господарювання на 35%, приводить до зменшення рівня токсичності атмосферних опадів на 73%, а ґрунтів на 62% та внаслідок зміщення їх показника рН в бік нейтрального середовища, до оптимізації життєздатності чутливого індикатора *L. sativum* на всіх стадіях онтогенезу.

8. Експериментально підтверджено, що тест-об'єкт *D. magna* має високий ступінь чутливості до забруднення природних та штучних водойм повільного водообміну. Визначено, що ступінь токсичності водойм м. Києва, які знаходяться на рівновіддаленій відстані від досліджуваних суб'єктів господарювання, зокрема вода озер Вирлиця, Кирилівське, Святошинське та Тельбін характеризується як помірно токсична.

Основні результати, отримані при вирішенні поставлених у розділі 4 завдань, опубліковані в роботах [167, 169, 171, 226, 345, 351, 352, 360, 361, 446-452, 453].

РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА КОНТРОЛЮ ЕКОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ

5.1. Визначення показників комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання

За структурою та описом метод контролю екологічної діяльності СЕУ формуємо як систему групових показників, узагальнювальних індикаторів та одиничних чинників, що входять до складу комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання.

Комплексний аналіз показників до та після впровадження СЕУ, або проведення аудиту, здійснюється з врахуванням динаміки зміни даних (абсолютного відхилення) та напрямку цільової функції забезпечення контролю екологічної діяльності СЕУ СГ. Це дозволить оцінити позитивні сторони та негативний вплив діяльності суб'єктів господарювання на стан природних компонентів довкілля та їх ступінь збереження та/або відновлення.

Темпи зростання компонентів системи вимагають їх нормування або масштабування для проведення комплексного оцінювання:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Якщо } F_i \rightarrow \min, \text{ то } \Delta = X_n - X_k \\ \text{Якщо } F_i \rightarrow \max, \text{ то } \Delta = X_k - X_n \end{array} \right\} \quad (5.1)$$

де F_i – цільова функція забезпечення контролю екологічної діяльності СЕУ СГ i -го показника системи;

X_n – значення отримане до впровадження СЕУ (початкове значення);

X_k – значення отримане після впровадження СЕУ (кінцеве значення).

Нормування даних дослідження виконується відповідно до максимального та мінімального значень даних вибірки за кожним показником окремо. Відмінністю даного методу від загальноживаного є наявність нульового рівня, а загальні межі отриманого критерію знаходяться в діапазоні $[0; 1]$. За нульовий або нейтральний рівень обирають такий стан системи, коли зміни за дослідний

період не відбуваються. Це дозволило провести масштабування значень за наступним правилом:

$$\Delta_i = \left\{ \begin{array}{ll} 0,5 + \frac{0,5 * X_i}{\max_i (|\min_i|, |\max_i|)}, & \text{якщо } \Delta > 0 \\ 0,5 & \text{якщо } \Delta = 0 \\ 0,5 - \frac{0,5 * X_i}{\max_i (|\min_i|, |\max_i|)}, & \text{якщо } \Delta < 0 \end{array} \right. \quad (5.2)$$

де Δ_i – динаміка зміни i -го показника;

$\max_i(|\min_i|, |\max_i|)$ – максимальний рівень між абсолютними значеннями максимального та мінімального темпів зростання/спадання i -го показника.

Таким, чином це дозволило визначити рівні стану системи за комплексним критерієм контролю екологічної діяльності СЕУ, що представлено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Рівні стану системи

Рівень стану системи	Значення показника
Негативний	[0; 0,4)
Нульовий (нейтральний)	[0,4; 0,7]
Позитивний	(0,7; 1,0]

Комплексна оцінка групових показників для визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності визначається за формулою:

$$I_i = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{n} \quad (5.3)$$

де I_i – груповий показник окремих компонентів системи;

n – загальна кількість чинників, що входять до групового показника.

Проаналізуємо складові групових показників, які складаються із об'єднуючих показників та окремих одиничних чинників компонентів системи. Перша група показників дозволяє контролювати екологічну результативність СЕУ. Об'єднуючі показники та одиничні чинники, що увійшли до цієї групи представлено в табл. 5.2.

Визначення групового критерію екологічної результативності СЕУ базується на усередненні значень темпів зміни окремих груп, що входять до складу даного показника.

Таблиця 5.2 – Об’єднуючі показники та окремі одиничні чинники екологічної результативності СЕУ (ЕА)

№ п/п	Предметна сфера (об’єднуючі показники)	Одиничні чинники	Цільова функція та розрахунок абсолютного відхилення	Умовне позначення
1	Сировина - $EA(R)$	Склад сировини, включаючи наявність шкідливих речовин, %	$EA(R)_1 \rightarrow \min$ $\Delta = R_1^p - R_1^a$	R_1^p - відсоток шкідливих речовин у сировині до впровадження СЕУ R_1^a - відсоток шкідливих речовин у сировині після впровадження СЕУ
		Токсичні речовини в технологічних процесах, %	$EA(R)_2 \rightarrow \min$ $\Delta = R_2^p - R_2^a$	R_2^p - відсоток токсичних речовин в технологічних процесах до впровадження СЕУ R_2^a - відсоток токсичних речовин в технологічних процесах після впровадження СЕУ
		Матеріали, які використовуються повторно, %	$EA(R)_3 \rightarrow \max$ $\Delta = R_3^a - R_3^p$	R_3^p - відсоток матеріалів, які використовуються повторно до впровадження СЕУ R_3^a - відсоток матеріалів, які використовуються повторно після впровадження СЕУ
		Впроваджена СЕУ у постачальників сировини, %	$EA(R)_4 \rightarrow \max$ $\Delta = R_4^a - R_4^p$	R_4^p - відсоток впровадженої СЕУ у постачальників сировини до впровадження СЕУ на підприємстві R_4^a - відсоток впровадженої СЕУ у постачальників сировини після впровадження СЕУ на підприємстві
2	Продукція - $EA(P)$	Технології утилізації упаковки/продукції	$EA(P)_1 \rightarrow \max$ $\Delta = P_1^a - P_1^p$	P_1^p - Кількість до впровадження СЕУ P_1^a - Кількість після впровадження СЕУ
		Вода, яка використовується на одиницю продукції, м ³	$EA(P)_2 \rightarrow \min$ $\Delta = P_2^p - P_2^a$	P_2^p - Кількість води, як використовується на одиницю продукції до впровадження СЕУ (м ³) P_2^a - Кількість води, як використовується на одиницю продукції після впровадження СЕУ (м ³)
		Електроенергія, яка використовується на одиницю продукції, кВт	$EA(P)_3 \rightarrow \min$ $\Delta = P_3^p - P_3^a$	P_3^p - Кількість електроенергії, яка використовується на одиницю продукції (кВт) до впровадження СЕУ P_3^a - Кількість електроенергії, яка використовується на одиницю продукції (кВт) після впровадження СЕУ

№ п/п	Предметна сфера (об'єднуючі показники)	Одиничні чинники	Цільова функція та розрахунок абсолютного відхилення	Умовне позначення
		Продукція, яка після закінчення терміну служби може бути використана чи відновлена, %	$EA(P)_4 \rightarrow \max$ $\Delta = P_4^a - P_4^p$	P_4^p - Відсоток продукції, яка після закінчення терміну служби може бути використана чи відновлена до впровадження СЕУ P_4^a - Відсоток продукції, яка після закінчення терміну служби може бути використана чи відновлена після впровадження СЕУ
3	Постачання - $EA(S)$	Вантажні перевезення транспортними засобами	$EA(S)_1 \rightarrow \min$ $\Delta = S_1^p - S_1^a$	S_1^p - Кількість вантажних / пасажирських перевезень транспортними засобами в день до впровадження СЕУ S_1^a - Кількість вантажних / пасажирських перевезень транспортними засобами в день після впровадження СЕУ
Витрати палива транспортним парком, т		$EA(S)_2 \rightarrow \min$ $\Delta = S_2^p - S_2^a$	S_2^p - Кількість (т) витрат палива транспортним парком в день до впровадження СЕУ S_2^a - Кількість (т) витрат палива транспортним парком в день після впровадження СЕУ	
Транспортні засоби обладнані технологічними пристроями для зниження шкідливих викидів		$EA(S)_3 \rightarrow \max$ $\Delta = S_3^a - S_3^p$	S_3^p - Кількість транспортних засобів обладнаних технологічними пристроями для зниження шкідливих викидів S_3^a - Кількість транспортних засобів обладнаних технологічними пристроями для зниження шкідливих викидів	
4	Технології і обладнання - $EA(TE)$	Впровадження нових технологій	$EA(TE)_1 \rightarrow \max$ $\Delta = TE_1^a - TE_1^p$	TE_1^p - Кількість нових технологій до впровадження СЕУ TE_1^a - Кількість нових технологій після впровадження СЕУ
Застосування нового, більш еколого-економічного обладнання, %		$EA(TE)_2 \rightarrow \max$ $\Delta = TE_2^a - TE_2^p$	TE_2^p - Відсоток нового, більш еколого-економічного обладнання до впровадження СЕУ TE_2^a - Відсоток нового, більш еколого-економічного обладнання після впровадження СЕУ	

Даний метод є уніфікованим оскільки дозволяє корегувати склад окремих чинників, що формують об'єднуючі показники і розраховується наступним чином:

$$EA = \frac{\sum_{i_1=1}^{n_1} EA(R)_{i_1} + \sum_{i_2=1}^{n_2} EA(P)_{i_2} + \sum_{i_3=1}^{n_3} EA(S)_{i_3} + \sum_{i_4=1}^{n_4} EA(TE)_{i_4}}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4} \quad (5.4)$$

де EA – груповий показник екологічної результативності;

n_1, n_2, n_3 , та n_4 – загальна кількість чинників, що формують кожен групу ($n_1=4, n_2=4, n_3=3$ та $n_4=2$).

Проведемо аналіз чинників наступного групового показника для визначення контролю екологічної діяльності СЕУ СГ – групового показника ефективності управління СЕУ (EM), який представляє собою сукупність чинників, що характеризують діяльність СГ з точки зору безпеки виробничих процесів та мотиваційний підхід до працівників СГ [366, 406, 424].

Моніторингові дослідження впливу діяльності СГ на довкілля дозволили сформулювати об'єднуючі показники ефективності управління СЕУ, які представлені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Об'єднуючі показники та окремі одиничні чинники ефективності управління (EM)

№ п/п	Предметна сфера (об'єднуючі показники)	Одиничні чинники	Цільова функція та розрахунок абсолютного відхилення	Умовне позначення
1	Виробництво – $EM(A)$	Аварії на виробництві	$EM(A)_1 \rightarrow \min$ $\Delta = A_1^p - A_1^a$	A_1^p - Кількість аварій на виробництві до впровадження СЕУ A_1^a - Кількість аварій на виробництві після впровадження СЕУ
		Нещасні випадки на виробництві	$EM(A)_2 \rightarrow \min$ $\Delta = A_2^p - A_2^a$	A_2^p - Кількість нещасних випадків на виробництві до впровадження СЕУ A_2^a - Кількість нещасних випадків на виробництві після впровадження СЕУ
		Тренування для забезпечення готовності до аварійних ситуацій	$EM(A)_3 \rightarrow \max$ $\Delta = A_3^a - A_3^p$	A_3^p - Кількість тренувань для забезпечення готовності до аварійних ситуацій до впровадження СЕУ

№ п/п	Предметна сфера (об'єднуючі показники)	Одиничні чинники	Цільова функція та розрахунок абсолютного відхилення	Умовне позначення
				A_3^a - Кількість тренувань для забезпечення готовності до аварійних ситуацій після впровадження СЕУ
2	Фінанси – $EM(F)$	Наявність штрафних санкцій за порушення екологічних нормативів	$EM(F)_1 \rightarrow \min$ $\Delta = F_1^p - F_1^a$	F_1^p - Штрафи за порушення екологічних нормативів до впровадження СЕУ F_1^a - Штрафи за порушення екологічних нормативів після впровадження СЕУ
		Мотивація персоналу (премії), грн..	$EM(F)_2 \rightarrow \max$ $\Delta = F_2^a - F_2^p$	F_2^p - Виділено коштів на мотивацію персоналу (грн.) до впровадження СЕУ F_2^a - Виділено коштів на мотивацію персоналу (грн.) після впровадження СЕУ
		Суттєві екологічні аспекти, грн..	$EM(F)_3 \rightarrow \max$ $\Delta = F_3^a - F_3^p$	F_3^p - Витрати (капітальні або поточні), що пов'язані з суттєвими екологічними аспектами (грн.) до впровадження СЕУ F_3^a - Витрати (капітальні або поточні), що пов'язані з суттєвими екологічними аспектами (грн.) після впровадження СЕУ
		Економія досягнута в результаті впровадження СЕУ, грн.	$EM(F)_4 \rightarrow \min$ $\Delta = F_4^p - F_4^a$	F_4^p - Витрати на ресурси, послуги, платежі та ін. до впровадження СЕУ (грн.) F_4^a - Витрати на ресурси, послуги, платежі та ін. після впровадження СЕУ (грн.)
		Обладнання підприємства, грн.	$EM(F)_5 \rightarrow \max$ $\Delta = F_5^a - F_5^p$	F_5^p - Витрати на нове обладнання до впровадження СЕУ (грн.) F_5^a - Витрати на нове обладнання після впровадження СЕУ (грн.)
		Природоохоронні заходи, грн.	$EM(F)_6 \rightarrow \max$ $\Delta = F_6^a - F_6^p$	F_6^p - Витрати на природоохоронні заходи до впровадження СЕУ (грн.) F_6^a - Витрати на природоохоронні заходи до впровадження СЕУ (грн.)
		Навчання та підвищення кваліфікації працівників, грн.	$EM(F)_7 \rightarrow \max$ $\Delta = F_7^a - F_7^p$	F_7^p - Витрати на навчання та підвищення кваліфікації працівників до впровадження СЕУ (грн.) F_7^a - Витрати на навчання та підвищення кваліфікації працівників після впровадження СЕУ (грн.)
		Витрати на екологічні проекти та наукові дослідження, грн.	$EM(F)_8 \rightarrow \max$ $\Delta = F_8^a - F_8^p$	F_8^p - Витрати на екологічні проекти та наукові дослідження до впровадження СЕУ (грн.) F_8^a - Витрати на екологічні проекти та наукові дослідження після впровадження СЕУ (грн.)

№ п/п	Предметна сфера (об'єднуючі показники)	Одиничні чинники	Цільова функція та розрахунок абсолютного відхилення	Умовне позначення
3	Документація та функціонування СЕУ – $EM(D)$	Екологічні цільові і планові показники	$EM(D)_1 \rightarrow \max$ $\Delta = D_1^a - D_1^p$	D_1^p - Кількість підрозділів підприємства, що виконали екологічні цільові і планові показники до впровадження СЕУ D_1^a - Кількість підрозділів підприємства, що виконали екологічні цільові і планові показники після впровадження СЕУ
		Досягнення цільових і планових показників екологічної програми	$EM(D)_2 \rightarrow \max$ $\Delta = D_2^a - D_2^p$	D_2^p - Кількість цільових і планових показників екопрограми D_2^a - Кількість досягнутих цільових і планових показників екопрограми
		Досягнення цілей екологічної політики, %	$EM(D)_3 \rightarrow \max$ $\Delta = D_3^a - D_3^p$	D_3^p - Відсоток досягнення цілей екологічної політики в минулому році D_3^a - Відсоток досягнення цілей екологічної політики в поточному році
		Екологічний аудит	$EM(D)_4 \rightarrow \min$ $\Delta = D_4^p - D_4^a$	D_4^p - Кількість встановлених суттєвих невідповідностей (результати попереднього аудиту) D_4^a - Кількість встановлених суттєвих невідповідностей (результати поточного аудиту)
		Процедури	$EM(D)_5 \rightarrow \max$ $\Delta = D_5^a - D_5^p$	D_5^p - Кількість процедур до впровадження СЕУ D_5^a - Кількість процедур після впровадження СЕУ
		Моніторинг	$EM(D)_6 \rightarrow \max$ $\Delta = D_6^a - D_6^p$	D_6^p - Наявність лабораторії для проведення моніторингових досліджень до СЕУ D_6^a - Наявність лабораторії для проведення моніторингових досліджень після СЕУ
4	Персонал - $EM(Per)$	Екологічні курси	$EM(Per)_1 \rightarrow \max$ $\Delta = Per_1^a - Per_1^p$	Per_1^p - Кількість працівників, що пройшли екологічні курси до впровадження СЕУ Per_1^a - Кількість працівників, що пройшли екологічні курси після впровадження СЕУ
		Курси підвищення кваліфікації	$EM(Per)_2 \rightarrow \max$ $\Delta = Per_2^a - Per_2^p$	Per_2^p - Кількість працівників, які пройшли курси підвищення кваліфікації до впровадження СЕУ Per_2^a - Кількість працівників, які пройшли курси підвищення кваліфікації після впровадження СЕУ
		Впровадження у виробництво	$EM(Per)_3 \rightarrow \max$ $\Delta = Per_3^a - Per_3^p$	Per_3^p - Кількість розробок працівників впроваджених у виробництво до СЕУ

№ п/п	Предметна сфера (об'єднуючі показники)	Одиничні чинники	Цільова функція та розрахунок абсолютного відхилення	Умовне позначення
				Per_3^a - Кількість розробок працівників впроваджених у виробництво після СЕУ
		Досвід працівників	$EM(Per)_4 \rightarrow \max$ $\Delta = Per_4^a - Per_4^p$	Per_4^p - Кількість працівників з досвідом роботи більше 5 років до впровадження СЕУ Per_4^a - Кількість працівників з досвідом роботи більше 5 років після впровадження СЕУ
		Освіта працівників	$EM(Per)_5 \rightarrow \max$ $\Delta = Per_5^a - Per_5^p$	Per_5^p - Кількість працівників з вищою освітою до впровадження СЕУ Per_5^a - Кількість працівників з вищою освітою після впровадження СЕУ
		Результати тестування та перевірки знань працівників	$EM(Per)_6 \rightarrow \max$ $\Delta = Per_6^a - Per_6^p$	Per_6^p - Кількість працівників, які пройшли тестування й перевірку знань щодо екологічних аспектів та впливу діяльності підприємства на НС до впровадження СЕУ Per_6^a - Кількість працівників, які пройшли тестування й перевірку знань щодо екологічних аспектів та впливу діяльності підприємства на НС після впровадження СЕУ
5	Зовнішнє оточення – $EM(Ext)$	Скарги	$EM(Ext)_1 \rightarrow \min$ $\Delta = Ext_1^p - Ext_1^a$	Ext_1^p - Кількість скарг за рік до впровадження СЕУ Ext_1^a - Кількість скарг за рік після впровадження СЕУ
		Публікації в ЗМІ щодо екологічної дієвості підприємства	$EM(Ext)_2 \rightarrow \max$ $\Delta = Ext_2^a - Ext_2^p$	Ext_2^p - Кількість публікацій в ЗМІ щодо екологічної дієвості підприємства до впровадження СЕУ Ext_2^a - Кількість публікацій в ЗМІ щодо екологічної дієвості підприємства після впровадження СЕУ
		Програми для екологічного навчання населення	$EM(Ext)_3 \rightarrow \max$ $\Delta = Ext_3^a - Ext_3^p$	Ext_3^p - Кількість програм для екологічного навчання населення у рік до впровадження СЕУ Ext_3^a - Кількість програм для екологічного навчання населення у рік після впровадження СЕУ

Відповідно до визначених складових групового показника ефективності управління СЕУ формуємо вираз, який охоплює усі усередненні чинники:

$$EM = \frac{1}{n_6} \cdot \left(\frac{\sum_{i=1}^{n_1} EM(A)_i}{n_1} + \frac{\sum_{i=1}^{n_2} EM(F)_i}{n_2} + \frac{\sum_{i=1}^{n_3} EM(D)_i}{n_3} + \frac{\sum_{i=1}^{n_4} EM(Per)_i}{n_4} + \frac{\sum_{i=1}^{n_5} EM(Ext)_i}{n_5} \right) \quad (5.5)$$

де EM – груповий показник ефективності управління;

n_1, n_2, n_3, n_4 та n_5 – загальна кількість чинників, що формують кожну групу ($n_1=3, n_2=8, n_3=6, n_4=6$ та $n_5=3$).

Показники, які визначають безпосередню реакцію елементів підсистеми «Довкілля» на діяльність суб'єктів господарювання відповідно до цілей та завдань екологічної програми СЕУ, складають груповий показник екологічної дієвості СЕУ, який розбивається на дві частини [192, 366, 406].

Система об'єднуючих показників та окремих чинників, що входять до узагальнювальних індикаторів якості довкілля (EEq) та узагальнювальних індикаторів стану біосистем (EEb), представлено в таблиці 5.4.

Значення потенційного ризику та рН середовища до впровадження СЕУ необхідно визначати для порівняння тенденцій зміни та прийняття необхідних рішень.

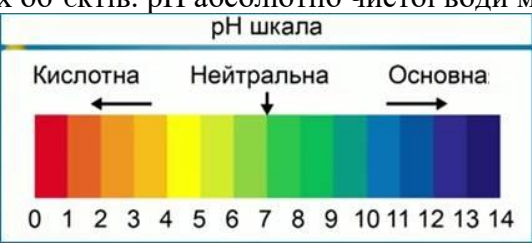
Таким чином, узагальнювальні індикатори визначаються наступним чином:

$$EEq = \frac{1}{4} \left(\frac{\sum_{i=1}^{n_1} EEq(Air)_i}{n_1} + \frac{\sum_{i=1}^{n_2} EEq(W)_i}{n_2} + \frac{\sum_{i=4}^{n_3} EEq(pH)_i}{n_3} + EEq(Was) \right) \quad (5.6)$$

$$EEb = \frac{1}{5} \left(\frac{\sum_{i=1}^{m_1} EEb(RA)_i}{m_1} + \frac{\sum_{i=1}^{m_2} EEb(ND)_i}{m_2} + \frac{\sum_{i=4}^{m_3} EEb(GT)_i}{m_3} + EEb(SD) + EEb(QW) \right)$$

де n_1, n_2, n_3 та m_1, m_2, m_3 – кількість одиничних чинників, що входять до складу об'єднуючих показників ($n_1=2, n_2=4, n_3=2$ та $m_1=2, m_2=3, m_3=2$). В залежності від розташування та специфіки діяльності СГ не всі окремі об'єднуючі показники можуть входити до складу узагальнювальних індикаторів.

Таблиця 5.4 – Узагальнювальні індикатори, об'єднуючі показники та окремі одиничні чинники екологічної дієвості СЕУ (EE)

№ п/п	Предметна сфера (об'єднуючі показники)	Одиничні чинники	Цільова функція та розрахунок абсолютного відхилення	Умовне позначення
1. Узагальнювальний індикатор якості довкілля (EEq)				
1	Атмосферне повітря – $EEq(Air)$	Потенційний ризик здоров'ю населення при комплексному впливі декількох домішок, що надходять через атмосферне повітря	$EEq(Air)_1 = 1 - Air_1^a \rightarrow 1$	Air_1^a - Рівень сумарного ризику, від впливу всіх домішок, що потрапляють у атмосферне повітря, після впровадження СЕУ
		Потужність викиду забруднюючих речовин, т/рік (всього)	$EEq(Air)_2 \rightarrow \min$ $\Delta = Air_2^p - Air_2^a$	Air_2^p - Потужність викиду забруднюючих речовин, т/рік (всього) до впровадження СЕУ Air_2^a - Потужність викиду забруднюючих речовин, т/рік (всього) після впровадження СЕУ
2	Водні об'єкти – $EEq(W)$	Потенційний ризик здоров'ю населення при комплексному впливі декількох домішок, що надходять через водні об'єкти	$EEq(W)_1 = 1 - W_1^a \rightarrow 1$	W_1^a - Рівень сумарного ризику, від впливу всіх домішок, що потрапляють у водне середовище, після впровадження СЕУ
		Кислотність водних об'єктів. рН абсолютно чистої води має значення 7,5		Кратність значення експериментальних (розрахункових значень) до оптимального значення рН природного середовища $EEq(W_2) = \begin{cases} \frac{pH_{нор}}{2 \cdot pH_{нор} - pH_{екс}} & \text{якщо } pH_{екс} < pH_{нор} \\ \frac{pH_{нор}}{pH_{екс}} & \text{якщо } pH_{екс} > pH_{нор} \end{cases} \rightarrow 1$

№ п/п	Предметна сфера (об'єднуючі показники)	Одиничні чинники	Цільова функція та розрахунок абсолютного відхилення	Умовне позначення
		Загальна жорсткість, моль/л ($EEq(W)_3$) Згідно Державних санітарних норм і правил ДСанПіН 2.2.4-171-10, встановлено, що нормативне значення повинно бути не більше 6 моль/л. Показником відповідності нормативному значенню є його кратність:	$EEq(W)_3 = \begin{cases} 1 & \text{якщо } H_{екс} \leq H_{нор} \\ \frac{H_{нор}}{H_{екс}} & \text{якщо } pH_{екс} > pH_{нор} \end{cases} \rightarrow 1$	$H_{екс}$ – експериментальне значення жорсткості води, моль/л; $H_{нор}$ – оптимальне значення жорсткості води, $H_{нор} \leq 6$ моль/л.
	Кислотність середовища – $EEq(pH)$	Використання води, тис. м ³ /рік	$EEq(W)_4 \rightarrow \min$ $\Delta = W_4^p - W_4^a$	W_4^p - Загальний показник використання води, тис. м ³ /рік до впровадження СЕУ W_4^a - Загальний показник використання води, тис. м ³ /рік після впровадження СЕУ
3	Кислотність середовища – $EEq(pH)$	Шкала значення рН йде від (4) (українська висока кислотність), через 7 (нейтральне середовище) до 14 (лужне середовище), причому нейтральна точка (чиста вода) має рН = 7,5. Дощова вода в чистому повітрі має рН = 7,5. Чим нижче значення рН, тим вища кислотність. Якщо кислотність води нижче 5,5, то опади мають кислотні властивості. Нормальне рН для ґрунту – 6,5. Для більшості рослин оптимальним значенням кислотності ґрунту є 6,0-7,0. Більшість макро- та мікроелементів максимально доступні за кислотності 6,5-6,9.	<p style="text-align: center;">рН шкала</p>	<p style="text-align: center;">Кратність значення експериментальних (розрахункових значень) до оптимального значення рН природного середовища</p> $EEq(pH)_i = \begin{cases} \frac{pH_{нор}}{2 \cdot pH_{нор} - pH_{екс}} & \text{якщо } pH_{екс} < pH_{нор} \\ \frac{pH_{нор}}{pH_{екс}} & \text{якщо } pH_{екс} > pH_{нор} \end{cases} \rightarrow 1$

№ п/п	Предметна сфера (об'єднуючі показники)	Одиничні чинники	Цільова функція та розрахунок абсолютного відхилення	Умовне позначення
		Кислотність атмосферних опадів		$EEq(pH_1)$ - кратність значення рН атмосферних опадів до після впровадження СЕУ $pH_{нор}$ - нормальне значення рН
		Кислотність ґрунтового покриву		$EEq(pH_1)$ - кратність значення рН ґрунтів після впровадження СЕУ $pH_{нор}$ - нормальне значення рН
4	Відходи – $EEq(Was)$	Показник загального утворення відходів (ум. одиниць/рік)	$EEq(Was) \rightarrow \min$ $\Delta = Was^p - Was^a$	Was^p - Показник загального утворення відходів (ум. од./рік) до впровадження СЕУ Was^a - Показник загального утворення відходів (ум. од./рік) після впровадження СЕУ
2. Узагальнювальні індикатори стану біосистем (EEb)				
1.	Атмосферне повітря – $EEb(RA)$	Кількість пилу на площу листової пластинки (мг/см ²)	$EEb(RA)_1 \rightarrow \min$ $\Delta = RA_1^p - RA_1^a$	RA_1^p – кількість пилу на площу листка до впровадження СЕУ RA_1^a - кількість пилу на площу листка після впровадження СЕУ
		Площа листової пластинки) – см ²	$EEb(RA)_2 \rightarrow \max$ $\Delta = RA_2^a - RA_2^p$	RA_2^p - Площа листової пластинки до впровадження СЕУ RA_2^a - Площа листової пластинки після впровадження СЕУ
2.	Некротичні пошкодження листових пластинок – $EEb(ND)$	Покритонасінні. Реакція-відповідь T. cordata, %	$EEb(ND)_1 \rightarrow \min$ $\Delta = ND_1^p - ND_1^a$	ND_1^p - відсоток некрозів на площу листка до впровадження СЕУ ND_1^a - відсоток некрозів на площу листка після впровадження СЕУ
		Голонасінні. Реакція-відповідь P. sylvestris (некроз), %	$EEb(ND)_2 \rightarrow \min$ $\Delta = ND_2^a - ND_2^p$	ND_2^p - Відсоток некротичного ушкодження хвої до впровадження СЕУ ND_2^a - Відсоток некротичного ушкодження хвої після впровадження СЕУ
		Голонасінні. Реакція-відповідь P. sylvestris (хлороз), %	$EEb(ND)_3 \rightarrow \min$ $\Delta = ND_3^p - ND_3^a$	ND_3^p - Відсоток хлорозів хвої до впровадження СЕУ ND_3^a - Відсоток хлорозів хвої після впровадження СЕУ
3.	Ростовий тест – $EEb(GT)$	Атмосферні опади. Фітотоксичний ефект, %	$EEb(GT)_1 \rightarrow \min$ $\Delta = GT_1^p - GT_1^a$	GT_1^p - Фітотоксичний ефект атмосферних опадів до впровадження СЕУ GT_1^a -

№ п/п	Предметна сфера (об'єднуючі показники)	Одиничні чинники	Цільова функція та розрахунок абсолютного відхилення	Умовне позначення
				Фітотоксичний ефект атмосферних опадів після впровадження СЕУ
		Ґрунтовий покрив. Фітотоксичний ефект, %	$EEb(GT)_2 \rightarrow \min$ $\Delta = GT_2^p - GT_2^a$	GT_2^p - Фітотоксичний ефект ґрунтового покриву до впровадження СЕУ GT_2^a - Фітотоксичний ефект ґрунтового покриву після впровадження СЕУ
4.	Стабільність роз- витку деревних насаджень – $EEb(SD)$	Реакція-відповідь деревних насаджень на стан природних компонентів довкілля	$EEb(SD) \rightarrow \min$ $\Delta = SD^p - SD^a$	SD^p - Інтегральний показник флуктуаційної асиметрії до впровадження СЕУ SD^a - Інтегральний показник флуктуаційної асиметрії після впровадження СЕУ
5.	Ступінь токсичності поверхневих вод - $EEb(QW)$	Тест-функція тест- об'єктів, %	$EEb(QW) \rightarrow$ $\Delta = QW^p - QW^a$	QW^p - Ступінь токсичності вод до впровадження СЕУ QW^a - Ступінь токсичності вод після впровадження СЕУ

Груповий показник екологічної дієвості СЕУ (EE) розраховується як сумарне значення узагальнювальних індикаторів з врахуванням коефіцієнтів вагомості визначених методом експертної оцінки:

$$EE = \varphi_1 \cdot EEq + \varphi_2 \cdot EEb \quad (5.7)$$

де φ_1 та φ_2 - вагові коефіцієнти, які залежать від сфери діяльності СГ, базуються на експертній оцінці та задовольняють умові:

$$\sum_{i=1}^n \varphi_i = 1 \quad (5.8)$$

Для визначення вагових коефіцієнтів було використано метод експертних оцінок. Вплив діяльності СГ на природні компоненти розглядалися з точки зору принципів заблансованого розвитку. Оцінювання вагомості чинників групового показника екологічної дієвості СЕУ (EE) дозволяє визначити рівень вагомості

узагальнювальних індикаторів якості довкілля (*EEq*) та стану біосистем (*EEb*) за 10-бальною шкалою (табл. 5.5). В опитуванні приймали участь експерти різних галузей господарської діяльності.

Таблиця 5.5 - Визначення результатів безпосереднього оцінювання вагомості чинників групового показника екологічної дієвості СЕУ (*EE*)

Показник оцінювання	Експертна група №							Сума балів за показником	Результуючий ранг показника	Вагомість показника
	1	2	3	4	5	6	7			
<i>EEb</i>	9	10	8	7	6	8	10	58	1	0,55
<i>EEq</i>	7	8	7	6	4	8	8	48	2	0,45
Σ								106		1

За результатами роботи компетентних експертів отримані дані ранжування і за ними визначили коефіцієнт конкордації (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 – Дані для розрахунку коефіцієнта конкордації

Експерт $k=7$	Ранги, що проставлено експертами Два показника ранжування ($n=2$)	
	1	2
1	1	2
2	2	1
3	1	2
4	2	3
5	1	3
6	1	2
7	1	2
$k \cdot \frac{n+1}{2}$	10,5	10,5
A_{ij}	9	15
$\left[\sum_{j=1}^k A_{ij} - k \cdot \frac{n+1}{2} \right]^2$	2,25	20,25

Таким чином, коефіцієнт конкордації розраховується за формулою 3.13 і дорівнює:

$$W = \frac{12 \cdot (2,25 + 20,25)}{7^2 \cdot (2^3 - 2)} = 0,918$$

Це свідчить про те, що думки експертів можна визнати узгодженими, оскільки отримана величина коефіцієнта конкордації задовольняє умові $W \geq 0,5$.

Зважуємо розраховану величину коефіцієнта конкордації за критерієм Пірсона (χ^2) з певним рівнем вагомості (B).

Розрахункова величина $\chi^2_{\text{розр}}$ (ф. 3.16) дорівнює:

$$\chi^2_{\text{розр}} = 0,918 \cdot 7 \cdot (2 - 1) = 6,43$$

При рівні значущості 0,01, тобто таблична величина $\chi^2_{\text{табл}}$ дорівнює 6,03, тобто думки експертів можна остаточно визнати з ймовірністю 0,99 узгодженими, так як $\chi^2_{\text{розр}} > \chi^2_{\text{табл}}$.

Таким чином, проведена експертна оцінка значущості узагальнювальних індикаторів у структурі групового показника екологічної дієвості СЕУ (*EE*) дозволила сформулювати формулу розрахунку:

$$EE = 0,55 \cdot EEq + 0,45 \cdot EEb \quad (5.9)$$

Визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності систем екологічного управління (*SEM*) виконується за формулами 3.7-3.8 та експертною оцінкою коефіцієнтів вагомості кожної складової у його структурі.

Оцінювання вагомості складових комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ суб'єктів господарювання (*SEM*) включало визначення ваги групових показників екологічної результативності (*EA*), ефективності управління (*EM*) та екологічної дієвості (*EE*). Результати оцінювання за 10-бальною шкалою представлено в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Визначення результатів безпосереднього оцінювання вагомості складових комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ СГ (*SEM*)

Показник оцінювання	Експертна група №							Сума балів за показником	Результуючий ранг показника	Вагомість показника
	1	2	3	4	5	6	7			
<i>EA</i>	6	8	6	7	6	7	5	45	2	0,30
<i>EM</i>	7	6	7	6	5	8	6	45	2	0,30
<i>EE</i>	8	9	8	8	9	9	10	61	1	0,40
	Σ							151		1

На рис. 5.1 представлено вагомість кожного групового показника в структурі комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ.

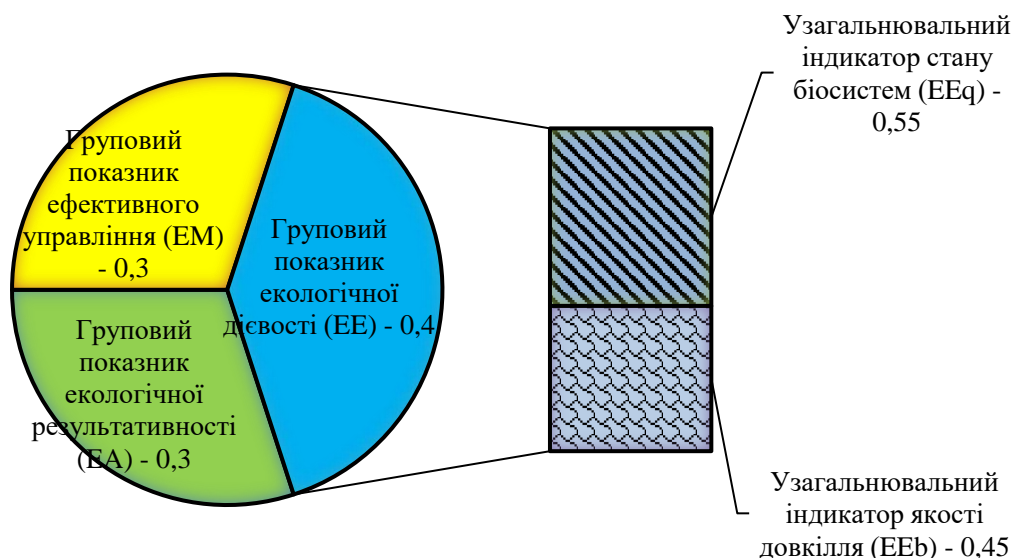


Рисунок 5.1 – Графічна інтерпретація вагомості групових показників у складі комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ СГ

За результатами роботи компетентних експертів-фахівців отримано дані ранжування і за ними визначено коефіцієнт конкордації (табл. 5.8).

Таблиця 5.8 – Дані для розрахунку коефіцієнта конкордації

Експертна група $k=7$	Ранги, що проставлено експертами Три показника ранжування ($n=3$)		
	1	2	3
1	3	2	1
2	2	3	1
3	3	2	1
4	2	3	1
5	2	3	1
6	3	2	1
7	3	2	1
$k \cdot \frac{n+1}{2}$	14	14	14
A_{ij}	18	17	7
$\left[\sum_{j=1}^k A_{ij} - k \cdot \frac{n+1}{2} \right]^2$	16	9	49

Таким чином, коефіцієнт конкордації дорівнює (ф. 3.13):

$$W = \frac{12 \cdot (16 + 9 + 49)}{7^2 \cdot (3^3 - 3)} = 0,755$$

Це свідчить про те, що думки експертів можна визнати узгодженими, оскільки отримана величина коефіцієнта конкордації задовольняє умові $W \geq 0,5$.

Зважуємо розраховану величину коефіцієнта конкордації за критерієм Пірсона (χ^2) з певним рівнем значущості (В).

Розрахункова величина $\chi^2_{\text{розрах}} (ф. 3.16)$ дорівнює:

$$\chi^2_{\text{розрах}} = 0,755 \cdot 7 \cdot (3-1) = 10,57$$

При рівні значущості 0,01, тобто таблична величина $\chi^2_{\text{табл}}$ дорівнює 9,21, тобто думки експертів можна остаточно визнати з ймовірністю 0,99 узгодженими, оскільки $\chi^2_{\text{розрах}} > \chi^2_{\text{табл}}$.

Таким чином, комплексний критерій контролю екологічної діяльності СЕУ СГ розраховується за формулою:

$$\begin{aligned} SEM &= 0,3 \cdot EA + 0,3 \cdot EM + 0,4 \cdot EE = \\ &= 0,3 \cdot EA + 0,3 \cdot EM + 0,4 \cdot (0,55 \cdot EEq + 0,45 \cdot EEb) \end{aligned} \quad (5.10)$$

Враховуючи аналіз розглянутих вище показників, індикаторів та критеріїв, можна зазначити, що рівень екологічної безпеки СГ характеризується значенням комплексного критерію контролю екологічної діяльності СГ.

На основі вище зазначеного було розроблено шкалу оцінки рівня екологічної безпеки СГ за нормованим значенням комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ СГ (SEM), що дозволяє визначати рівень впливу діяльності суб'єктів господарювання, які впровадили систему екологічного управління на навколишнє середовище (табл. 5.9).

Таким чином, на основі проведених досліджень було визначено всі чинники, які дозволяють провести експериментальні дослідження, визначити контроль екологічної діяльності СЕУ та встановити рівень екологічної безпеки суб'єктів господарювання після впровадження СЕУ.

Таблиця 5.9 – Рівень екологічної безпеки СГ за нормованим значенням комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ СГ

№	Рівень екологічної безпеки СГ	Нормованим значенням комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ СГ (SEM)
1	Ефективний рівень	$0,9 < SEM \leq 1$
2	Високий рівень	$0,8 < SEM \leq 0,9$
3	Задовільний рівень	$0,65 < SEM \leq 0,8$
4	Низький рівень	$0,5 < SEM \leq 0,65$
5	Критичний рівень	$SEM \leq 0,5$

Для того, щоб досягти ефективного функціонування СЕУ та постійно її поліпшувати шляхом контролю екологічної діяльності та аналізувати рівень екологічної безпеки суб'єкта господарювання після впровадження СЕУ лише одного методу буде недостатньо. Тому, за допомогою нечіткого моделювання було запропоновано метод, який дасть можливість встановити причинно-наслідкові зв'язки між рівнем проведених організаційних змін діяльності суб'єкта господарювання та типом СЕУ за ефективністю функціонування. Таке поєднання двох методів для аналізу рівня екологічної безпеки та організаційних змін діяльності суб'єкта господарювання, забезпечить актуалізацію оцінювання розвитку функціонуючих систем екологічного управління.

5.2. Нечітке моделювання організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження систем екологічного управління в пакеті MatLab

Для нечіткого моделювання використовується пакет MatLab компанії MathWorks (США), який містить широкий набір готових функцій. У пакеті є набір алгоритмів, що утворюють так званий інструментарій, який може використовуватися для проектування, аналізу і моделювання системи еколого-економічних комплексів та рішень. Крім цього в пакеті MatLab є набір блоків Simulink, що дозволяє в графічній формі виконувати моделювання досить складних систем, в тому числі і з використанням блоків, що реалізують нечітке управління.

Для вирішення завдань методами теорії нечітких множин в пакеті MatLab передбачений пакет нечіткої логіки Fuzzy Logic Toolbox [370]. Основні можливості пакету:

- побудова систем нечіткого виведення (експертних систем, регулятору, апроксиматорів залежностей);
- побудова адаптивних нечітких систем (гібридних нейронних мереж);
- інтерактивне динамічне моделювання в середовищі Simulink.

Пакет забезпечує роботу:

- в режимі графічного інтерфейсу;
- в режимі командного рядка;
- з використанням блоків і прикладів пакета Simulink.

Моделювання нечіткого управління виконується за допомогою системи нечіткого виведення FIS (Fuzzy Inference System) (рис. 5.2), що включає редактор системи нечіткого виведення (FIS-Editor), редактор функцій належності (The Member Ship Function Editor), редактор правил (The Rule Editor), підсистему для перегляду правил і схем нечітких висновків (The Rule Viewer), отриманих поверхонь (The Surface Viewer).

FIS-редактор забезпечує високий рівень спілкування з системою, не має обмежень на кількість вхідних і вихідних змінних, яке удовольняється лише доступним обсягом пам'яті ЕОМ.

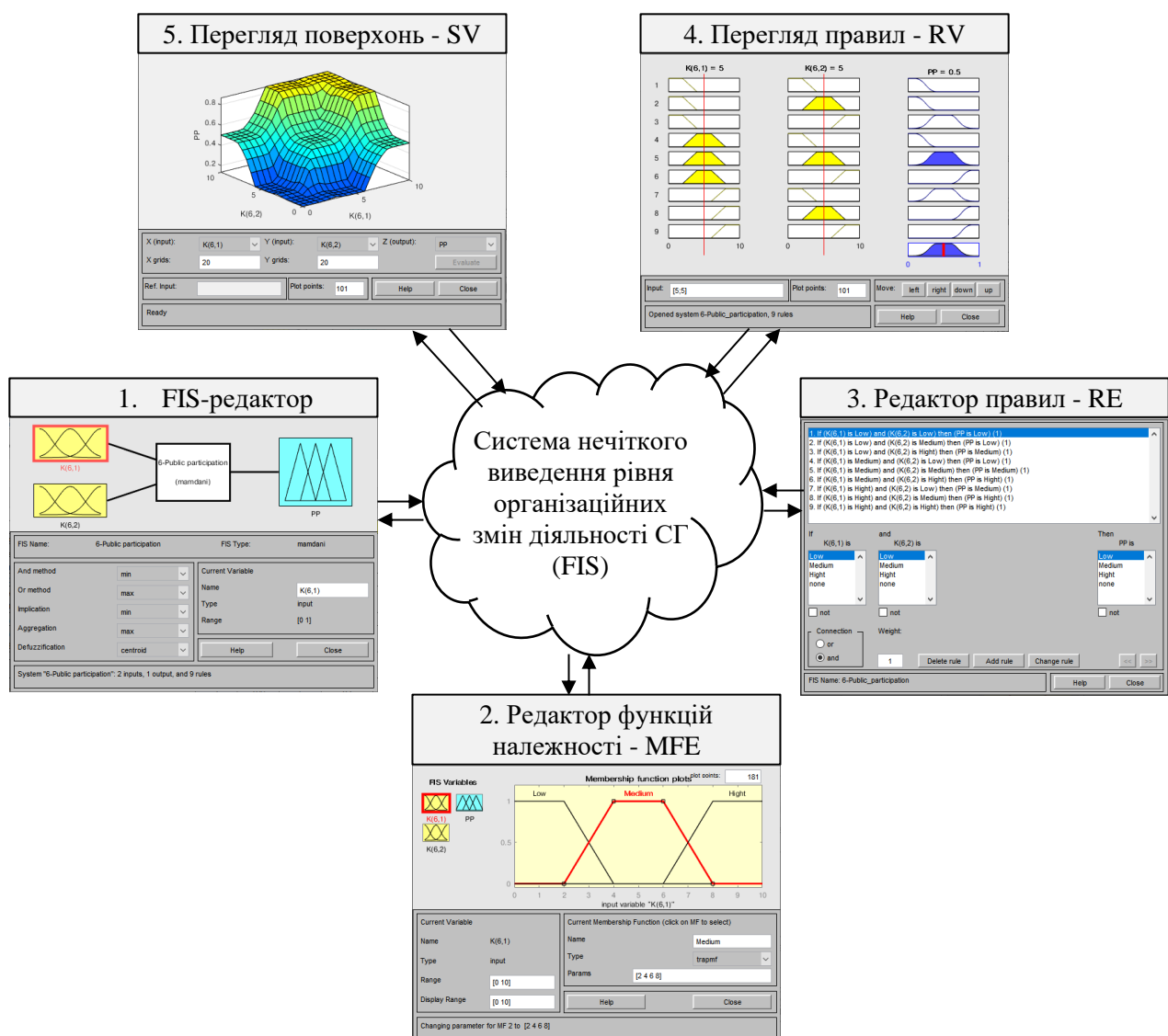


Рисунок 5.2 – Система нечіткого виведення FIS у середовищі MatLab

Редактор функцій належності використовується для завдання виду функцій належності для кожної змінної. Редактор правил застосовується для

редагування тексту правил умовного логічного виведення при описі поведінки модельованої системи [454].

Переглядачі правил і поверхонь необхідні для візуального контролю та формування системи прогнозування результатів. Переглядач правил відображає схему нечіткого виведення на останньому етапі і використовується як засіб діагностики. З його допомогою можна, наприклад, побачити які правила активні, або оцінити вплив форми окремої функції належності на результат.

Переглядач поверхонь використовується для представлення на екрані залежності одного виходу від другого або двох входів, а також генерації та побудови картини поверхні виходу для системи.

Всі компоненти FIS можуть взаємодіяти і обмінюватися даними в процесі моделювання. У пакеті MatLab дозволяється використовувати шість видів функції належності:

- трикутна (trimf);
- трапецієподібна (trmf);
- функція належності у вигляді кривої Гауса (gaussmf) або складеної з двох кривих Гауса (gauss2mf);
- дзвоноподібна форми (bellmf);
- сигма-функція, призначена для відтворення несиметричних функцій належності: sigmf - функція належності, відкрита справа, dsigmf - закрита функція належності, складена з різниці двох сигма-функцій, psigmf - закрита функція належності, що утворена з добутку двох сигма-функцій;
- три функції належності, засновані на поліноміальних кривих: zmf - несиметрична Z-функція належності, відкрита зліва, smf - несиметрична S-функція належності, відкрита справа, rmf - закрита P-функція належності.

Крім цього в пакеті MatLab є можливість для користувача конструювати власні функції належності. Система нечіткого моделювання підтримує два основних оператора «І» та «АБО». Імплікація реалізується через оператор «І», який представлений у двох видах: min і добуток (prod), «АБО» - max і probor - оператор ймовірного «АБО», відомий ще як алгебраїчна сума і який вираховується за рівнянням $\text{probor}(a, b) = a + b - ab$.

Крім цих операцій в пакеті нечіткої логіки Fuzzy Logic Toolbox представлені операції концентрування і розтягування. Пакет нечіткої логіки

підтримує також всі відомі операції над нечіткими множинами. Для реалізації нечітких висновків використовуються алгоритми Mamdani і Sugeno.

В основу методу вибору типу моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування покладено покрокова реалізація алгоритму Мамдані засобами пакету MatLab.

Нечітка система – це група функцій належності та баз правил. Ці функції та правила використовуються для обґрунтування даних. Системи нечіткого логічного виведення орієнтовані на чисельну обробку. На етапі фазифікації приймаються числа як вхідні дані, а потім переводяться вхідні номери на мовні терміни, такі як малі, середні та великі. Блок рішень містить правила, завдання яких полягає в тому, щоб відобразити вхідні лінгвістичні терміни на аналогічні лінгвістичні терміни, що описують результат. Нарешті, на етапі дефазифікації виконується переклад результатів мовних термінів у номер результату. Всі нечіткі правила та лінгвістичні змінні зберігаються в нечіткій базі знань. Системи нечітких висновків мають здатність справлятися з неточною інформацією.

Аналіз виконання етапу фазифікації базується на визначенні вхідних значень: лінгвістичних змінних, їх терм та функцій належності для процесу перекодування вхідної інформації.

На різних рівнях формування моделі ефективного функціонування СЕУ використовується ряд функцій належності. Для перетворення лінгвістичних змінних, які є показниками функціонування системи екологічного управління СГ ($K_{i,j}$) на етапі фазифікації використовували трапецієподібну функцію належності. Характеристики лінгвістичних змінних для показників наведено в табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – Характеристики лінгвістичних змінних на рівні показників ($K_{i,j}$)

№	Терми лінгвістичних змінних	Діапазон значень лінгвістичних змінних на універсальній множині [0;10]	Функція належності	Значення параметрів функції належності
1	Low (низький рівень)	[0;3]	Трапецієподібна (trmf)	[0 0 2 4]
2	Medium (середній рівень)	[4;7]		[2 4 6 8]
4	High (високий рівень)	[8;10]		[6 8 10 10]

Візуальне відображення функції належності на універсальній множині $[0,10]$ представлено на рис. 5.3.

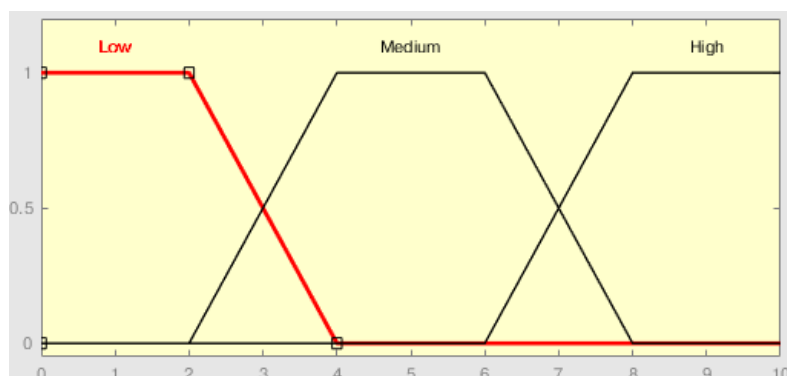


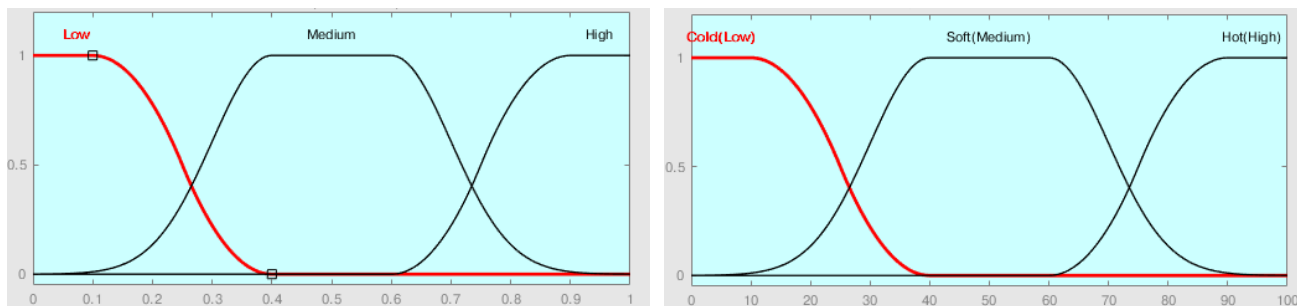
Рисунок 5.3 – Графічне зображення трапецієподібної функції належності, що описує показники лінгвістичної змінної $K_{i,j}$

Фазифікація на етапі визначення рівнів «показники - визначники», «визначники – фактори» та «фактори – організаційні зміни діяльності» є оберненою процедурою етапу дефазиціації попереднього рівня. Тому для цих рівнів лінгвістичні змінні сформувалися на універсальній множині $[0,1]$ та з використанням кривої Гауса та сигмоподібних функцій (табл. 5.11).

Таблиця 5.11 – Характеристики лінгвістичних змінних на різних проміжних рівнях вибору типу моделі СЕУ за ефектністю функціонування

№	Терми лінгвістичних змінних	Діапазон значень терм лінгвістичних змінних на універсальній множині $[0; 1]$	Функція належності	Значення параметрів функції належності
1	Low (низький рівень)	$[0;0,3)$	Сигмоподібна (Z-функція) - zmf	$[0,1; 0,4]$
2	Medium (середній рівень)	$[0,3;0,7)$	Складена з двох кривих Гауса – gauss2mf	$[0,1; 0,4; 0,1; 0,6]$
4	High (високий рівень)	$[0,7;1,0]$	Сигмоподібна (S-функція) - smf	$[0,6; 0,9]$

Графічне відображення лінгвістичних змінних на різних проміжних рівнях вибору типу моделі СЕУ за ефектністю функціонування представлено на рис. 5.4а. Для вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування методом нечіткого моделювання розраховувався рівень організаційних змін діяльності СГ на універсальній множині $[0,100]$. Функції належності застосовувалися такі ж як і для зазначених у табл. 5.10 лінгвістичних змінних (рис. 5.4б).



а)

б)

Рисунок 5.4 – Графічне зображення кривої Гауса та сигмоподібних функцій належності, за якими відбувається процес перетворення значень лінгвістичних змінних на різних проміжних рівнях (а) та рівня організаційних змін (б).

Система нечіткого управління базується на нечітких правилах та нечіткому аналізі. Це є основою для системи нечіткого логічного висновку, яка перетворює вхідну змінну (чітке значення) в нечіткі змінні для прогнозування та оцінки рівня вихідної інформації, а саме рівня організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання.

Нечітка логіка представляє максимальний рівень опису. Нечіткі правила складаються з вхідних та вихідних лінгвістичних змінних, що приймають значення з лінгвістичного терму, заданого реальним світом.

База знань для побудови нечіткої системи вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування складається з правил типу «якщо-то».

Отже, кожне правило – це опис операції умова-дія, яка може бути чітко інтерпретована людьми. Цей факт робить тип Мамдані підходящим для лінгвістичного моделювання, підрайону моделювання нечіткої логіки, в якій основною характеристикою є інтерпретація моделі та проблеми системи управління.

Усі вхідні змінні мають по три нечітких стани. Випадок, коли значення усіх вхідних змінних не задані, на практиці неможливий, тому кількість правил нечіткого виведення (N) досліджуваної системи визначається за формулою:

$$N = (\text{count}(Lv))^{\text{count}(St)} \quad (5.11)$$

де $\text{count}(Lv)$ – кількість лінгвістичних змінних;
 $\text{count}(St)$ – кількість нечітких станів (терм).

За допомогою редактору правил у пакеті MatLab формується база правил для подальшого аналізу та прогнозування вихідних значень на етапі дефазифікації. Вікно редактору правил пакету MatLab представлено на рис. 5.5.

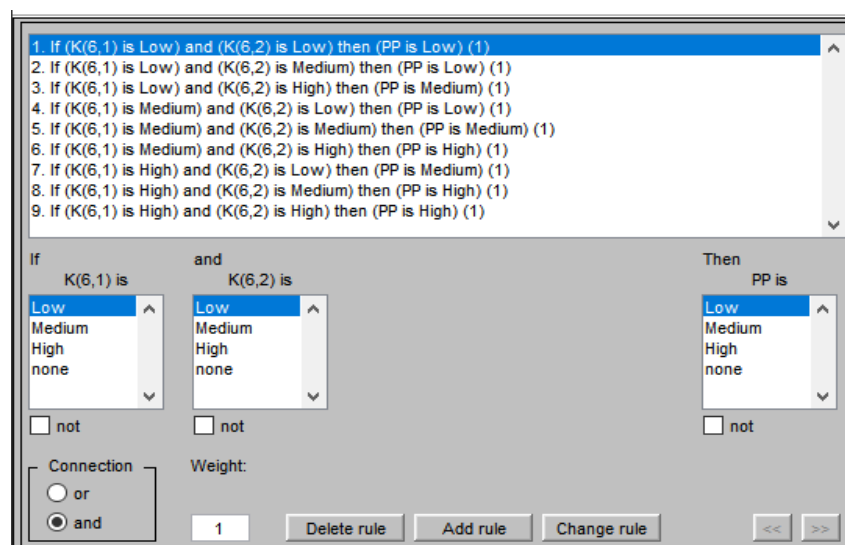


Рисунок 5.5 – Формування бази знань у пакеті MatLab

Пакет MatLab дозволяє відображати базу знань у різних форматах для зручності роботи. Можливі формати роботи наведено в табл. 5.12.

Таблиця 5.12 – Формати представлення баз знань в пакеті MatLab

№	Тип формату	Наочне представлення формату
1	У вигляді програмного коду	<pre> 30 [Output1] 31 Name='PP' 32 Range=[0 1] 33 NumMFs=3 34 MF1='Low':zmf',[0.1 0.4] 35 MF2='Medium':gauss2mf',[0.1 0.4 0.1 0.6] 36 MF3='Hight':smf',[0.6 0.9] 37 38 [Rules] 39 1 1, 1 (1) : 1 40 1 2, 1 (1) : 1 41 1 3, 2 (1) : 1 42 2 1, 1 (1) : 1 43 2 2, 2 (1) : 1 44 2 3, 3 (1) : 1 45 3 1, 2 (1) : 1 46 3 2, 3 (1) : 1 47 3 3, 3 (1) : 1 </pre>
2	Редактор правил – стандартний вигляд мовних правил	<pre> 1. If (K(6,1) is Low) and (K(6,2) is Low) then (PP is Low) (1) 2. If (K(6,1) is Low) and (K(6,2) is Medium) then (PP is Low) (1) 3. If (K(6,1) is Low) and (K(6,2) is High) then (PP is Medium) (1) 4. If (K(6,1) is Medium) and (K(6,2) is Low) then (PP is Low) (1) 5. If (K(6,1) is Medium) and (K(6,2) is Medium) then (PP is Medium) (1) 6. If (K(6,1) is Medium) and (K(6,2) is High) then (PP is High) (1) 7. If (K(6,1) is High) and (K(6,2) is Low) then (PP is Medium) (1) 8. If (K(6,1) is High) and (K(6,2) is Medium) then (PP is High) (1) 9. If (K(6,1) is High) and (K(6,2) is High) then (PP is High) (1) </pre>

№	Тип формату	Наочне представлення формату
3	Редактор правил – символний вигляд мовних правил	1. $(K(6,1)==Low) \& (K(6,2)==Low) \Rightarrow (PP=Low) (1)$ 2. $(K(6,1)==Low) \& (K(6,2)==Medium) \Rightarrow (PP=Low) (1)$ 3. $(K(6,1)==Low) \& (K(6,2)==High) \Rightarrow (PP=Medium) (1)$ 4. $(K(6,1)==Medium) \& (K(6,2)==Low) \Rightarrow (PP=Low) (1)$ 5. $(K(6,1)==Medium) \& (K(6,2)==Medium) \Rightarrow (PP=Medium) (1)$ 6. $(K(6,1)==Medium) \& (K(6,2)==High) \Rightarrow (PP=High) (1)$ 7. $(K(6,1)==High) \& (K(6,2)==Low) \Rightarrow (PP=Medium) (1)$ 8. $(K(6,1)==High) \& (K(6,2)==Medium) \Rightarrow (PP=High) (1)$ 9. $(K(6,1)==High) \& (K(6,2)==High) \Rightarrow (PP=High) (1)$
4	Редактор правил – індексний вигляд мовних правил	1 1, 1 (1) : 1 1 2, 1 (1) : 1 1 3, 2 (1) : 1 2 1, 1 (1) : 1 2 2, 2 (1) : 1 2 3, 3 (1) : 1 3 1, 2 (1) : 1 3 2, 3 (1) : 1 3 3, 3 (1) : 1

Для кожної вихідної змінної будується таблиця правил, яка подається залежністю виходу від стану входів. Загальна структура правил має вигляд, який наведено в табл. 5.13.

Таблиця 5.13 – База знань з правилами залежності виходу від стану входів

Номер правила		Значення лінгвістичної терми на вході					Значення терму вихідної лінгвістичної змінної	Вара правила
		Lv_1	Lv_2	...	Lv_m			
1	IF (ЯКЩО)	Low	Low	...	Low	THEN (ТО)	Low	1
2		Low	Low	...	Medium			
...				
...		Medium	Medium	...	Medium		Medium	1
...		Medium	Medium	...	Low			1
...		Medium	Medium	...	High			1
...				
...				
...		High	High	...	Medium		High	1
N	High	High	...	High	1			

На етапі дефазифікації відбувається рішення задачі зворотної фазифікації: перетворення лінгвістичних змінних вхідних параметрів в значення конкретної несправності. Також за результатами нечіткого логічного виведення отримується поверхня «входи-вихід», що відображає динаміку зміни рівня вихідної змінної в залежності від вхідних значень лінгвістичних змінних (рис. 5.6). Поверхня відображає ймовірнісну оцінку результату дослідження при зміні вхідних параметрів.

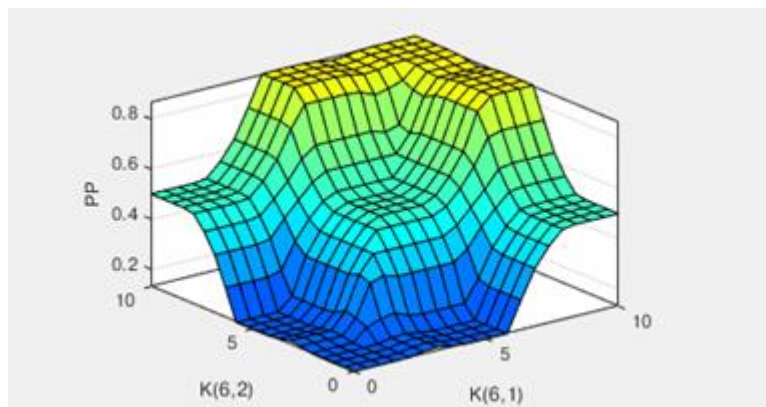


Рисунок 5.6 – Побудова поверхні відгуку при різних комбінаціях вхідних параметрів в пакеті MatLab

Таким чином, використання пакету MatLab має розширений набір інструментів для проведення нечіткого моделювання та дозволяє побудувати нечітке логічне виведення рівня організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження СЕУ, що є підґрунтям для вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування, яка характеризує здійснену екологічну діяльність та рівень організаційних змін дослідних суб'єктів господарювання щодо впливу на довкілля.

5.3. Аналіз показників організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання для вибору типу моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування

Побудова моделі нечіткого виведення вимагає уточнення показників, що входять до груп визначників організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання для вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування. У розділі 3 було сформовано методику і розроблена ієрархічна структура нечіткого логічного виведення для вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування [442].

Структурний граф, що представлено на рис. 3.16 (Розділ 3), має 5 рівнів, які є етапами визначення рівня організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання для вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування. Базові розрахунки здійснюються за блоками визначників. Розглянемо кожний

блок і сформуємо систему показників, які є елементами характеристики системи екологічного управління та визначають рівень її ефективного функціонування.

Проводимо дослідження нечіткого логічного виведення першого блоку визначників. Групу визначників стратегії екологічної політики складають наступні показники, які є функціями окремих чинників:

$$F_1 = \langle SEE, OM, M, S \rangle \quad (5.12)$$

де *SEE* – показник функціонування стратегії екологічної діяльності суб'єктів господарювання (Strategy of environmental efficiency);

OM – показник результативності і управління суб'єктів господарювання (Organization and management);

M – показник функціонування системи моніторингу (Monitoring);

S – показник функціонування стандартів (Standards).

Враховуючи вимоги національних та міжнародних нормативно-правових актів, директив та стандартів, щодо системи управління екологічною діяльністю СГ, було сформовано систему чинників звітності та контролю, за якими визначається рівень організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання та ефективність функціонуючої системи.

Показник стратегії екологічної діяльності суб'єктів господарювання (Strategy of environmental efficiency – SEE) являє собою результат комплексної ефективності впровадженої СЕУ і може бути представленим такою функціональною залежністю:

$$SEE = f_{SEE} \left(k_{(1,1)}; k_{(1,2)}; k_{(1,3)}; k_{(1,4)} \right) \quad (5.13)$$

де $k_{(1,1)}$ – багаторічна екологічна програма, стратегічний план, яким передбачається зосередження на збалансованому розвитку СГ, включаючи економічні, екологічні і соціальні питання;

$k_{(1,2)}$ – багаторічна екологічна програма, стратегічний план, є актуальними та доступними для громадськості;

$k_{(1,3)}$ – багаторічна екологічна програма, стратегічний план розроблені з участю громадськості;

$k_{(1,4)}$ – екологічні зобов'язання щодо впровадження багаторічного плану, програми СГ та наочності (доказовості) його виконання.

Організація і управління суб'єктів господарювання (Organization and management – OM) є функцією і має вигляд:

$$OM = f_{OM}(k_{(2,1)}; k_{(2,2)}; k_{(2,3)}; k_{(2,4)}) \quad (5.14)$$

де $k_{(2,1)}$ – СГ бере на себе відповідальність та координує підходи до СЕУ;
 $k_{(2,2)}$ – приватний і публічний сектор беруть участь в організації та координації СЕУ;
 $k_{(2,3)}$ – СЕУ відповідає розміру та масштабу СГ;
 $k_{(2,4)}$ – для керівництва підприємства та працівників, що входять в групу розробки є розподіл обов'язків та зобов'язань щодо контролю та постійного покращення у досягненні ефективності СЕУ.

Моніторинг (Monitoring – M) являє собою результат комплексної оцінки, він може бути представленим такою функціональною залежністю:

$$M = f_M(k_{(3,1)}; k_{(3,2)}; k_{(3,3)}; k_{(3,4)}) \quad (5.15)$$

де $k_{(3,1)}$ – активний моніторинг та публічні звіти про якість довкілля та стан біосистем в межах СЗЗ СГ;
 $k_{(3,2)}$ – активний моніторинг та публічні звіти про економічний та соціальний розвиток СГ;
 $k_{(3,3)}$ – система моніторингу періодично переглядається та оцінюється;
 $k_{(3,4)}$ – процедури пом'якшення впливу (наслідків) діяльності СГ на стан НС належно фінансуються.

Стандарти (Standards – S), які визначають пріоритети у діяльності суб'єктів господарювання, відповідну екологічну діяльність, управління якістю та ін.:

$$S = f_S(k_{(4,1)}; k_{(4,2)}; k_{(4,3)}) \quad (5.16)$$

де $k_{(4,1)}$ – СЕУ підприємства сертифікована;
 $k_{(4,2)}$ – на підприємстві впроваджено інтегровані системи менеджменту (9000, 14001, 18001 та ін.);
 $k_{(4,3)}$ – постачальники сертифіковані згідно ДСТУ ISO 14001:2015.

Вибір основних факторів ефективного функціонування СЕУ СГ, які є вхідними параметрами моделі, ґрунтувався на попередньо здійсненому

логічному аналізу. Розглянутий набір показників є одним із можливих варіантів і може формуватися індивідуально залежно від специфіки СГ.

Визначений набір показників дозволив сформулювати структурний граф у вигляді ієрархічного дерева логічного виведення (рис. 5.7).

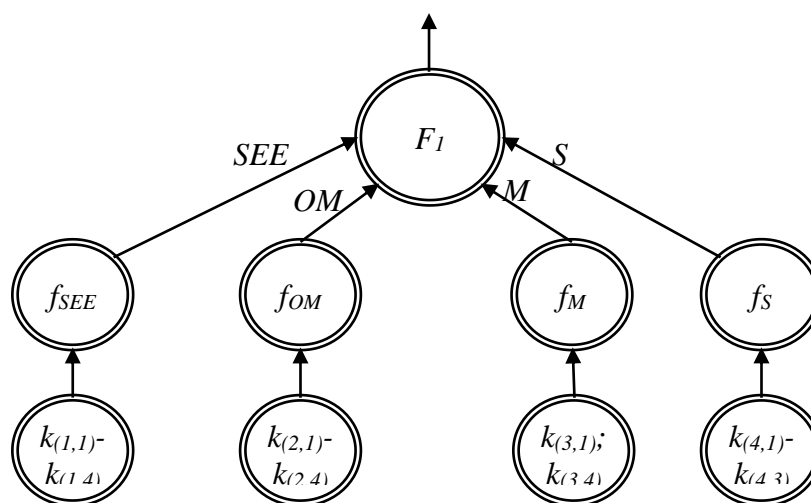


Рисунок 5.7 – Ієрархічне дерево логічного виведення рівня визначників стратегії екологічної політики

Рівень залучення зовнішнього оточення до процесів екологізації виробництва та суспільства сприяв утворенню другого блоку та проведення аналізу чинників, що визначають результативність даного процесу. Отже, другий блок складають визначники політики роботи із стейкхолдерами та ЗМІ і може бути описаний наступним чином:

$$F_2 = \langle PEE, PP, P \rangle \quad (5.17)$$

де PEE – показник функціонування системи задоволення зовнішнього оточення (Pleasure of the external environment);

PP – показник участі громадськості (Public participation);

P – показник функціонування системи популяризації діючої СЕУ підприємства для покращення громадської думки (Promotion).

Задоволення зовнішнього оточення (Pleasure of the external environment – PEE), показує як громадськість та суспільство впливає на процеси збалансованого розвитку:

$$PEE = f_{PEE}(k_{(5,1)}; k_{(5,2)}; k_{(5,3)}; k_{(5,4)}) \quad (5.18)$$

де $k_{(5,1)}$ – розроблена процедура щодо покращення рівня задоволення зовнішніх стейкхолдерів на основі інформації та моніторингу;

$k_{(5,2)}$ – регулярний збір, моніторинг, запис та публічна звітність даних з приводу задоволення та занепокоєння зовнішніх стейкхолдерів щодо діяльності СГ;

$k_{(5,3)}$ – збір, моніторинг, реєстрація документації, що надійшла від зовнішніх стейкхолдерів до СГ відбуваються своєчасно. Відповідні записи зберігаються.

$k_{(5,4)}$ – звітність СГ щодо впроваджені СЕУ знаходяться у вільному доступі для ознайомлення стейкхолдерами.

Громадська участь (Public participation – PP) як необхідний інструмент для контролю діяльності СГ має на меті встановлення та підтримку взаємної довіри та розуміння:

$$PP = f_{PP}(k_{(6,1)}; k_{(6,2)}) \quad (5.19)$$

де $k_{(6,1)}$ – система залучення громадських та об'єднаних стейкхолдерів у плануванні системи екологічного управління СГ;

$k_{(6,2)}$ – щорічна публічна зустріч (-і) для обговорення питань поліпшення екологічної діяльності та ефективності впроваджені СЕУ СГ.

Популяризація діючої СЕУ СГ для покращення громадської думки (Promotion – P) є необхідним інструментом для надання інформації про свої заходи або планування цих заходів, направлених на охорону здоров'я населення та довкілля, а також залучення ЗВО для практичної реалізації здобувачами набутих теоретичних знань та надає ЗВО можливості у впровадженні дуальної освіти, а керівництву суб'єктів господарювання – проводити відбір кадрів на заміщення вакантних посад та для підбору персоналу:

$$P = f_P(k_{(7,1)}; k_{(7,2)}; k_{(7,3)}; k_{(7,4)}) \quad (5.20)$$

де $k_{(7,1)}$ – програма про функціонування СЕУ для підвищення обізнаності громад, шкіл, ЗВО;

$k_{(7,2)}$ – програма для шкіл та ЗВО щодо необхідності збереження біорізноманіття;

$k_{(7,3)}$ – залучення студентів ЗВО до проходження виробничих практик на підприємстві для отримання практичного досвіду та допомоги підприємству у виконанні процедур моніторингових досліджень;

$k_{(7,4)}$ – програма підтримки (кодекс практики) та підвищення обізнаності керівництва та працівників інших СГ на шляху до розробки та впровадження ефективно функціонуючої СЕУ.

Вибір основних факторів ефективного функціонування СЕУ СГ, які є вхідними параметрами моделі, ґрунтувався на попередньо здійсненому логічному аналізі. Розглянутий набір показників є одним із можливих варіантів і може формуватись індивідуально залежно від специфіки СГ (рис. 5.8).

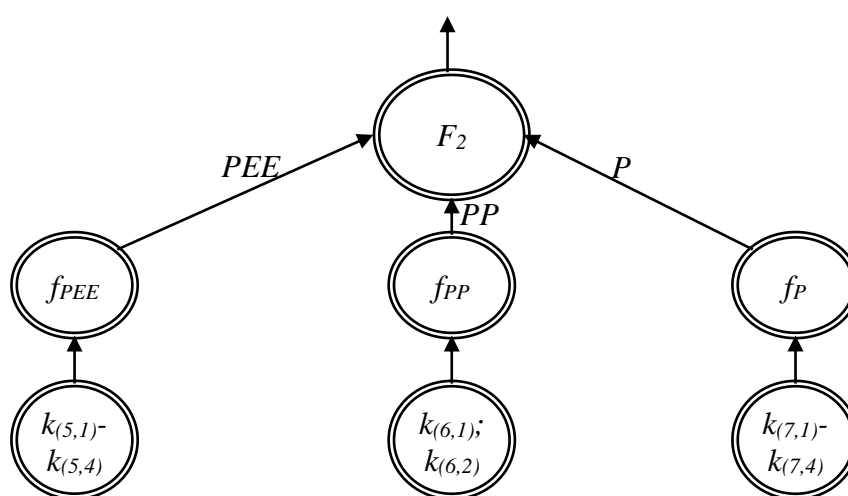


Рисунок 5.8 – Ієрархічне дерево логічного виведення блоку визначників політики роботи із стейкхолдерами та ЗМІ

Третій блок складають визначники політики екологічної безпеки та захисту (рис. 5.9):

$$F_3 = \langle SS, MCE, ER, SB \rangle \quad (5.21)$$

де SS – показник функціонування системи управління безпекою та охороною (Safety and security);

MCE – показник функціонування системи управління кризами та надзвичайними ситуаціями (Management of crisis and emergency);

ER – показник функціонування системи оцінки екологічних ризиків (Environmental risks);

SB – показник функціонування системи управління захистом біосистем (Safety of biosystems).

Безпека та охорона (Safety and security – SS) характеризує розуміння загроз та ризиків, які можуть призвести суб'єкт господарювання до відповідальності відповідно до чинного законодавства:

$$SS = f_{SS}(k_{(8,1)}; k_{(8,2)}) \quad (5.22)$$

де $k_{(8,1)}$ – поточні обов'язкові перевірки пожежної безпеки, безпеки життєдіяльності та охорони праці проводяться, є записи та процедури;
 $k_{(8,2)}$ – публічна звітність про безпеку та охорону праці на підприємстві.

Управління кризами та надзвичайними ситуаціями (Management of crisis and emergency – MCE) полягає у встановленні ефективної системи менеджменту безпеки з метою налагодження діяльності підсистем системи «Суб'єкт господарювання»:

$$MCE = f_{MCE}(k_{(9,1)}; k_{(9,2)}; k_{(9,3)}; k_{(9,4)}) \quad (5.23)$$

де $k_{(9,1)}$ – загальнодоступний кризовий та надзвичайний план, в якому розглядається всі елементи підсистем системи «Суб'єкт господарювання»;

$k_{(9,2)}$ – фінансовий та людський капітал для реалізації плану врегулювання кризових та надзвичайних ситуацій;

$k_{(9,3)}$ – стан розробки процедури реагування на кризові та надзвичайні ситуації за допомогою зовнішніх стейкхолдерів;

$k_{(9,4)}$ – процедура реагування на кризові та надзвичайні ситуації передбачає фінансові ресурси, навчання персоналу, мешканців прилеглих територій.

Екологічні ризики (Environmental risks – ER) як показник стану аналізу технічних та організаційних ризиків суб'єкта господарювання повинен складатись із таких елементів:

$$ER = f_{ER}(k_{(10,1)}; k_{(10,2)}; k_{(10,3)}) \quad (5.24)$$

де $k_{(10,1)}$ – наявність критеріїв для оцінки екологічної діяльності та ефективності функціонування впровадженої СЕУ СГ;

$k_{(10,2)}$ – наявність процедур постійного перегляду екологічних ризиків;

$k_{(10,3)}$ – наявність процедур усунення виявлених екологічних ризиків.

Захист біосистем (Safety of biosystems – SB) для встановлення та документування поточного стану щодо зменшення впливу діяльності СГ на стан природних компонентів довкілля:

$$SB = f_{SB}(k_{(11,1)}; k_{(11,2)}) \quad (5.25)$$

де $k_{(11,1)}$ – наявні процедури, які постійно оновлюються з інвентаризації викидів та виявлення загроз для живих організмів й середовищ їх існування у СЗЗ СГ;

$k_{(11,2)}$ – існує процедура системи управління для моніторингу впливу та захисту біосистем, природних компонентів довкілля.

Наступні два блоки визначають управлінську політику щодо регулювання впливу на довкілля (рис. 5.10).

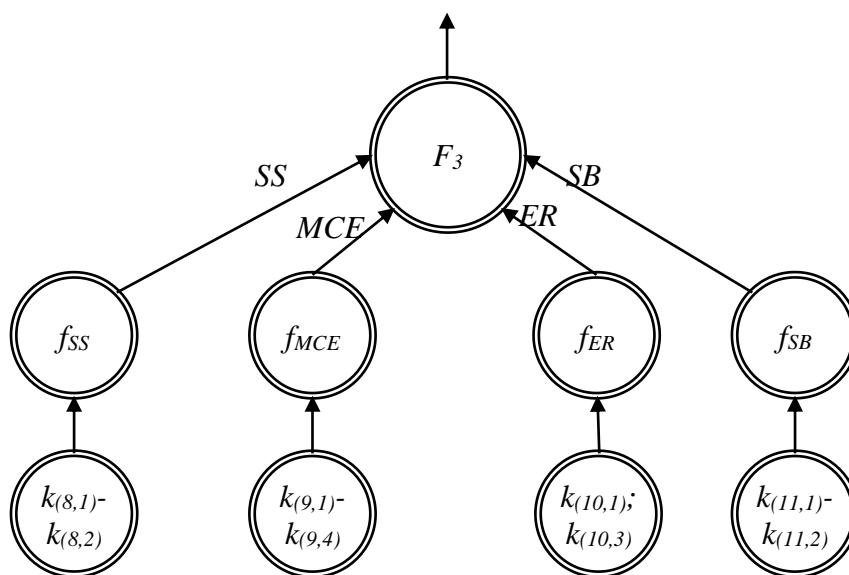


Рисунок 5.9 – Ієрархічне дерево логічного виведення блоку визначників політики екологічної безпеки та захисту

Перший блок складають визначники політики регулювання рівня забруднення:

$$F_4 = \langle GGE, ES, RWS, NP \rangle \quad (5.26)$$

де GGE – показник функціонування системи управління викидами парникових газів (Greenhouse gas emissions);

ES – показник функціонування системи управління енергозбереженням (Energy saving);

RWS – показник функціонування програми щодо скорочення твердих відходів (Reduction of solid waste);

NP – показник шумового забруднення (Noise pollution).

Викиди парникових газів (Greenhouse gas emissions – GGE), повинні бути контрольованими відповідно розроблених процедур:

$$GGE = f_{GGE} (k_{(12,1)}; k_{(12,2)}; k_{(12,3)}; k_{(12,4)}) \quad (5.27)$$

де $k_{(12,1)}$ – існує програма, яка допомагає підприємству здійснювати виміри та/або отримувати інформацію про виміри, контролювати, мінімізувати та публічно повідомляти про викиди парникових газів;

$k_{(12,2)}$ – існують процедури щодо вимірювань та контролю СГ якості довкілля та стану біосистем в межах СЗЗ;

$k_{(12,3)}$ – наявні записи інвентаризації показників хімічного забруднення атмосферного повітря у межах СЗЗ СГ;

$k_{(12,4)}$ – на підприємстві запроваджено нові технології/оновлено обладнання для скорочення шкідливих викидів.

Енергозбереження (Energy saving – ES) - визначає конкурентоспроможність СГ, а наявність заходів та процедур призведе до швидкого та ефективного результату:

$$ES = f_{ES} (k_{(13,1)}; k_{(13,2)}; k_{(13,3)}) \quad (5.28)$$

де $k_{(13,1)}$ – розроблена програма що сприяє збереженню, вимірюванню, моніторингу та скороченню споживання енергії;

$k_{(13,2)}$ – розроблено процедури щодо збереження, вимірювання, моніторингу та скорочення енергії;

$k_{(13,3)}$ – процедури що сприяють збереженню, вимірюванню, моніторингу та скороченню енергії виконуються вчасно і у повному обсязі.

Скорочення твердих відходів (Reduction of solid waste – RSW) враховується ще на стадії розробки продукції та закупівлі матеріалів прийняття рішень про екологічно прийнятні способи поводження з відходами:

$$RSW = f_{RSW} (k_{(14,1)}; k_{(14,2)}; k_{(14,3)}; k_{(14,4)}) \quad (5.29)$$

- де $k_{(14,1)}$ – існує система збору відходів, яка підтримує публічні записи про кількість відходів, що утворюються в результаті діяльності СГ;
 $k_{(14,2)}$ – план управління твердими відходами, має кількісні цілі з мінімізації та забезпечення безпечної та стабільної утилізації відходів, які не використовуються повторно або переробляються;
 $k_{(14,3)}$ – екологічна програма вміщує цілі для скорочення, повторного використання та переробки відходів;
 $k_{(14,4)}$ – цілі екологічної програми щодо скорочення, повторного використання та переробки відходів виконуються.

Шумове забруднення (Noise pollution – NP) - показник турботи керівництва про здоров'я працівників:

$$NP = f_{NP} (k_{(15,1)}; k_{(15,2)}; k_{(15,3)}) \quad (5.30)$$

- де $k_{(15,1)}$ – на підприємстві в екологічній програмі прописано цілі для забезпечення зменшення шумового забруднення на робочих місцях;
 $k_{(15,2)}$ – цілі екологічної програми для забезпечення зменшення шумового забруднення на робочих місцях виконуються;
 $k_{(15,3)}$ – розроблені робочі інструкції щодо шляхів зменшення шумового забруднення на підприємстві.

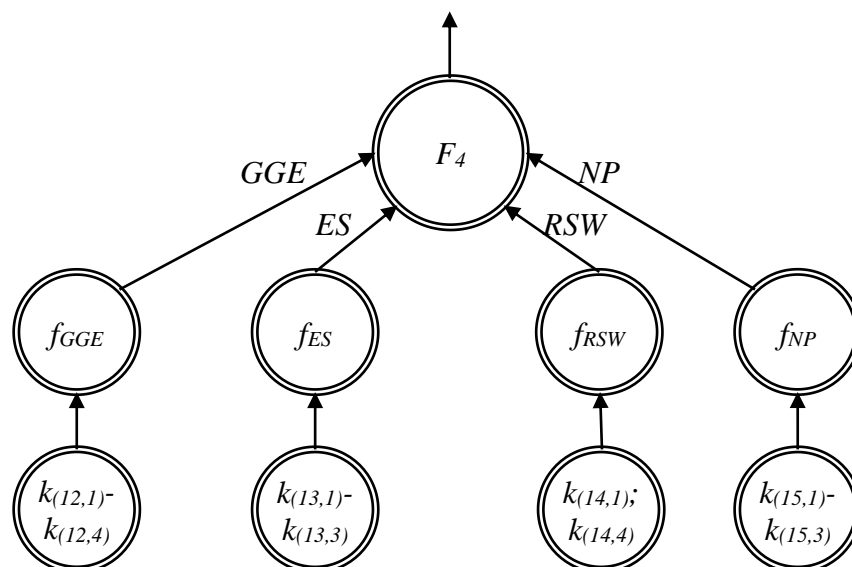


Рисунок 5.10 – Ієрархічне дерево логічного виведення блоку визначників політики регулювання рівня забруднення

Останній блок складають визначники політики управління водними ресурсами (рис. 5.11):

$$F_5 = \langle WU, WD, WQ, WR \rangle \quad (5.31)$$

де WU – показник функціонування системи контролю використання води (Control of water use);

WD – показник функціонування системи контролю за скидами у водні об'єкти (Control of discharges into water bodies);

WQ – показник функціонування системи контролю якості води (Water quality control);

WR – показник функціонування системи рециклінгу водних ресурсів (Water recycling).

Система контролю використання води (Control of water use - WU) полягає в інвентаризації використання води з метою виявлення ділянок, де має місце найбільше споживання водних ресурсів:

$$WU = f_{WU} (k_{(16,1)}; k_{(16,2)}; k_{(16,3)}) \quad (5.32)$$

де $k_{(16,1)}$ – наявність цілей в екологічній програмі, які дозволяють вимірювати, контролювати, зменшувати та публічно повідомляти про використання води;

$k_{(16,2)}$ – на підприємстві працює система управління, яка забезпечує збалансованість водокористування;

$k_{(16,3)}$ – результати моніторингу водних об'єктів є загальнодоступними.

Система контролю скидів у водні об'єкти (Control of discharges into water bodies – WD) є неодмінним завданням суб'єктів господарювання та полягає у здійсненні регулярного моніторингу у цій сфері:

$$WD = f_{WD} (k_{(17,1)}; k_{(17,2)}; k_{(17,3)}) \quad (5.33)$$

де $k_{(17,1)}$ – працює система управління щодо скорочення СГ скидів у водні об'єкти;

$k_{(17,2)}$ – розроблено цілі та виділено фінансові ресурси для оновлення обладнання та технологій щодо скорочення скидів у водні об'єкти;

$k_{(17,3)}$ – наявні процедури щодо технічного обслуговування та випробувань скидів з відстійників та систем очистки стічних вод за допомогою тест-функції тест-об'єктів.

Система контролю якості води (Water quality control – WQ) полягає у перегляді моделі споживання води для оптимізації всіх процесів виробництва:

$$WQ = f_{WQ}(k_{(18,1)}; k_{(18,2)}; k_{(18,3)}) \quad (5.34)$$

де $k_{(18,1)}$ – існує система швидкого реагування на проблеми якості води;

$k_{(18,2)}$ – наявність записів проведення випробувань щодо визначення хімічного складу вод;

$k_{(18,3)}$ – наявність записів щодо ступеня токсичності вод за реакцією тест-об'єктів.

Система рециклінгу водних ресурсів (Water recycling – WR) пов'язана із заходами, які дозволяють знизити ризики забруднення та потребують технічного оснащення, навичок та спеціального обладнання:

$$WR = f_{WR}(k_{(19,1)}; k_{(19,2)}; k_{(19,3)}) \quad (5.35)$$

де $k_{(19,1)}$ – наявність процедури щодо технічного обслуговування та випробувань скидів з відстійників та систем очистки стічних вод;

$k_{(19,2)}$ – екологічна програма має цілі щодо ефективного поводження та повторного використання стічних вод;

$k_{(19,3)}$ – цілі екологічної програми щодо ефективного поводження та повторного використання стічних вод виконуються вчасно та у повному обсязі.

В процесі визначення показників та проведення структурування вхідної інформації здійснюємо об'єднання визначених блоків, що дозволить оцінити організаційні зміни діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження системи екологічного управління та вибрати тип моделі за ефективністю функціонування.

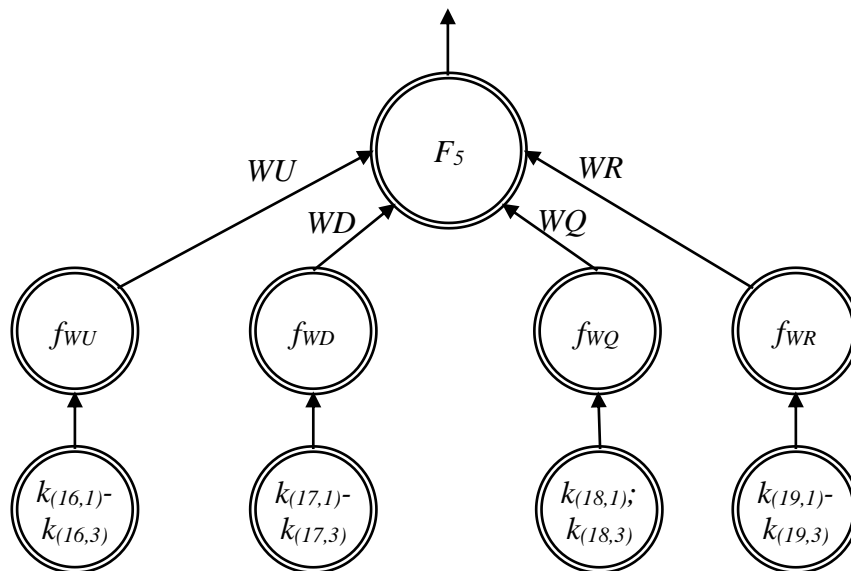


Рисунок 5.11 – Ієрархічне дерево логічного виведення блоку визначників політики управління водними ресурсами

При узагальненні вхідної інформації побудовано ієрархічне дерево логічного виведення рівня організаційних змін для вибору типу моделей СЕУ за ефективністю функціонування (рис. 5.12).

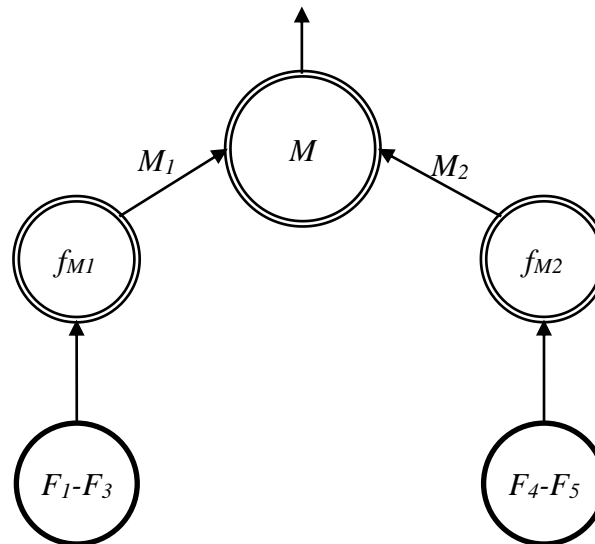


Рисунок 5.12 – Ієрархічне дерево логічного виведення рівня організаційних змін діяльності для вибору типу моделі СЕУ

В отриманому структурному графі елементи дерева інтерпретуються таким чином:

- корінь дерева – тип моделі СЕУ, який оцінюється за ефективністю функціонування СГ та організаційними змінами діяльності СГ (М);
- термінальні вершини – це сформовані та оцінені групи визначників, що характеризують функціонуючу СЕУ СГ (F1,..., F5);
- нетермінальні вершини (подвійні кола) – це згортки вхідних даних, які є результатами проміжного виведення;
- дуги графу, що виходять з нетермінальних вершин – це укрупнені нечіткі показники (M1-M2).

З урахуванням цього, модель визначення рівня організаційних змін діяльності СГ і подальша ідентифікація типів моделей СЕУ за рівнем ефективності функціонування, буде мати наступне функціональне відображення:

$$F = (F_1, \dots, F_5) \rightarrow M [0, 100] \quad (5.36)$$

Термінальні вершини представляють собою групи факторів відповідності СЕУ до ISO (M₁) та управління моніторингом довкілля відповідно до ISO (M₂)

Таким чином, проаналізовано та розглянуто систему показників моделювання типу СЕУ за ефективністю функціонування для суб'єктів господарювання з n-входами та одним виходом, сформовано структурні графи для проведення подальшого нечіткого логічного виведення і визначення рівня організаційних змін діяльності СГ під час впровадження СЕУ.

5.4. Формування бази знань для процесу нечіткого виведення типу моделей системи екологічного управління за ефективністю функціонування

Нечітке виведення Мамдані буде виконуватися на базі знань, де всі значення вхідних та вихідних змінних бази задано нечіткими множинами. Базу знань Мамдані можна трактувати як розбиття простору факторів, що впливають, на зони з розмитими межами, всередині яких функція відгуку приймає нечітке значення. Кількість таких нечітких зон дорівнює числу правил.

Проведемо дослідження побудови баз знань на кожному етапі визначення рівня організаційних змін діяльності СГ, що дозволить обрати тип моделі СЕУ

та відобразити розуміння причинно-наслідкових зв'язків між вхідними і вихідним параметрами досліджуваної системи (рис. 2.2).

Як показав аналіз показників організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання при побудові ієрархічних дерев логічного виведення застосовувався стандартизований підхід станів лінгвістичних термів, які набувають лексичних значень: низький (Low), середній (Medium), високий (High). Це дозволяє управляти системою при внесенні змін або корегуванні кількості вхідних параметрів і робить методику більш гнучкою та керованою, а також розглядати та аналізувати дію факторів із більшими та меншими ступенями впливу.

В процесі проведення фазифікації вхідні дані найнижчого рівня визначалися на універсальній множині $[0;10]$, а вихідними параметрами виступали показники функціонування системи екологічного управління за різними спорідненими ознаками і на стадії дефазифікації розраховувалися на універсальній множині $[0;1]$.

Аналіз показників, які представлені ієрархічними деревами логічного виведення, дозволив виокреми і сформулювати універсальні бази знань для груп з однаковою кількістю вхідних даних. Можна зазначити, що на найнижчому рівні виокремлено 3 групи показників з однаковою кількістю вхідних елементів.

Першою групою є показники до складу яких входить 2 елементи. Це такі показники як показник участі громадськості (*PP*), функціонування системи управління безпекою та охороною (*SS*), функціонування системи управління захистом біосистем (*SB*).

Нечітке виведення Мамдані буде виконуватися на базі знань, яка представлена в табл. 5.14, всі значення вхідних та вихідних змінних бази задано нечіткими множинами. Відзначимо, що чим більше правил задано, тим точніший результат на виході.

Таблиця 5.14 - Матриця бази знань для моделювання показників із двома вхідними параметрами

Номер правила	Значення лінгвістичної терми на вході		Значення терму вихідної лінгвістичної змінної
	$K_{i,i}$	$K_{i,i+1}$	
1	Low	Low	Low

Номер правила	IF (ЯКЦО)	Значення лінгвістичної терми на вході		THEN (ТО)	Значення терму вихідної лінгвістичної змінної
		$K_{i,j}$	$K_{i,j+1}$		Y_i
2		Low	Medium		
3		Medium	Low		
4		Low	High		
5		Medium	Medium		Medium
6		High	Low		
7		Medium	High		
8		High	Medium		
9		High	High		High

Далі виводяться нечіткі логічні рівняння, які будуть використовуватися для обчислення значення вихідного параметра за фіксованих значень вхідних параметрів. Рівняння отримують із нечітких логічних висловлювань, замінюючи терми лінгвістичних змінних відповідними функціями належності, а операції «і» та «або» – операціями знаходження мінімуму (\wedge) та максимуму (\vee) відповідно.

Лінгвістичним висловлюванням, що наведені в табл. 5.14, відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідними термами:

$$\begin{aligned} \mu_{Low}(Y_i) &= (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1})) \vee \\ &\vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1})) \vee \\ &\vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1})) \end{aligned} \quad (5.37)$$

$$\begin{aligned} \mu_{Medium}(Y_i) &= (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1})) \vee \\ &\vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1})) \vee \\ &\vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1})) \end{aligned} \quad (5.38)$$

$$\begin{aligned} \mu_{High}(Y_i) &= (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1})) \vee \\ &\vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1})) \vee \\ &\vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1})) \end{aligned} \quad (5.39)$$

де $K_{i,j}$ та $K_{i,j+1}$ – вхідні параметри, що входять до складу показника, який досліджується;

Y_i – вихідний параметр показника, який досліджується.

Таким чином, весь процес побудови бази знань показника, який має два вхідних параметра представлена на рис. 5.13.

До другої групи входять показники, які формуються за допомогою трьох вхідних елементів. Це такі показники як показник функціонування стандартів (S), функціонування системи оцінки екологічних ризиків (ER), функціонування системи управління енергозбереженням (ES), шумового забруднення (NP), функціонування системи контролю використання води (WU), функціонування системи контролю скидами у водні об'єкти (WD), функціонування системи контролю якістю води (WQ), функціонування системи рециклінгу водних ресурсів (WR).

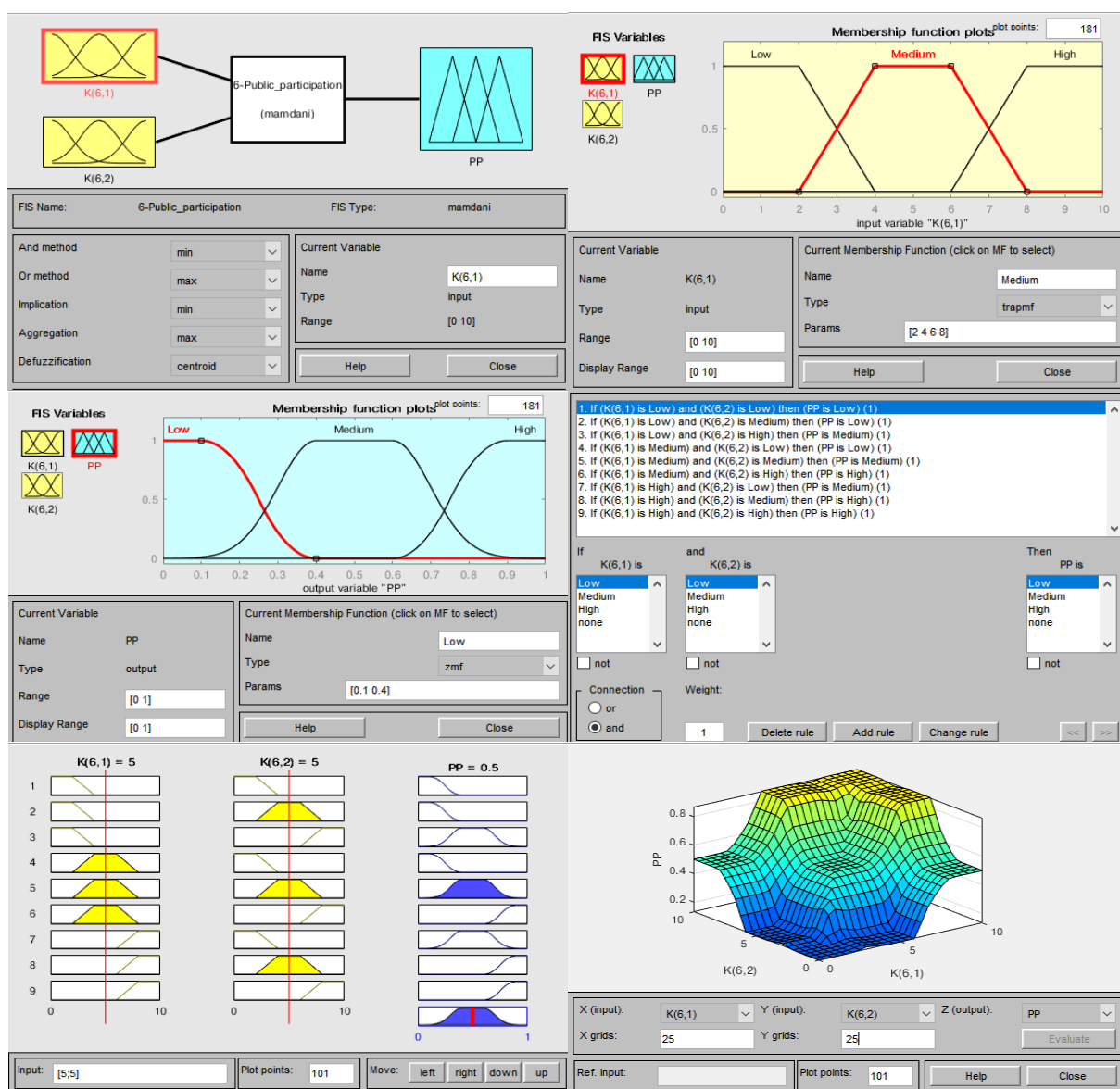


Рисунок 5.13 – Візуалізація етапів побудови та використання бази знань для показника з двома вхідними параметрами за допомогою пакету MatLab

Нечітке виведення Мамдані буде виконуватися на базі знань, яка представлена в табл. 5.15, всі значення вхідних та вихідних змінних бази задано

нечіткими множинами. База знань, що формується трьома вхідними параметрами містить 27 правил.

Для обчислення значення вихідного параметра за фіксованих значень вхідних параметрів виводимо нечіткі логічні рівняння, які будуть використовуватися.

Таблиця 5.15 - Матриця бази знань для моделювання показників із трьома вхідними параметрами

Номер правила	Значення лінгвістичної терми на вході			Значення терму вихідної лінгвістичної змінної
	K_{ij}	K_{ij+1}	K_{ij+2}	
1	Low	Low	Low	Low
2	Low	Low	Medium	
3	Low	Low	High	
4	Low	Medium	Low	
5	Low	Medium	Medium	
6	Low	High	Low	
7	Medium	Low	Low	
8	Medium	Low	Medium	
9	Medium	Medium	Low	
10	High	Low	Low	
11	Low	Medium	High	Medium
12	Low	High	Medium	
13	Low	High	High	
14	Medium	Low	High	
15	Medium	Medium	Medium	
16	Medium	Medium	High	
17	Medium	High	Low	
18	Medium	High	Medium	
19	High	Low	Medium	
20	High	Low	High	
21	High	Medium	Low	High
22	High	Medium	Medium	
23	High	High	Low	
24	Medium	High	High	
25	High	Medium	High	
26	High	High	Medium	
27	High	High	High	

Лінгвістичним висловлюванням, що наведені в табл. 5.15, відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідними термами:

$$\begin{aligned}
\mu_{Low}(Y_i) = & (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2})) \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+2})) \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+2})) \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2})) \vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2})) \vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2}))
\end{aligned} \tag{5.40}$$

$$\begin{aligned}
\mu_{Medium}(Y_i) = & (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+2})) \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+2})) \vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+2})) \vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2})) \vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2})) \vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2})) \vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2}))
\end{aligned} \tag{5.41}$$

$$\begin{aligned}
\mu_{High}(Y_i) = & (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+2}))
\end{aligned} \tag{5.42}$$

де $K_{i,j}$, $K_{i,j+1}$ та $K_{i,j+2}$ – вхідні параметри, що входять до складу показника, який досліджується;

Y_i – вихідний параметр показника, який досліджується.

Таким чином, весь процес побудови бази знань показника, яких має три вхідні параметри представлено на рис. 5.15.

Третя група – це група показників, які розраховуються за допомогою чотирьох вхідних параметрів. Можна відзначити що до даної групи входять такі показники як показник функціонування стратегії екологічної діяльності суб'єктів господарювання (*SEE*), показник результативності і управління суб'єктів господарювання (*OM*), функціонування системи управління викидами парникових газів (*GGE*), функціонування системи моніторингу (*M*), функціонування системи задоволення зовнішнього оточення (*PEE*), функціонування системи популяризації діючої СЕУ підприємства для покращення громадської думки (*P*), функціонування системи управління кризами та надзвичайними ситуаціями (*MCE*), функціонування програми щодо скорочення твердих відходів (*RWS*).

Нечітке виведення Мамдані буде виконуватися на базі знань, яка представлена в табл. 5.16, всі значення вхідних та вихідних змінних бази задано нечіткими множинами. База знань, що формується чотирма вхідними параметрами містить 81 правило.

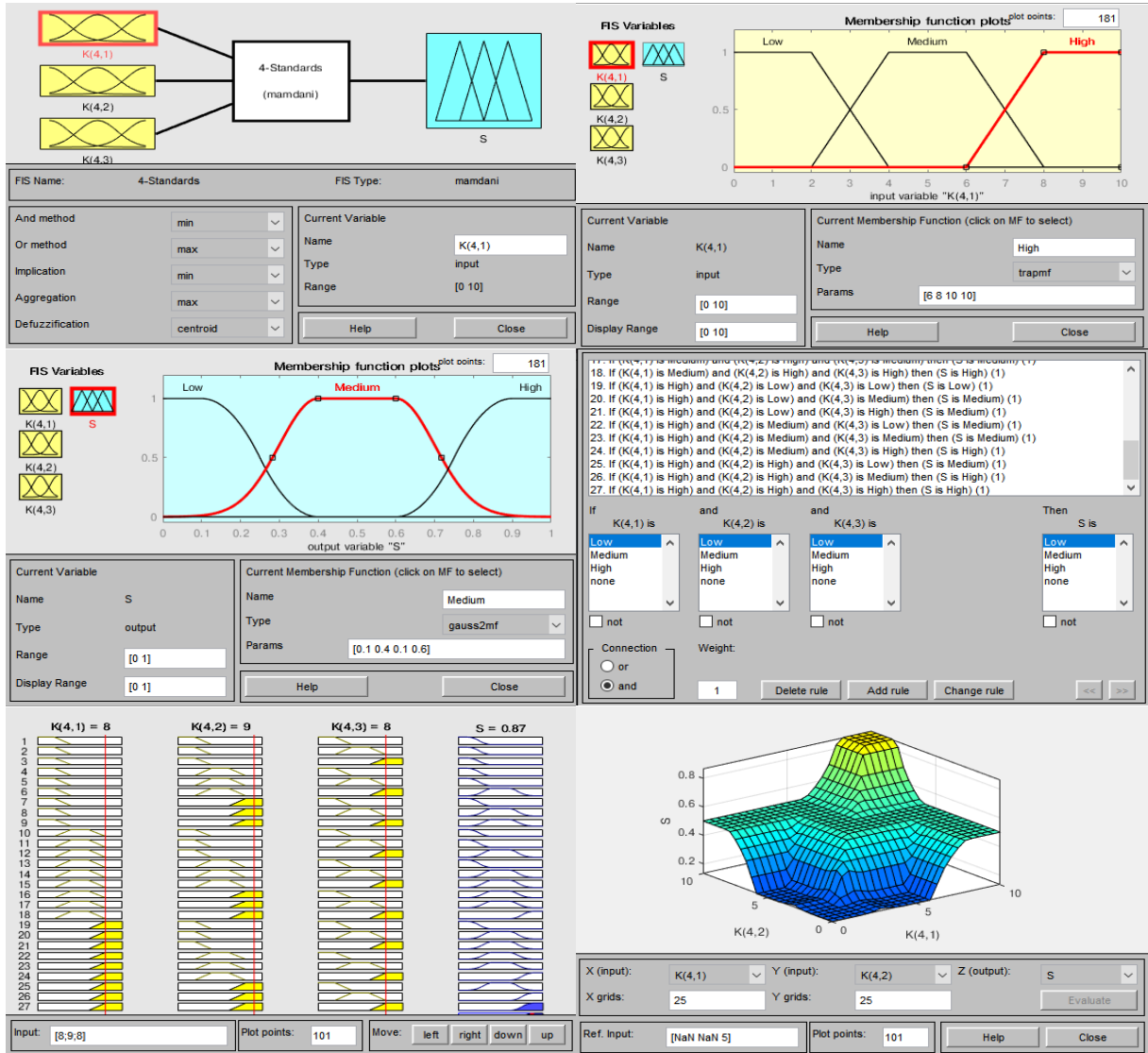


Рисунок 5.15 – Візуалізація етапів побудови та використання бази знань для показника з трьома вхідними параметрами за допомогою пакету MatLab

Таблиця 5.16 - Матриця бази знань для моделювання показників із чотирма вхідними параметрами

Номер правила		Значення лінгвістичної терми на вході					Значення терму вихідної лінгвістичної змінної
		$K_{i,j}$	$K_{i,j+1}$	$K_{i,j+2}$	$K_{i,j+3}$		
1	IF (JK)	Low	Low	Low	Low	THE Z	Low
2		Low	Low	Low	Medium		

Номер правила	Значення лінгвістичної терми на вході				Значення терму вихідної лінгвістичної змінної
	$K_{i,i}$	$K_{i,i+1}$	$K_{i,i+2}$	$K_{i,i+3}$	Y_i
3	Low	Low	Low	High	
4	Low	Low	Medium	Low	
5	Low	Low	Medium	Medium	
6	Low	Low	High	Low	
7	Low	Medium	Low	Low	
8	Low	Medium	Low	Medium	
9	Low	Medium	Medium	Low	
10	Low	High	Low	Low	
11	Medium	Low	Low	Low	
12	Medium	Low	Low	Medium	
13	Medium	Low	Medium	Low	
14	Medium	Medium	Low	Low	
15	High	Low	Low	Low	
16	Low	Low	Medium	High	
17	Low	Low	High	Medium	
18	Low	Low	High	High	
19	Low	Medium	Low	High	
20	Low	Medium	Medium	Medium	
21	Low	Medium	Medium	High	
22	Low	Medium	High	Low	
23	Low	Medium	High	Medium	
24	Low	Medium	High	High	
25	Low	High	Low	Medium	
26	Low	High	Low	High	
27	Low	High	Medium	Low	
28	Low	High	Medium	Medium	
29	Low	High	Medium	High	
30	Low	High	High	Low	
31	Low	High	High	Medium	
32	Medium	Low	Low	High	
33	Medium	Low	Medium	Medium	
34	Medium	Low	Medium	High	
35	Medium	Low	High	Low	
36	Medium	Low	High	Medium	
37	Medium	Low	High	High	
38	Medium	Medium	Low	Medium	
39	Medium	Medium	Low	High	
40	Medium	Medium	Medium	Low	
41	Medium	Medium	Medium	Medium	
42	Medium	Medium	Medium	High	
43	Medium	Medium	High	Low	
44	Medium	Medium	High	Medium	
45	Medium	High	Low	Low	
46	Medium	High	Low	Medium	
47	Medium	High	Low	High	
48	Medium	High	Medium	Low	
49	Medium	High	Medium	Medium	
50	Medium	High	High	Low	
51	High	Low	Low	Medium	
52	High	Low	Low	High	

Medium

Номер правила	Значення лінгвістичної терми на вході				Значення терму вихідної лінгвістичної змінної	
	$K_{i,j}$	$K_{i,j+1}$	$K_{i,j+2}$	$K_{i,j+3}$	Y_i	
53	High	Low	Medium	Low		
54	High	Low	Medium	Medium		
55	High	Low	Medium	High		
56	High	Low	High	Low		
57	High	Low	High	Medium		
58	High	Medium	Low	Low		
59	High	Medium	Low	Medium		
60	High	Medium	Low	High		
61	High	Medium	Medium	Low		
62	High	Medium	Medium	Medium		
63	High	Medium	High	Low		
64	High	High	Low	Low		
65	High	High	Low	Medium		
66	High	High	Medium	Low		
67	Low	High	High	High		High
68	Medium	Medium	High	High		
69	Medium	High	Medium	High		
70	Medium	High	High	Medium		
71	Medium	High	High	High		
72	High	Low	High	High		
73	High	Medium	Medium	High		
74	High	Medium	High	Medium		
75	High	Medium	High	High		
76	High	High	Low	High		
77	High	High	Medium	Medium		
78	High	High	Medium	High		
79	High	High	High	Low		
80	High	High	High	Medium		
81	High	High	High	High		

Виводимо нечіткі логічні рівняння, які будуть використовуватися для обчислення значення вихідного параметра, яке враховує фіксовані значення чотирьох вхідних параметрів. Лінгвістичним висловлюванням, що наведені в табл. 5.16, відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідними термами:

$$\begin{aligned}
\mu_{Low}(Y_i) = & (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+3}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+3}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+2})) \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+3}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2})) \vee \\
& \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{Low}(K_{i,j}) \wedge \mu_{High}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{Medium}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Medium}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{High}(K_{i,j}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{Low}(K_{i,j+3}))
\end{aligned} \tag{5.43}$$

$$\begin{aligned}
\mu_{\text{Medium}}(Y_i) = & (\mu_{\text{Low}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Low}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{\text{Low}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Low}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{\text{Low}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Low}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{\text{Low}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Low}}(K_{i,j+3}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{\text{Low}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{\text{Low}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \dots \\
& \dots \\
& \dots \\
& \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{Low}}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{Low}}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Low}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{Low}}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Low}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+3}))
\end{aligned} \tag{5.44}$$

$$\begin{aligned}
\mu_{\text{High}}(Y_i) = & (\mu_{\text{Low}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{\text{Medium}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{\text{Medium}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+3}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{\text{Medium}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{\text{Medium}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Low}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Low}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{Low}}(K_{i,j+3})) \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{Medium}}(K_{i,j+3})) \vee \\
& \vee (\mu_{\text{High}}(K_{i,j}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+1}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+2}) \wedge \mu_{\text{High}}(K_{i,j+3}))
\end{aligned} \tag{5.45}$$

де $K_{i,j}$, $K_{i,j+1}$, $K_{i,j+2}$ та $K_{i,j+3}$ – вхідні параметри, що входять до складу показника, який досліджується;

Y_i – вихідний параметр показника, який досліджується.

Таким чином, весь процес побудови бази знань показника, який має чотири вхідні параметри, представлено на рис. 5.16.

При переході до побудови бази знань щодо розрахунку визначників у якості вхідних параметрів використовувалися значення вихідних даних нижнього рівня. При цьому значення і вхідних і вихідних змінних визначаються універсальною множиною $[0;1]$.

База знань, що використовується для нечіткого виведення значень визначників, формується тим же чином, як зазначено вище в залежності від кількості вхідних даних.

База знань, що використовується для розрахунку політики роботи із стейкхолдерами та ЗМІ (F_I) та факторів відповідності СЕУ до міжнародних норм і стандартів ISO (M_I), містить 27 правил (табл. 5.15) та нечіткі логічні рівняння (5.40)-(5.42). Ці вхідні змінні визначаються зміною трьох вхідних елементів.

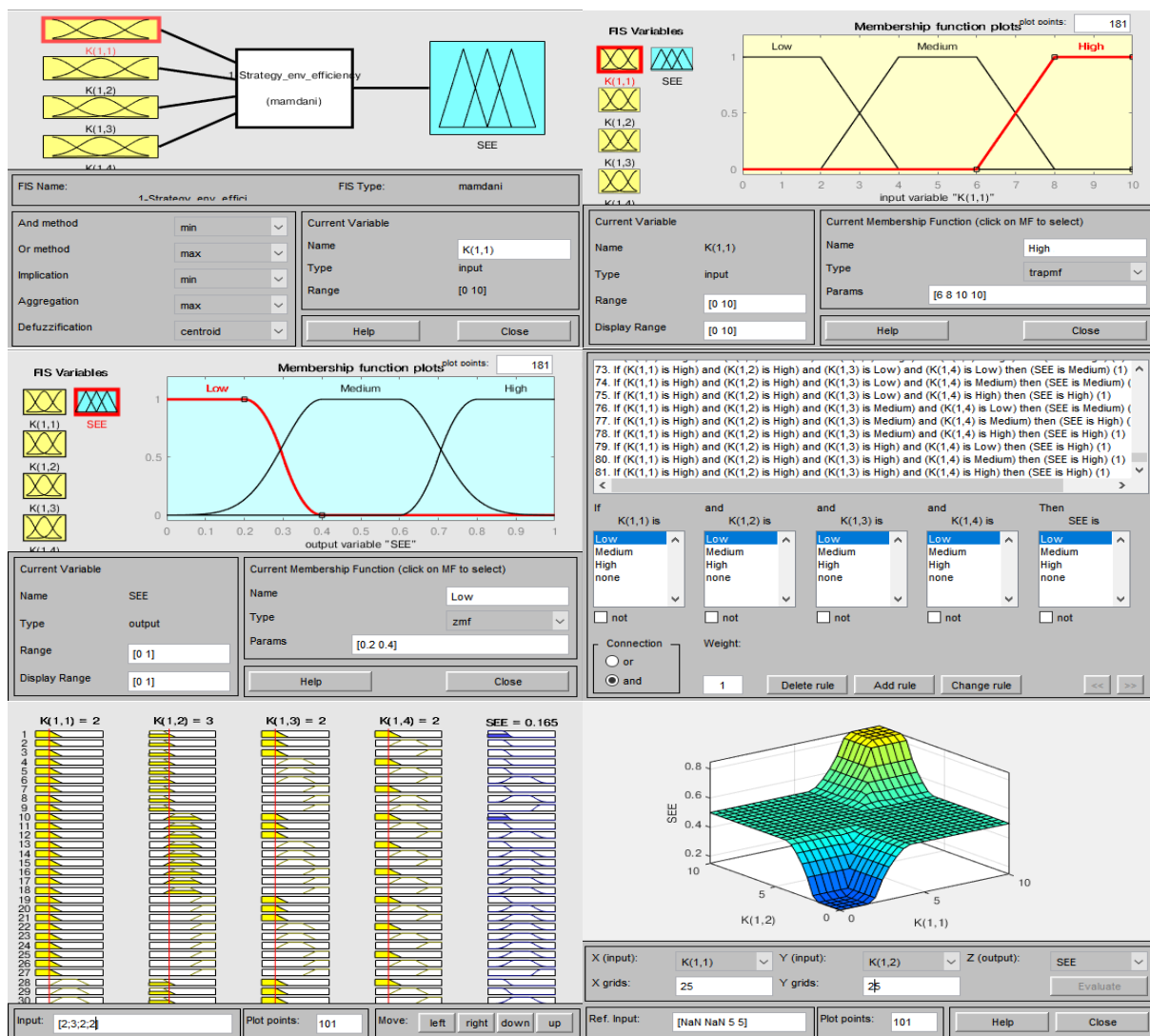


Рисунок 5.16 – Візуалізація етапів побудови та використання бази знань для показника з чотирма вхідними параметрами за допомогою пакету MatLab

Визначники стратегії екологічної політики (F_1), політики екологічної безпеки та захисту (F_3), політики регулювання рівня забруднення (F_4), політики управління водними ресурсами (F_5) у своїй обчислювальній структурі містять по чотири вхідних елементи. Тому, база знань побудована на 81 правилі (табл. 5.16), які дозволили сформувати нечіткі рівняння (5.43)-(5.45).

База знань розрахунку вихідного значення факторів управління моніторингом довкілля відповідно до міжнародних норм та стандартів ISO (M_2), який формується двома вхідними елементами, містить 9 правил (табл. 5.14) та визначається лінгвістичними рівняннями (5.37)-(5.39).

Найвищий щабель ієрархічного дерева логічного виведення рівня організаційних змін діяльності СГ для вибору типу моделі СЕУ розраховується на універсальній множині (0-100 балів).

Лінгвістичним висловлюванням, відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідними термами:

$$\mu_{Low}(M) = (\mu_{Low}(M_1) \wedge \mu_{Low}(M_2)) \vee (\mu_{Low}(M_1) \wedge \mu_{Medium}(M_2)) \vee (\mu_{Medium}(M_1) \wedge \mu_{Low}(M_2)) \quad (5.46)$$

$$\mu_{Medium}(M) = (\mu_{Low}(M_1) \wedge \mu_{High}(M_2)) \vee (\mu_{High}(M_1) \wedge \mu_{Low}(M_2)) \vee (\mu_{Medium}(M_1) \wedge \mu_{Medium}(M_2)) \quad (5.47)$$

$$\mu_{High}(M) = (\mu_{Medium}(M_1) \wedge \mu_{High}(M_2)) \vee (\mu_{High}(M_1) \wedge \mu_{Medium}(M_2)) \vee (\mu_{High}(M_1) \wedge \mu_{High}(M_2)) \quad (5.48)$$

У результаті опрацювання правил, що формують базу знань нечіткого виведення, та проведення операцій над нечіткими множинами буде отримано значення рівня організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання, вираженого чітким числом, що дозволить вибрати тип моделі СЕУ за ефективністю функціонування. На основі отриманих значень можливо зробити висновки стосовно стану організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання у розвитку системи управління екологічною безпекою для активізації позитивної екологічної та інноваційної діяльності.

Висновки до розділу 5

1. На основі апріорної та статистичної інформації СГ сформовано алгоритм визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ. Базовими параметрами, що покладено до системи розрахунків є нормування динаміки зміни значень показників за період спостереження: до впровадження та після впровадження СЕУ. Визначено, що позитивний рівень стану системи є показником ефективності функціонування СЕУ, а комплексна оцінка формується за усередненим значенням усіх складових.

2. Аналіз показників комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ показав, що розрахунок більшості показників та індикаторів враховує напрямок змін цільових функцій, що забезпечують позитивні тенденції впливу цих чинників.

3. За результатами дослідження окремих одиничних чинників сформовано групи об'єднуючих показників, які дозволили визначити групові показники системи екологічного управління: екологічної результативності (*EA*), ефективності управління (*EM*) та екологічної дієвості (*EE*), а також побудувати математичну модель їх розрахунку.

Окремо слід зазначити відмінність алгоритмів проведення математичних розрахунків одиничних чинників, позитивний характер яких визначається станом на момент останньої фіксації їх зміни. Абсолютне відхилення чинників за період спостереження вказує на напрямок успішності еколого-економічної політики, зокрема потенційний ризик здоров'ю населення при впливі різних ЗР, що потрапляють до організму людини через атмосферне повітря, ґрунт та водне середовище, а також показники рН та жорсткості води мають свої моделі розрахунку. Такі одиничні чинники є індикатором рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання та показником ступеня збереження та/або відновлення природних компонентів довкілля.

4. За результатами проведених теоретичних та експериментальних досліджень сформовано математичну модель комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ із врахуванням вагомості групових показників, що дозволяє враховувати вплив сфери діяльності суб'єктів господарювання на навколишнє середовище.

5. Процес визначення рівня організаційних змін діяльності СГ для оцінювання ефективності управлінської діяльності та розвитку системи управління екологічною безпекою було автоматизовано, шляхом використання сучасних комп'ютерних засобів та продуктів, а саме пакету MatLab.

6. Сформовано алгоритм нечіткого виведення значень лінгвістичних змінних з використанням різних функцій належності та лінгвістичних правил їх розрахунку.

7. Враховуючи особливості функціонування системи екологічного управління СГ та вимоги пакету MatLab, проведено декомпозицію структурного графу визначення рівня організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання для вибору типу моделі СЕУ, яка дозволила дослідити ієрархічні дерева логічного виведення на всіх рівнях дослідження системи.

8. Проаналізовано та розглянуто систему показників моделювання типу СЕУ за ефективністю функціонування для суб'єктів господарювання з n-входами та одним виходом, сформовано структурні графи для проведення подальшого нечіткого логічного виведення і отримання рівня організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження СЕУ.

9. В процесі обробки структурних графів окремих складових досліджуваної системи, сформовано бази знань та лінгвістичні рівняння для реалізації нечіткого виведення параметрів рівня організаційних змін СГ для вибору типу моделей СЕУ за ефективністю функціонування. У результаті опрацювання правил, що формують базу знань нечіткого виведення, та проведення операцій над нечіткими множинами визначається рівень організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання, виражений чітким числом, для подальшого виокремлення типу моделей СЕУ за ефективністю функціонування.

Основні результати, отримані при вирішенні поставлених у розділі 5 завдань, опубліковані в роботах [192, 366, 406, 424, 442].

РОЗДІЛ 6 ОЦІНЮВАННЯ РОЗВИТКУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ

6.1. Обґрунтування базових характеристик дослідження діяльності суб'єктів господарювання

Попередній екологічний аналіз є першим кроком для впровадження систем екологічного управління суб'єктами господарювання. Він проводиться для визначення поточної екологічної ситуації в організації, оцінки її природоохоронної діяльності та використовується в якості фундаменту для подальшої розробки СЕУ. Будь-яка зміна в НС, позитивна або негативна, повністю або частково є результатом діяльності організації, її продукції або послуг (екологічних аспектів СГ) і розглядається як вплив на довкілля. Співвідношення «екологічні аспекти» і «вплив на навколишнє середовище» можна розглядати як причинно-наслідковий зв'язок, тобто контроль причин і умов впливу екологічних аспектів, дозволить контролювати й вплив організації на довкілля [433, 461]. Відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 14001:2015, керівництво СГ повинно забезпечити визначення екологічних аспектів, які включають дані щодо викидів в атмосферу; скидів у водойми; виробництва відходів та їх утилізації; використання вихідної сировини, води, енергії; шумового забруднення, пилу тощо. Отримана інформація формує ядро СЕУ та розширює можливості управління екологічними аспектами для зменшення негативного впливу на довкілля [364, 388, 403, 404, 422, 433, 455, 459, 464].

Тому, для проведення подальших досліджень було проведено попередній аналіз, особливістю якого було визначення впливу діяльності виробничих потужностей десяти суб'єктів господарювання, які здійснюють різну за видами економічну діяльність у адміністративно-територіальних районах м. Києва на стан НС (Додаток Д).

Виробничий майданчик СГ (*КВЕД 47.11 Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами*) знаходиться в будівлі торговельного центру та межує: із півночі – землі загального користування; з півдня – торговельний центр; зі сходу – торговельний центр, землі загального користування; із заходу –

торгівельний центр. Найменша відстань до житлової забудови становить 205 м від джерела №10 в південно-західному напрямку. Об'єкти ПЗФ та курортної зони в районі майданчику відсутні.

Експлуатація технічного обладнання СГ здійснюється згідно вимог технічної документації по їх застосуванню, яка надається виробником обладнання, що забезпечить неможливість виникнення нештатних ситуацій. Газоочисні установки відсутні. Лабораторія для проведення моніторингових досліджень відсутня. На досліджуваному СГ всього нараховується 13 джерел викидів забруднюючих речовин: 12 організованих та 1 пересувне.

Промисловий майданчик СГ розташований у Дніпровському районі м. Києва – (код КВЕД 26.51 *Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації*) і межує: з північного заходу – торговельний центр; з північного сходу – торговельна база; з південного сходу – дорога; з південного заходу – незабудовані землі загального користування. Найближча житлова забудова знаходиться на відстані 815 м у північно-східному напрямку від джерела викиду № 19. Об'єкти ПЗФ відсутні.

СГ спеціалізується на забезпеченні лабораторій загально лабораторним обладнанням, складною аналітичною технікою та лабораторними меблями. Лабораторія для проведення моніторингових досліджень відсутня. В процесі проведення робіт з інвентаризації на підприємстві було виявлено 19 джерел викидів забруднюючих речовин, з них: 14 організованих та 5 неорганізованих.

СГ розташований у Дарницькому районі м. Києва – (код КВЕД 20.42 *Виробництво парфумних і косметичних засобів*) знаходиться та межує: з півночі – автомобільна дорога; зі сходу – приватне підприємство по вирощуванню грибів (законсервоване); із заходу – торговельний центр; з півдня – землі загального користування. На підприємстві СЕУ сертифікована відповідно до ДСТУ ISO 14001:2004. Найменша відстань до житлової забудови становить 290 м від джерела №2 в північному напрямку. Згідно Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.96р. № 173, підприємство відноситься до IV класу небезпеки з санітарно-захисною зоною 100 м (зона витримується). Об'єкти ПЗФ в районі проммайданчику відсутні.

СГ займається виробництвом косметичної продукції: піно-миючі засоби,

кремові засоби, побутова хімія, водні засоби, зубна паста, скраби соляні, засоби на основі олії. Щорічний випуск продукції підприємством становить – 4553,3 т.

В результаті проведення робіт по інвентаризації було виявлено 10 організованих та 2 неорганізовані джерела викидів забруднюючих речовин.

СГ розташований у Подільському районі м. Києва – (код КВЕД 81.10 *Комплексне обслуговування об'єктів*) межує: з півночі – на відстані 70 м житловий будинок; з півдня – територія інституту (відстань до корпусу 100 м); зі сходу – на відстані 75 м житловий будинок; із заходу – на відстані 50 м гуртожиток інституту. Найменша відстань до житлової забудови становить 50 м від джерела №1 в західному напрямку. Об'єкти ПЗФ відсутні.

Суб'єкт господарювання займається обслуговуванням котелень для теплопостачання систем опалення та отримання гарячої води на потреби гарячого водопостачання житлових будинків.

Котельня призначена для відпуску тепла споживачам у вигляді мережної води для централізованого теплопостачання систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання житлової будівлі. У якості палива використовується природний газ. Котельня знаходиться на даху житлового будинку, з виведенням димових труб вище даху на висоту 76 м.

Експлуатація технічного обладнання СГ здійснюється згідно вимог технічної документації по їх застосуванню. Газоочисні установки відсутні. Лабораторія для моніторингових досліджень відсутня.

Виробничою діяльністю СГ не займається, продукцію не випускає. Призначення котлів – теплопостачання системи опалення та гарячого водопостачання житлового будинку. Всього нараховується 6 організованих джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

СГ розташовується в Печерському районі м. Києва – (код КВЕД 56.10 *Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування*) межує: з півночі – зона відпочинку; з півдня – проїзна частина дороги; з заходу – зона відпочинку; з сходу – проїзна частина дороги. Найближча житлова забудова знаходиться на відстані 60 м у північному напрямку від джерела викиду № 1.

Будівля ресторану двоповерхова. На першому поверсі розміщується власне приміщення ресторану (банкетний зал, зали ресторану, бари, дитяча та ігрові кімнати, рецепція, гардероб та санвузли) та кухня. Кухня ресторану

складається з холодного цеху, гарячого цеху, зони піцейоли, сервірувальної, мийки столового посуду.

В результаті проведення робіт по інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від джерел викиду було виявлено 5 джерел викидів ЗР в атмосферне повітря (4 організованих, 1 неорганізоване).

СГ розташований у Святошинському районі м. Києва – (код КВЕД 47.30 *Роздрібна торгівля паливом*) межує: з півночі – водойма; - зі сходу автомобільна дорога; - з заходу – автомобільна дорога; - з півдня – житлова забудова. Найменша відстань до житлової забудови становить 300 м від джерела №1 в північному напрямку.

На майданчику СГ розташована автозаправна станція (АЗС). На АЗС здійснюється приймання, зберігання та роздрібний продаж 2-х видів палива: 1 марки бензину – А-95 Pulls та дизельного палива (ДП) Pulls.

До складу АЗС входить: два підземних двохстінних металевих резервуара ємністю 5 м³. Резервуари виконано з подвійною оболонкою типу «термос» та обладнано системою повернення парів бензину і насичених вуглеводнів при їх заповненні, дихальною арматурою з клапанною системою, технічними пристроями для запобігання переповнення ємностей при зливі бензину та дизельного палива; паливороздавальний пункт під навісом. В результаті інвентаризації АЗС було виявлено 6 джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря: 2 організованих та 4 неорганізованих.

СГ розташований в Голосіївському районі м. Києва – (код КВЕД 42.11 *Будівництво доріг та автострад*) межує: з півночі – житлова забудова; зі сходу – землі загального користування; з заходу – автомобільна дорога; з півдня - землі загального користування. Найменша відстань до житлової забудови від джерела №20 становить 1100 м в північному напрямку. Згідно Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.96р. № 173 підприємство відноситься до I класу з розміром санітарно-захисної зони 1000 м (СЗЗ витримана). Згідно з «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом МОЗ України від 19.06.96 р. №173 розмір санітарно-захисної зони від перевантаження матеріалів, що пилять становить 100 м (СЗЗ витримана) [462, 463]. Лабораторія для

моніторингових досліджень відсутня. Всього нараховується 27 джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (8 організованих та 18 неорганізованих) та 2 – пересувні.

Суб'єкт господарювання розташований в Оболонському районі м. Києва – (код КВЕД 10.11. *Виробництво м'яса*) межує: з півночі – торгівельні склади; з півдня – деревні насадження; з заходу – дорога, далі деревні насадження; із сходу – землі загального користування. Згідно додатку №4 «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» (ДСП 173, Київ 1996) нормативна санітарно-захисна зона для ковбасного цеху складає 50 м (Виробництво по обробці тваринних продуктів. ковбасні цехи продуктивністю понад 3 т за зміну, у тому числі з м'ясокопильнями). Найближча житлова забудова знаходиться на відстані 511 м у західному напрямку. Підприємство займається переробкою м'яса.

Суб'єкт господарювання розташований в Деснянському районі м. Києва – (код КВЕД 49.31. *Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення*) межує: з півночі – землі загального призначення; зі сходу – водойма; з заходу – дорога; з півдня – СТО. Основним предметом діяльності суб'єкта господарювання є участь в обслуговуванні 16 комунальних автобусних маршрутів, маршрутних таксі та приміських маршрутів, а також надання в оренду автобусів для перевезень.

Суб'єкт господарювання розташований в Шевченківському районі м. Києва – (код КВЕД 68.20 *Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна*). Виробничий майданчик підприємства межує: з півночі з територією підприємства зі столярного виробництва; з північного заходу – з територією підприємства з виробництва бетонних виробів; з півдня – з територією підприємства харчової промисловості; з південного заходу та південного сходу – землями приватного користування; з заходу – землями приватного користування; з сходу – з землями, що знаходяться у комунальній власності. В процесі проведення робіт з інвентаризації на підприємстві було виявлено 10 організованих та 3 неорганізованих (1 пересувне).

Таким чином, проведено попередній екологічний аналіз для визначення основних видів діяльності СГ перед початком впровадження СЕУ. На основі отриманих даних (Додаток Д) встановлено джерела викидів ЗР та їх кількість.

Отже, здійснення попереднього екологічного аналізу та визначення впливу діяльності, продукції та послуг суб'єктів господарювання на стан НС дозволяє зібрати і структурувати необхідну інформацію для визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ.

6.2. Розрахунок комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання

Визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ відбувалось для десяти СГ, які здійснюють різну за видами економічну діяльність в десяти адміністративно-територіальних районах м. Києва.

Першим складовим елементом комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ суб'єктів господарювання, є груповий показник екологічної результативності (EA). Обробка результатів експериментальних та моніторингових спостережень, які були проведенні в процесі наукового дослідження дозволили розрахувати значення об'єднуючих показників, що входять до складу групового показника [55].

Аналіз динаміки зміни чинників, що формують окремі групи об'єднуючих показників, які покладені в основу визначення даних групового показника екологічної результативності наведено в Додатку Е.

Так, обробка першої групи чинників об'єднуючого показника $EA(R)$, що характеризують екологічний стан сировинної бази, представлена в табл. Е.1, рис. Е.1 та Е.2 (Додатку Е).

За об'єднуючим показником «Продукція – $EA(P)$ » аналізуються технології утилізації та рециклінгу, а також рівень потреб у природних ресурсах для забезпечення діяльності підприємств. Результати дослідження чинників, що входять до складу об'єднуючого показника «Продукція – $EA(P)$ » представлено у Додатку Е (табл. Е.2, рис. Е.3 та рис. Е.4).

Графічний аналіз результатів дослідження показує, що майже всі дослідні СГ не використовують сучасний досвід щодо впровадження технологій утилізації упаковки та продукції у свій виробничий процес.

Виробнича діяльність та якість продукції СГ напряму залежить від екологічних показників процесу постачання. Розрахунок рівня відповідності

окремих чинників об'єднуючого показника «Постачання - $EA(S)$ » вимогам системи екологічного управління представлено у табл. Е.3, рис. Е.5 та рис. Е.6 (Додаток Е).

Про рівень науково-технічного прогресу та інноваційних рішень, які були впроваджені у діяльність дослідних суб'єктів господарювання свідчать визначені окремі чинники об'єднуючого показника «Технології і обладнання – $EA(TE)$ », які представлені в табл. Е.4, рис. Е.7, та рис. Е.8 (Додаток Е).

Підсумовуючи проведені розрахунки значень об'єднуючих показників, що входять до складу групового показника екологічної результативності (EA), зведемо отриману інформацію до табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Результати розрахунку об'єднуючих показників, що входять до складу групового показника екологічної результативності (EA)

№ СГ	Об'єднуючий показник «Сировина – $EA(R)$ »	Об'єднуючий показник «Продукція - $EA(P)$ »	Об'єднуючий показник «Постачання - $EA(S)$ »	Об'єднуючий показник «Технології і обладнання – $EA(TE)$ »
1	0,66	0,80	0,58	0,79
2	0,69	0,79	0,84	0,61
3	0,64	0,75	0,47	0,68
4	0,79	0,93	0,63	1,00
5	0,62	0,76	0,50	0,61
6	0,70	0,65	0,81	0,66
7	0,69	0,71	0,54	0,78
8	0,79	0,64	0,51	0,73
9	0,54	0,63	0,50	0,55
10	0,67	0,71	0,77	0,83

Проведений графічний аналіз поточного стану екологічної результативності СГ (рис. 6.1), показав, що високий рівень окремих об'єднуючих показників свідчить, про позитивну екологічну діяльність дослідних СГ.

За результатами аналізу об'єднуючого показника «Сировина – $EA(R)$ » (рис. 6.1), відзначено групу СГ з позитивною тенденцією до організаційних змін діяльності.

Підприємства Дарницького (виробництво парфумних і косметичних засобів) та Святошинського (роздрібна торгівля пальним) районів мають високий рівень напрацювань у напрямку поліпшення сировини, її складу та технологічних процесів. Найбільшим екологічним ризиком характеризується

підприємство з комплексного обслуговування об'єктів Подільського району.

За об'єднуючим показником «Продукція – $EA(P)$ » можна відзначити, що економія використання води та електроенергії у діяльності СГ притаманна всім дослідним об'єктам.

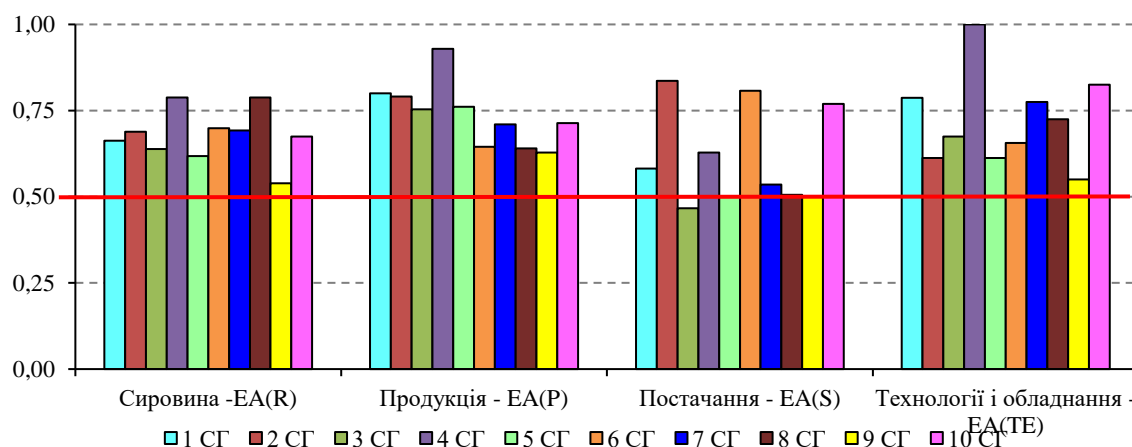


Рисунок 6.1 – Аналіз дослідження екологічної результативності суб'єктів господарювання за об'єднуючими показниками

Лідером серед дослідних підприємств, що найретельніше ставиться до якості своєї продукції, є СГ, з виробництва парфумних і косметичних засобів Дарницького району. Стурбованість щодо якості продукції та змін у діяльності та викликають СГ, які розташовані у Деснянському (пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення) та Подільському (підприємство комплексного обслуговування об'єктів (котельня)) районах.

Аналіз даних спостереження об'єднуючого показника «Постачання – $EA(S)$ » свідчить, транспортний парк переважної більшості дослідних підприємств за час спостереження не змінювався, а витрати палива на деяких підприємства майже не зменшилися або зросли, про що свідчать дані отримані після впровадження СЕУ суб'єктом господарювання, сфера діяльності якого пов'язана із наданням в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (Шевченківський район м. Києва).

За діаграмою узагальнювального рівня значень об'єднуючого показника «Постачання – $EA(S)$ » за суб'єктами господарювання (рис. 6.1.) відзначимо, на підприємствах Оболонського та Деснянського районів м. Києва враховують сучасні вимоги щодо екологічності транспортних перевезень, на відміну від СГ, здійснюючого діяльність з надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна у Шевченківському районі.

Отримані результати об'єднуючого показника «Технології і обладнання – EA(TE)» (рис. 6.1) наочно показують, що рівень зацікавленості підприємств у впровадження та застосування нових еколого-економічних інновацій сприяє зменшенню впливу їх діяльності на природне середовище.

Враховуючи проведені дослідження, аналіз чинників й об'єднуючих показників та розрахунки на дослідних СГ, було визначено загальне значення групового показника екологічної результативності *СЕУ (EA)* (табл. 6.2).

Візуалізація результатів дослідження (рис. 6.2) свідчить, що найпроблемнішим та екологоризиковим є суб'єкт господарювання Подільського району, діяльність якого спрямована на комплексне обслуговування об'єктів і значення його групового показника становить 0,55 та наближене до нульового рівня.

Таблиця 6.2 – Нормовані значення групового показника екологічної результативності *СЕУ (EA)* за суб'єктами господарювання

№	Район	Суб'єкт господарювання	Груповий показник екологічної результативності <i>СЕУ - EA</i>
1 СГ	Голосіївський	42.11.Будівництво доріг та автострад (СЗЗ – 100 м)	0,71
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса (СЗЗ – 500 м)	0,73
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (СЗЗ – 100 м)	0,63
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів (СЗЗ – 100 м)	0,84
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації (СЗЗ – 50 м)	0,62
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (СЗЗ – 100 м)	0,70
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування – (СЗЗ не нормується /100м)	0,68
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним (СЗЗ – 50 м)	0,66
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів (СЗЗ 50 м)	0,55
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами (СЗЗ – 50 м)	0,75

Отриманий результат є ознакою небажання керівництва працювати з процедурою вибору управлінських підходів під час розробки та впровадження *СЕУ*, що привело до пасивного управління під час організаційних змін діяльності та низького рівня екологічної результативності *СЕУ СГ*.

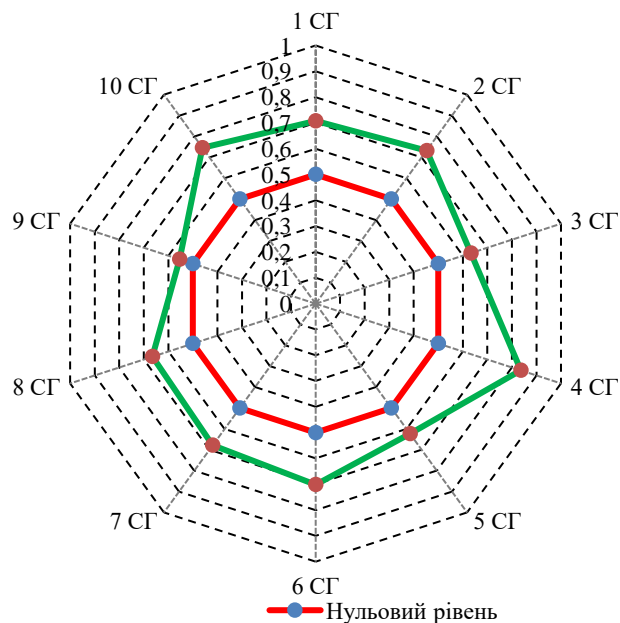


Рисунок 6.2 – Порівняння значень групового показника екологічної результативності СЕУ за суб'єктами господарювання з нульовим рівнем

Протилежним результатом у досягненні екологічної результативності СЕУ характеризується суб'єкт господарювання з виробництва парфумних і косметичних засобів (Дарницький район). Значення групового показника екологічної результативності СЕУ цього СГ є найвищим і становить 0,84. Отже, за показником екологічної результативності встановлено, що більшість дослідних суб'єктів господарювання, які впроваджували СЕУ склали групу, яка формує свою виробничу діяльність в напрямку еколого-соціо-економічного удосконалення та зменшення впливу на довкілля.

Наступним показником, що визначає екологічну діяльність СЕУ суб'єктів господарювання є ефективність управління (EM). До його складу входить ряд чинників, зокрема рівень технологічної, фінансової та документально-нормативної безпеки виробництва, вмотивованість та кваліфікація персоналу, реакція ЗМІ на здійснювану екологічну діяльність суб'єктів господарювання.

Обчислення об'єднуючих показників, що формують груповий показник ефективності управління (EM), проводилися з використанням результатів експериментальних та моніторингових досліджень і представлені у Додатку Є.

Технологічна безпека дослідних підприємств відповідає значенню об'єднуючого показника «Виробництво – $EM(A)$ » сформованого з окремих чинників щодо аварій та надзвичайних ситуацій за період від початку розробки

і до етапу аудиту функціонуючої СЕУ. Результати проведених розрахунків та їх графічна інтерпретація наведені у табл. Є.1, рис. Є.1 та рис. Є.1 (Додаток Є).

Вагомим показником екологічної діяльності системи управління СГ є його економічний стан та фінансова політика. Тому, рівень об'єднуючого показника «Фінанси – $EM(F)$ » визначається фінансовими витратами на природоохоронну діяльність та реалізацію цілей та задач визначених в екологічній програмі СЕУ досліджуваних суб'єктів господарювання.

Результати окремих чинників, що входять до складу об'єднуючого показника, представлено в табл. Є.2 (Додаток Є). Графічний аналіз нормованих окремих чинників об'єднуючого показника «Фінанси – $EM(F)$ » та їх узагальнення, наведено на рис. Є 2.3 та рис. Є 2.4 (Додаток Є).

Одним з чинників ефективного екологічного управління є відповідність документації дослідних СГ вимогам стандарту ДСТУ ISO 14001:2015. Встановлено, що керівництво СГ Голосіївського та Подільського районів не контролювало досягнення цільових і планових показників, які забезпечують виконання екологічної програми, на відміну від СГ Дарницького району, СЕУ якого вже була сертифікованою на відповідність стандарту ДСТУ ISO 14001:2006. Це сприяло підвищенню рівня організаційних змін діяльності СГ Дарницького району, оскільки були враховані помилки допущені під час впровадження СЕУ за попередньою версією стандарту. В результаті аналізу контексту системи «Суб'єкт господарювання» були виявлені проблемні підсистеми, які були відкориговані шляхом застосування вибраних керівництвом необхідних управлінських підходів.

Результати дослідження за окремими чинниками об'єднуючого показника «Документація та функціонування СЕУ – $EM(D)$ » представлено в табл. Є2.3 (Додаток Є2).

Графічний аналіз чинників об'єднуючого показника «Документація та функціонування СЕУ – $EM(D)$ » представлено на рис. Є. 2.5-Є2.6 (Додаток Є) та відображує високий рівень відповідності документації СГ Дарницького району (за 5 показниками з 6) вимогам ДСТУ ISO 14001:2015 та найнижчі показники, що спостерігались у СГ Подільського району (за 5 показниками з 6).

Дослідження за об'єднуючим показником «Персонал – $EM(Per)$ » на дослідних СГ містили аналіз даних щодо кваліфікації та освіти персоналу. У табл. Є 2.4

(Додаток Є) зібрано експериментальні дані та результати визначення нормованих значень окремих чинників об'єднуючого показника «Персонал – $EM(Per)$ ».

Аналіз даних свідчить, що підприємства намагаються використовувати у своїй діяльності висококваліфікований і досвідчений персонал та постійно підвищують його рівень.

Графічний аналіз окремих чинників (рис. Є2.7 Додаток Є) свідчить, що СГ з виробництва косметичних засобів Дарницького району має найвищий рівень нормованих значень, тобто значення трьох показників з 6 дорівнює 1.

Останньою складовою об'єднуючого показника «Зовнішнє оточення – $EM(Ext)$ » є рівень співпраці дослідних СГ із ЗМІ та населенням щодо впровадження екологічної програми та реалізації екологічної політики. Дослідження за окремими СГ представлено в табл. Є.5 (Додаток Є).

Графічний порівняльний аналіз нормованих значень чинників об'єднуючого показника «Зовнішнє оточення – $EM(Ext)$ » та аналіз значень показника, представлено на рис. Є 2.9 та рис. Є 2.10 (Додаток Є). Проведене дослідження дозволило визначити безумовного лідера – підприємство з роздрібною торгівлі в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами, яке розміщено у Солом'янському районі, і має значення 1 з усіх окремих чинників.

Проаналізувавши розраховані вище показники, зводимо отримані значення об'єднуючих показників, що входять до складу групового показника ефективності управління (EM) до табл. 6.3

Графічна інтерпретація результатів дослідження дозволила проаналізувати кожен об'єднуючий показник окремо (рис. 6.3)

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку об'єднуючих показників, що входять до складу групового показника ефективності управління (EM)

№ СГ	Виробництво – $EM(A)$	Фінанси – $EM(F)$	Документація та функціонування СЕУ – $EM(D)$	Персонал - $EM(Per)$	Зовнішнє оточення – $EM(Ext)$
1 СГ	0,72	0,72	0,62	0,63	0,67
2 СГ	0,47	0,57	0,73	0,54	0,64
3 СГ	0,39	0,71	0,66	0,61	0,62
4 СГ	0,65	0,90	0,97	0,85	0,77
5 СГ	0,54	0,60	0,80	0,61	0,63
6 СГ	0,67	0,72	0,64	0,67	0,88
7 СГ	0,69	0,65	0,63	0,49	0,73
8 СГ	0,67	0,73	0,77	0,54	0,58
9 СГ	0,66	0,56	0,47	0,49	0,63
10 СГ	0,65	0,78	0,74	0,50	1,00

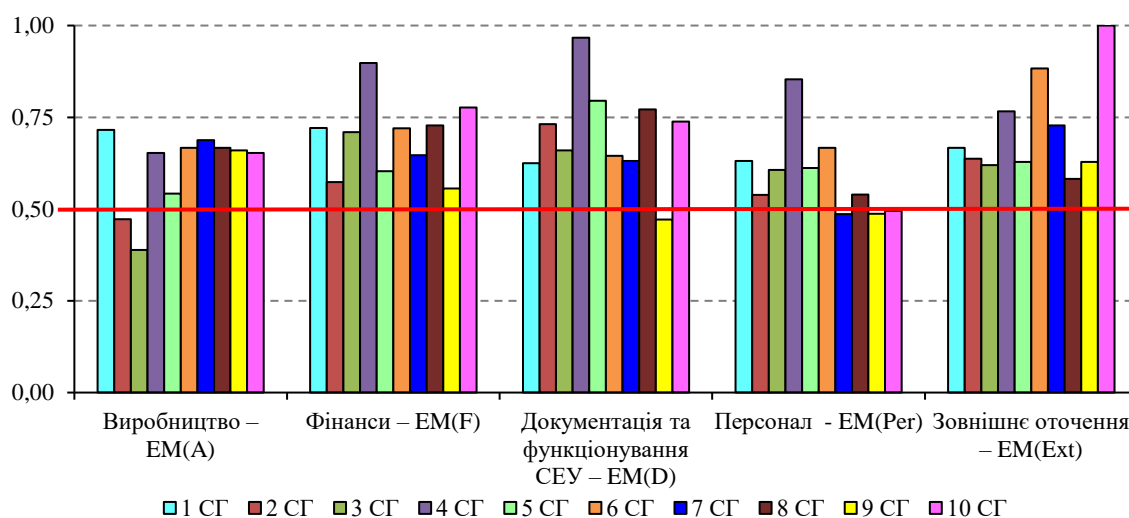


Рисунок 6.3 – Аналіз дослідження ефективності управління суб'єктами господарювання за об'єднуючими та окремими показниками

Найвище значення об'єднуючого показника «Виробництво – $EM(A)$ » має СГ Голосіївського району і становить 0,72 та є ознакою проведеного детального аналізу потенційних загроз на підприємстві, який розповсюджувався на технічні аспекти безпеки та людські помилки. Найменше значення у підприємства Шевченківського району (0,39), що свідчить про відсутність оптимального рівня безпеки й охорони праці, норм та стандартів (рис. 6.3).

Аналіз об'єднуючого показника «Фінанси – $EM(F)$ » показав (рис.6.3), що найбільші фінансові витрати на природоохоронну діяльність спостерігалися у СГ Подільського та Солом'янського районів. Кожне з зазначених СГ за період спостереження виділили на реалізацію завдань екологічної програми більше 400 тис. грн. За 4 показниками з 8 підприємство з виробництва косметичних засобів Дарницького району є лідером рейтингу, а підприємство з роздрібною торгівлі в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами (Солом'янський район) – у 3 випадках з 8.

Підсумкове значення об'єднуючого показника «Фінанси – $EM(F)$ » (рис.6.3) у кожного СГ більше нульового рівня, що є позитивним фактором реалізації цілей та завдань екологічної програми системи екологічного управління (рис. 6.3). Найбільше значення має СГ Дарницького району і становить 0,90. Найнижчими показники у підприємств Оболонського (0,57) та Подільського (0,56) районів. Це є сигналом для керівництва суб'єктів господарювання звернути увагу на необхідність фінансових надходжень для

здійснення заходів у напрямку зменшення негативного впливу на довкілля.

За дослідження об'єднуючого показника «Документація та функціонування СЕУ – $EM(D)$ » (рис. 6.3) встановлено, що рівень нормованого значення є найвищим у СГ Дарницького району і становить 0,97, тоді як СГ Подільського району зі значенням 0,47 вимагає негайного втручання вищого керівництва у процесі організаційних змін діяльності необхідні для постійного поліпшування екологічної управлінської діяльності підприємства.

Підсумовуючи результати розрахунку нормованих значень об'єднуючого показника «Персонал – $EM(Per)$ » (рис.6.3), відзначено, що політика СГ щодо персоналу має низку проблем, які на даний час призводять лише до потрапляння СГ Подільського, Печерського та Солом'янського району в зону ризику за цим показником, оскільки їх значення менше або дорівнює 0,5. Така тенденція в подальшому буде лише посилюватися і зрештою відобразиться на всій системі екологічного управління через відсутність уваги керівництва до працівників та їх груп (формальна або неформальна) та незастосування «поведінкового (мотиваційного)» управлінського підходу.

Позитивною є управлінська політика СГ Дарницького району з виробництва парфумних і косметичних засобів. Нормоване значення об'єднуючого показника «Персонал – $EM(Per)$ » становить 0,85. Керівництво зазначеного СГ врахувало попередні помилки щодо персоналу, та розглянувши підсистему «Внутрішнє середовище» обрало курс на визнання персоналу найбільшою цінністю в досягненні еколого-соціо-економічного розвитку СГ.

Нормовані значення об'єднуючого показника «Зовнішнє оточення – $EM(Ext)$ » (рис. 6.3) відповідають загальній картині за окремими чинниками, а максимальні та мінімальні значення дорівнюють 1 та 0,58 відповідно для підприємств Солом'янського та Святошинського районів.

Підводимо підсумок у розрахунку нормованих значень групового показника ефективності управління (EM) за суб'єктами господарювання, що здійснюють діяльність у 10 адміністративних районах м. Києва, врахувавши всі вище проведені дослідження (табл. 6.4).

Отже, за результатами проведених розрахунків, можна зазначити, що СГ Дарницького району має найвище нормоване значення, яке дорівнює 0,83 і свідчить про позитивні зміни у системі екологічного управління.

Таблиця 6.4 – Нормовані значення групового показника ефективності управління СЕУ (ЕМ) за суб'єктами господарювання

№	Район	Суб'єкт господарювання	Груповий показник ефективності управління СЕУ - ЕМ
1 СГ	Голосіївський	Будівництво доріг та автострад (СЗЗ – 100 м)	0,67
2 СГ	Оболонський	Виробництво м'яса (СЗЗ – 500 м)	0,59
3 СГ	Шевченківський	Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (СЗЗ – 100 м)	0,60
4 СГ	Дарницький	Виробництво парфумних і косметичних засобів (СЗЗ – 100 м)	0,83
5 СГ	Дніпровський	Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації (СЗЗ – 50 м)	0,64
6 СГ	Деснянський	Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (СЗЗ – 100 м)	0,72
7 СГ	Печерський	Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування – (СЗЗ не нормується /100м)	0,64
8 СГ	Святошинський	Роздрібна торгівля пальним (СЗЗ – 50 м)	0,66
9 СГ	Подільський	Комплексне обслуговування об'єктів (СЗЗ – 50 м)	0,56
10 СГ	Солом'янський	Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами (СЗЗ – 50 м)	0,73

Найнижчий рівень ефективності управління характерний для підприємства Подільського району і відповідає значенню 0,56.

Візуалізація отриманих результатів зображено на рис. 6.4.

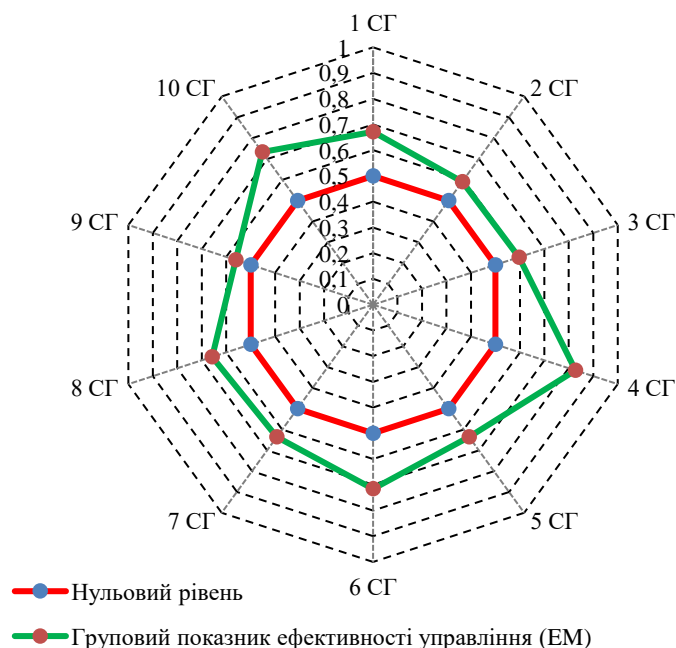


Рисунок 6.4 – Порівняння значень групового показника ефективності управління СЕУ (ЕМ) за суб'єктами господарювання з нульовим рівнем

За результати дослідження виявлено ряд проблемних СГ, у яких рівень нормованих значень наближений до нульового рівня і вказує на нерішучі дії керівництва та загальної структури управління для підвищення рівня розвитку системи управління екологічною безпекою СГ. До таких належать суб'єкти господарювання, що здійснюють діяльність у Подільському, Оболонському та Шевченківському районах.

Додатковим інструментом контролю екологічної діяльності для постійного поліпшування системи екологічного управління є моніторинг стану природних компонентів довкілля. Таким інструментом є визначення складових групового показника екологічної дієвості СЕУ (*EE*).

Дослідження окремих чинників узагальнювального індикатора якості довкілля (*EEq*) проводилося з врахуванням надходження ЗР у природні компоненти довкілля (атмосферне повітря, водне середовище, ґрунт тощо).

На дослідних СГ була проведена інвентаризація викидів ЗР у атмосферне повітря. На основі статистичної інформації із екологічних звітів СГ та з використанням методик розрахунку концентрацій у атмосферному повітрі забруднюючих речовин наведених у Додатку Б, за формулою 3.2 та 3.4 (Розділ 3) було визначено сумарний потенційний ризик здоров'ю населення.

Результати розрахунків потенційного ризику здоров'ю населення та потужності викидів ЗР наведено в табл. Є.1 та табл. Є.2 (Додаток Є).

Підприємством з найбільшою кількістю ЗР, що надходять у атмосферне повітря є СГ з виробництва м'яса, яке розміщено у Оболонському районі. В процесі своєї діяльності підприємство викидає 13 різних домішок, з яких 4 відносяться до 1 класу небезпеки. Сумарний потенційний ризик здоров'ю населення дорівнює 0,57, а постійний вплив забруднення спричиняє важкі хронічні ефекти. Встановлено, що за сумарним потенційним ризиком (0,65, що при хронічному впливі забруднення атмосфери викликає у населення важкі гості ефекти), підприємство з виробництва парфумних і косметичних засобів Дарницького району м. Києва є найбільш небезпечним СГ.

Аналіз рівня сумарного потенційного ризику здоров'ю населення дозволяє виділити групу з трьох СГ, в процесі діяльності яких, хронічний вплив забруднення атмосфери спричиняє важкі хронічні ефекти. Вважаємо, що виявлений фактор потребує особливо ретельного розгляду робочою групою

СЕУ для коригування цілей екологічної програми суб'єктів господарювання.

Зауважимо, що ряд суб'єктів господарювання в процесі виробничої діяльності, хоча і мають викиди значної кількості ЗР, але їх сумарний ризик здоров'ю населення спричиняє граничні хронічні ефекти.

Найменший сумарний потенційний ризик здоров'ю населення спричинює діяльність СГ з роздрібною торгівлі в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами (Солом'янський район). Значення сумарного ризику дорівнює 0,1 та при хронічному впливі забруднення атмосферного повітря відповідає рівню мінімального ризику.

Представлена на рис. 6.5 графічна інтерпретація результатів дослідження сумарного потенційного ризику наочно підтверджує проведений вище аналіз.

Щодо аналізу потужності викидів ЗР можна зазначити, що СГ з комплексного обслуговування об'єктів (котельня), яке функціонує у Подільському районі, в процесі діяльності викидає у атмосферне повітря найбільший обсяг забруднюючих речовин. За дослідний період динаміка в напрямку зменшення потужності викидів різних домішок має позитивний характер (рис. Ж.1 Додаток Ж).

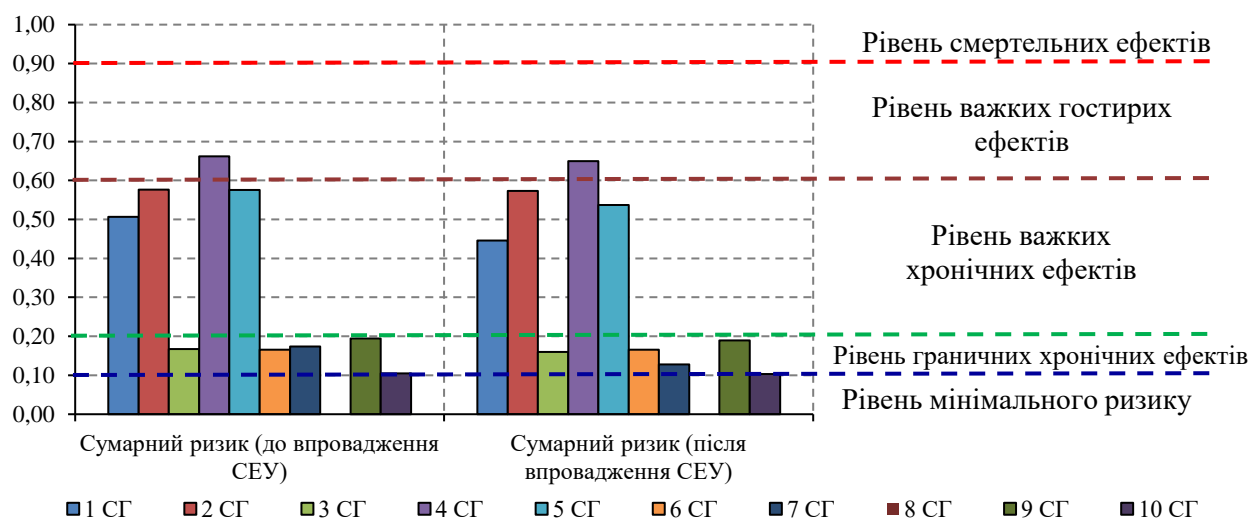


Рисунок 6.5 – Аналіз рівня потенційного ризику здоров'ю населення при комплексному впливі декількох домішок, що потрапляють через атмосферне повітря, до та після впровадження СЕУ

Узагальнювальні результати проведених досліджень екологічних показників СГ, представимо нормоване значення об'єднуючого показника «Атмосферне повітря – $EEq(Air)$ » у табл. Ж.2 (Додаток Ж), а його графічний

аналіз – на рис. Ж.2 (Додаток Ж).

Стан водойм, які знаходяться в зоні впливу виробничих потужностей дослідних СГ, характеризує об'єднуючий показник «Водні об'єкти – $EEq(W)$ ».

Комплексний хронічний вплив на здоров'я населення ЗР, які потрапляють у водне середовище, призводить до появи потенційного ризику та нанесення шкоди довкіллю, зокрема водному середовищу. За концентрацією ЗР у поверхневих водних об'єктах, що розташовуються на однаковій відстані від джерела впливу та за допомогою формул 3.3 та 3.4 (Розділ 3) визначали сумарний потенційний ризик (табл. Ж.3 Додаток Ж).

Аналіз результатів досліджень п'яти дослідних СГ показав, що сумарний потенційний ризик при хронічному впливі забруднення водного середовища є задовільним (рис. 6.6) і не приводить до необернених процесів деградації водойм.

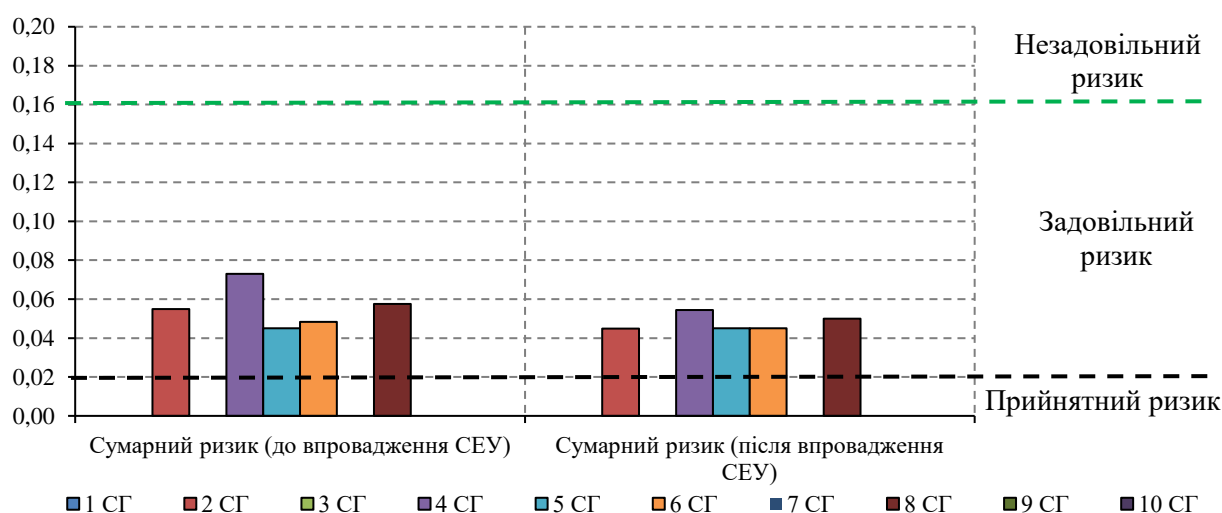


Рисунок 6.6 – Аналіз рівня потенційного ризику здоров'ю населення при комплексному впливі декількох ЗР, що потрапляють через водне середовище, до та після впровадження СЕУ

Окремі показники об'єднуючого показника «Водні об'єкти – $EEq(W)$ »: кислотність та жорсткість водойм визначаються відповідністю експериментальних значень до норми. Результати досліджень розрахунків представлено у табл. Ж.4 (Додаток Ж).

Аналіз обчислень свідчить, що СГ з роздрібної торгівлі пальним, яке функціонує у Святошинському районі, здійснює найменший негативний вплив на стан водойм, оскільки значення рН та жорсткості найбільше знаходяться у

межах норми. Значення кислотності води становить 0,96, а жорсткості – 1.

Графічна інтерпретація аналізу окремих чинників об'єднуючого показника «Водні об'єкти – $EEq(W)$ », яка представлена на рис. Ж. 3 (Додаток Ж), показує, що рН та жорсткість води майже відповідають нормі, а значення кратності наближено до 1. Отримані дані свідчать, що викиди ЗР в атмосферне повітря СГ в результаті їх діяльності не впливають на якість води.

Щодо показника використання води, то усі дослідні СГ в процесі виробничої діяльності налаштовані на економію водних ресурсів. Найсуттєвіший обсяг використання води відзначається у СГ з роздрібною торгівлі в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами, та становить 4,45 тис.м³/рік. А найбільше абсолютне відхилення та економія водних ресурсів спостерігається в діяльності СГ, що здійснює пасажирські наземні перевезення міського та приміського сполучення, яке функціонує у Деснянському районі м. Києва.

За результатами обчислень об'єднуючого показника «Водні об'єкти – $EEq(W)$ » проведено порівняння СГ, яке представлено на рис. Ж.4 (Додаток Ж).

Аналіз результатів досліджень окремих чинників об'єднуючого показника «Кислотність середовища – $EEq(pH)$ », які представлено в табл. Ж.6 (Додаток Ж), дав змогу розглянути напрямок зміни кислотності атмосферних опадів та ґрунту для прийняття подальших екологічних рішень. Негативний напрямок змін показників спостерігався у СГ Оболонського, Шевченківського, Дніпровського та Деснянського районів. За даними останніх спостережень виявлено незначний негативний вплив, позаяк майже всі дослідні СГ мають значення наближені до 1.

На рис. Ж.5 (Додаток Ж) видно, що найменшу дестабілізуючу дію на довкілля спричиняє СГ з виробництва парфумних і косметичних засобів (значення кратності рН становить 0,98). Найменше значення кратності кислотності атмосферних опадів визначено для підприємства з комплексного обслуговування об'єктів (котельня), виробнича діяльність якого є джерелом техногенного впливу, і дорівнює 0,76.

Графічний аналіз кислотності ґрунтового покриву доводить позитивну тенденцію щодо зміни рівня показників і представлено на рис. Ж.5 (Додаток З3). Найбільше значення – 0,95 (СГ Дніпровського району) зумовлює незначні

зміни рН ґрунтового покриву.

Результати обчислень об'єднуючого показника «Кислотність середовища – $EEq(pH)$ » за суб'єктів господарювання візуалізовано на рис. Ж.6 (Додаток Ж).

Останнім показником, що входить до структури узагальнювального індикатора якості довкілля, є ефективність екологічної програми підприємств щодо системи поводження з відходами. Результати обчислень нормованого значення окремого показника «Відходи – $EEq(Was)$ » наведено у табл. Ж.7 та на рис. Ж.7 (Додаток Ж).

Таким чином, результати зазначених вище досліджень об'єднуючих та окремих показників, що входять до складу узагальнювального індикатора якості довкілля (EEq), були узагальнені та представлені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Результати розрахунку об'єднуючих та окремих показників, що входять до складу узагальнювального індикатора якості довкілля (EEq)

№ СГ	Атмосферне повітря – $EEb(Air)$	Водні об'єкти – $EEq(W)$	Кислотність середовища – $EEq(pH)$	Відходи – $EEq(Was)$
1 СГ	0,78	0,54	0,80	0,75
2 СГ	0,48	0,92	0,90	0,72
3 СГ	0,77	0,65	0,91	0,75
4 СГ	0,64	0,81	0,94	0,56
5 СГ	0,52	0,85	0,91	1,00
6 СГ	0,67	0,98	0,89	0,78
7 СГ	0,70	0,53	0,79	0,55
8 СГ	0,50	0,85	0,79	0,74
9 СГ	0,78	0,53	0,78	0,53
10 СГ	0,70	0,55	0,81	0,58

Графічний аналіз об'єднуючих та окремих показників, що входять до складу узагальнювального індикатора якості довкілля (EEq), представлено на рис. 6.7.

За даними обчислень об'єднуючого показника «Атмосферне повітря – $EEq(Air)$ », можна зазначити, що три дослідних СГ мають майже однаковий рівень контролю якості атмосферного повітря (рис. 6.7). Нормальне значення об'єднуючого показника підприємств Голосіївського, Оболонського та Подільського районів дорівнює 0,78, 0,77 та 0,78 відповідно.

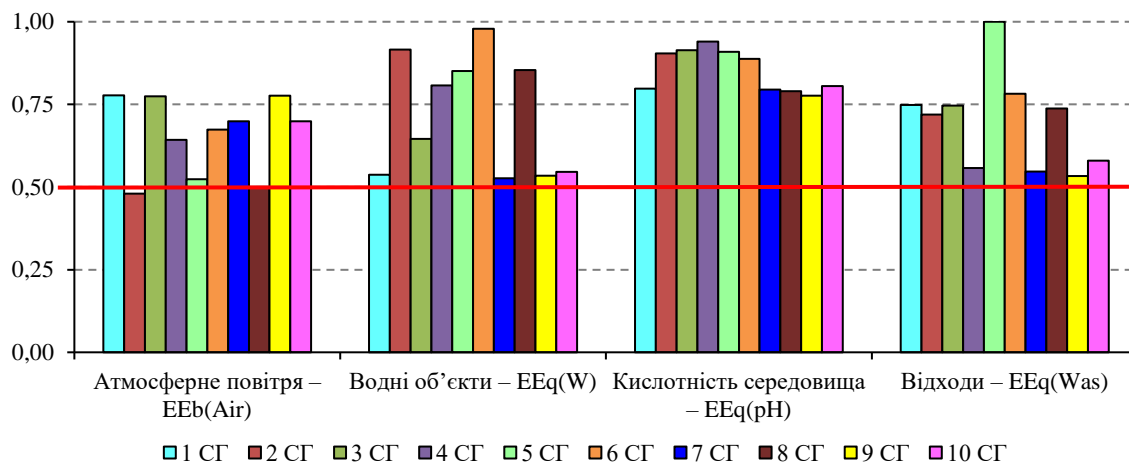


Рисунок 6.7 – Аналіз дослідження узагальнювального індикатора якості довкілля (EEq) за об'єднуючими та окремими показниками

Візуалізація нормованих значень об'єднуючого показника «Водні об'єкти – $EEq(W)$ » (рис. 6.7) показує, що екологічна програма СГ Деснянського та Оболонського районів спрямована на ефективну реалізацію своїх цілей за визначеними строками і в напрямку зменшення впливу на НС. Мінімальні нормовані значення об'єднуючого показника «Водні об'єкти – $EEq(W)$ », які нижче 0,53, мають СГ Печерського та Подільського районів. Для виправлення ситуації необхідно провести коригування завдань та строки їх виконання згідно екологічної програми СЕУ та удосконалити виробничу діяльність за рахунок впровадження інноваційних еколого-економічних технологій.

На рис. 6.7 видно, що ряд дослідних СГ мають високий ($\geq 0,9$) рівень нормованих значень об'єднуючого показника «Кислотність середовища – $EEq(pH)$ ».

Графічна інтерпретація окремого показника «Відходи – $EEq(Was)$ » (рис. 6.7) свідчить, що СГ з виробництва інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації, яке функціонує у Дніпровському районі ефективно впроваджує нові технології у системі поводження з відходами. Нормоване значення показника цього підприємства дорівнює 1. Мають проблеми з інноваційною діяльністю у системі поводження з відходами СГ, які діють у Подільському, Печерському, Дарницькому та Солом'янському районах. Нормовані значення окремого показника «Відходи – $EEq(Was)$ » менше 0,6.

Узагальнювальні проведені дослідження та розрахунки, визначимо нормоване значення узагальнювального індикатора якості довкілля (EEq)

дослідних суб'єктів господарювання (табл. 6.6). Найбільший рівень нормованого значення мають підприємства Дніпровського та Деснянського районів, яке дорівнює 0,82 та 0,83 відповідно. Це свідчить про те, що в діяльності цих підприємств та, зокрема в їх екологічній програмі, цілі і задачі сформовані й виконуються у зазначені терміни для мінімізації впливу на НС.

Найбільший негативний вплив на навколишнє середовище спричиняє діяльність СГ Печерського, Подільського та Солом'янського районів, нормоване значення узагальнювального індикатора якості довкілля становить 0,64, 0,66 та 0,66 відповідно.

Таблиця 6.6 – Нормовані значення узагальнювального індикатора якості довкілля (EEq) за суб'єктами господарювання

№	Район	Суб'єкт господарювання	Узагальнюючий індикатор якості довкілля (EEq)
1 СГ	Голосіївський	42.11.Будівництво доріг та автострад (СЗЗ – 100 м)	0,72
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса (СЗЗ – 500 м)	0,75
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (СЗЗ – 100 м)	0,77
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів (СЗЗ – 100 м)	0,74
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації (СЗЗ – 50 м)	0,82
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (СЗЗ – 100 м)	0,83
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування – (СЗЗ не нормується /100м)	0,64
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля паливом (основний) (СЗЗ – 50 м)	0,72
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів (СЗЗ – 50 м)	0,66
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами (СЗЗ – 50 м)	0,66

Проведений графічний аналіз нормованих значень узагальнювального індикатора якості довкілля (рис. 6.8) свідчить, що підприємства постійно працюють над питанням зменшення викидів і це закладено у цілі та завдання екологічної програми підприємств.

Виробнича діяльність дослідних СГ спричиняє негативний вплив на стан біосистем. Проаналізувати ситуацію дозволяє реакція-відповідь [460] організмів, які формують структуру узагальнювального індикатора стану

біосистем (*EEb*).

Перша складова визначає реакцію рослинних організмів на рівень забруднення атмосферного повітря. Окремі показники обчислено з врахуванням результатів дослідів, які були проведені у Розділі 4, та представлено у табл. К.1 (Додаток К). Дослідження динаміки зміни, що зображено на рис. К.1 (Додаток К) показує, що зменшення кількості пилу на площу листової пластинки свідчить про зменшення викидів ТЧ.

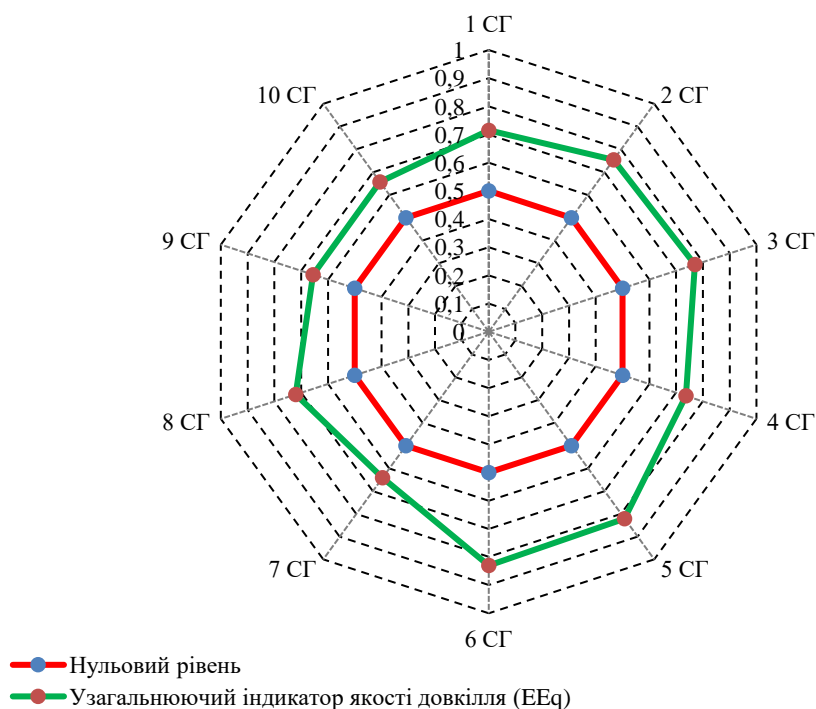


Рисунок 6.8 – Порівняння значень узагальнювального індикатора якості довкілля (*EEq*) за суб'єктами господарювання з нульовим рівнем

Дослідні СГ враховують стан зелених насаджень в зоні діяльності підприємств і найбільше нормоване значення має СГ Голосіївського району. Загальні результати об'єднуючого показника «Атмосферне повітря – *EEb(RA)*» за суб'єктами господарювання представлено на рис. К.2 (Додаток К).

Аналіз стану вегетативних органів рослинних організмів за окремим чинником «Площа листової пластинки» виявив, що дослідні СГ досягають цілей екологічної програми у завданнях зменшення пилового забруднення, що позначається на стані зелених насаджень, а найкращі результати спостерігаються у СГ Голосіївського та Шевченківського районів.

Про зміни у стані природних компонентів довкілля наочно свідчать

некротичні пошкодження листових пластинок зелених насаджень, показники яких формують відповідний об'єднуючий показник – $EEb(ND)$. Результати експериментальних досліджень, проведених у Розділі 4, та розрахунок нормованих значень окремих показників представлено в табл. К.2 та на рис. К.3- К.4 (Додаток К).

За період спостережень відзначено покращення у стані атмосферного повітря та ґрунтовому покриві у зоні впливу СГ Шевченківського району, що позитивно позначилось на розвитку вегетативних органів деревних насаджень та виявило позитивну динаміку у зменшенні відсотку хлорозів та некрозів *T.cordata* та *P.sylvestris* (рис. К.3 Додаток К).

Встановлено, що пасивне ставлення до виконання цілей екологічної програми у зменшенні викидів ЗР в атмосферне повітря приводить до погіршення стану зелених насаджень у зоні виробничої діяльності СГ і є ознакою низького рівня екологічного управління підприємств.

Результати визначення нормованих значень об'єднуючого показника «Ростовий тест – $EEb(GT)$ » представлено в табл. К.3 (Додаток К), а графічний порівняльний аналіз на рис. К.5 та рис. К.6 (Додаток К). Отже, що рівень нормованих значень окремих показників є досить високим, в майже усі дослідні СГ формують свою екологічну програму з врахуванням скорочення викидів ЗР для збереження стану зелених насаджень у зоні виробничої діяльності.

Спостерігається покращення фітотоксичного ефекту атмосферних опадів, що позначилось зниженням на 45,3 в період спостереження за тест-функцією *L sativum* в зоні виробничої діяльності СГ Дарницького району. Найбільше абсолютне відхилення фітотоксичного ефекту стану ґрунтового покриву дорівнює 36,4 для СГ Дніпровського району.

Розрахункові нормовані значення окремих чинників показника «Стабільність розвитку деревних насаджень – $EEb(SD)$ » та «Ступінь токсичності поверхневих вод – $EEb(QW)$ » з врахуванням даних експериментальних досліджень, які проведено у Розділі 4, представлено в табл. К.4, а їх графічний аналіз – на рис. К.7 (Додаток К).

Підсумовуючи проведені вище розрахунки об'єднуючих та окремих показників, що входять до складу узагальнювального індикатора стану біосистем (EEb), сформуємо результуючу матрицю значень (табл. 6.7).

Таблиця 6.7 – Результати розрахунку об'єднуючих та окремих показників, що входять до складу узагальнювального індикатора стану біосистем (*EEb*)

№ СГ	Атмосферне повітря – <i>EEb(RA)</i>	Некротичні пошкодження листкових пластинок – <i>EEb(ND)</i>	Ростовий тест - <i>EEb(GT)</i>	Стабільність розвитку деревних насаджень – <i>EEb(SD)</i>	Ступінь токсичності поверхневих вод – <i>EEb(QW)</i>
1 СГ	1,00	0,81	0,88	0,58	0,50
2 СГ	0,69	0,68	0,69	0,63	1,00
3 СГ	0,83	1,00	0,84	1,00	0,50
4 СГ	0,73	0,82	0,90	0,71	0,64
5 СГ	0,70	0,59	0,97	0,54	0,77
6 СГ	0,74	0,74	0,82	0,67	0,64
7 СГ	0,71	0,59	0,77	0,58	0,50
8 СГ	0,58	0,54	0,72	0,63	0,73
9 СГ	0,67	0,54	0,84	0,75	0,50
10 СГ	0,59	0,54	0,65	0,63	0,50

Порівняння та аналіз отриманих результатів об'єднуючих та окремих показників, що входять до складу узагальнювального індикатора стану біосистем (*EEb*), представлено на рис. 6.9.

Візуалізація нормованих значень об'єднуючого показника «Атмосферне повітря – *EEb(RA)*» СГ (рис. 6.9) наочно виділяє підприємство Голосіївського району з найвищим значенням, яке дорівнює 1. СГ Святошинського та Солом'янського районів мають найнижче значення показника (0,58 та 0,59 відповідно), що свідчить про нестабільний стан зелених насаджень пов'язаний із відсутністю організаційних змін діяльності щодо зменшення пилового забруднення атмосферного повітря у зоні їх виробничої діяльності.

Загальний рівень об'єднуючого показника «Некротичні пошкодження листкових пластинок – *EEb(ND)*» представлено на рис. 6.9.

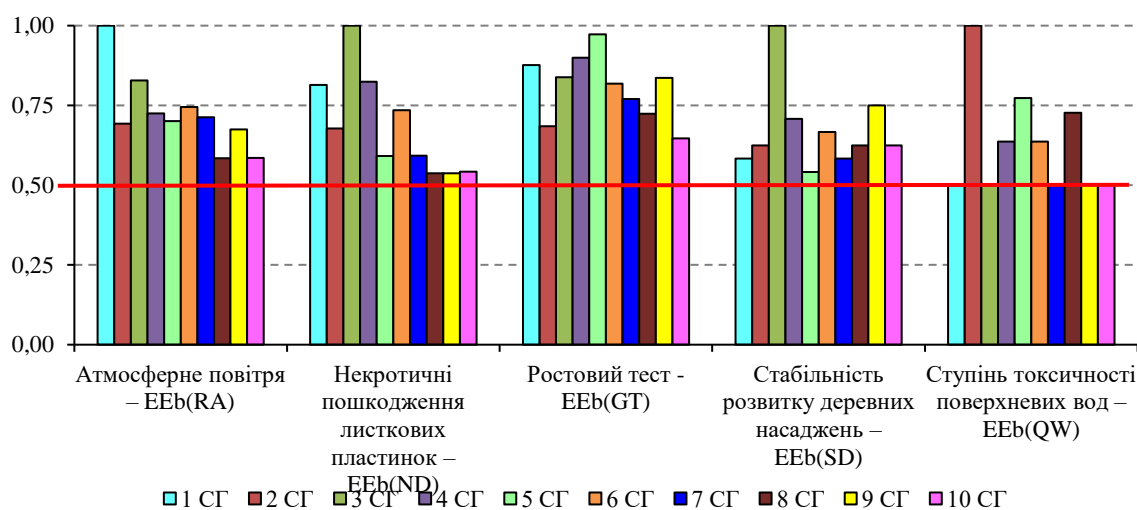


Рисунок 6.9 – Аналіз дослідження узагальнювального індикатора стану біосистем (*EEb*) за об'єднуючими та окремими показниками

Аналіз діаграми дозволяє окреслити групу дослідних СГ з мінімальним нормованим значенням показника. Значення некротичних ушкоджень отримані в Голосіївському, Дарницькому, Оболонському та Дніпровському районах, свідчать про впроваджені заходи СГ цих районів щодо скорочення викидів речовин та їх сполук, які призводять до покращення морфофізіологічних функцій вегетативних органів рослинних організмів.

Узагальнювальні отримане значення об'єднуючого показника, яке відображено на рис. 6.9, слід відзначити, що його найвищі значення дорівнюють 0,97 і є результатом контролювання екологічної діяльності СГ розташованого у Дніпровському районі м. Києва. Найгірший стан зелених насаджень, а від так і низький рівень скорочення викидів ЗР спостерігається у зоні виробничої діяльності СГ Солом'янського району і дорівнює 0,65.

Діаграма зміни нормованих значень окремого чинника «Стабільність розвитку деревних насаджень – $EEb(SD)$ », яка представлена на рис. 6.9 показує, що реакція-відповідь деревних насаджень на стан природних компонентів довкілля має позитивну тенденцію, яка пов'язана із зменшенням негативного впливу від діяльності виробничих потужностей СГ [456, 457].

Найбільше нормоване значення окремого чинника «Ступінь токсичності поверхневих вод – $EEb(QW)$ » має СГ з виробництва м'яса, яке здійснює діяльність в Оболонському районі.

Враховавши проведені розрахунки та аналізи спостережень, визначимо нормовані значення узагальнювального індикатора стану біосистем (EEb). Результати розрахунків представлено у табл. 6.8 та рис. 6.10.

Таблиця 6.8 – Нормовані значення узагальнювального індикатора стану біосистем (EEb) за суб'єктами господарювання

№	Район	Суб'єкт господарювання	Узагальнювальний індикатор стану біосистем (EEb)
1 СГ	Голосіївський	42.11 Будівництво доріг та автострад. (СЗЗ – 100 м)	0,81
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса (СЗЗ – 500 м)	0,72
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна (СЗЗ – 100 м)	0,85
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів (СЗЗ – 100 м)	0,78

№	Район	Суб'єкт господарювання	Узагальнювальний індикатор стану біосистем (EEb)
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації (СЗЗ – 50 м)	0,73
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (СЗЗ – 100 м)	0,74
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування – (СЗЗ не нормується /100м)	0,65
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним (основний) (СЗЗ – 50 м)	0,63
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів (СЗЗ – 50 м) (котельня)	0,67
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами (СЗЗ – 50 м)	0,58

Отже, встановлено, що біологічні індикатори та тест-об'єкти є цінним матеріалом, який дозволяє відразу оцінити і визначити, наскільки відповідають і є дійсними розрахункові інвентаризаційні дані щодо скорочення викидів ЗР в атмосферне повітря та зменшення їх концентрацій надані СГ під час екологічного аудиту процесам збереження та/або відновлення екологічних властивостей природних компонентів довкілля в межах СЗЗ СГ.

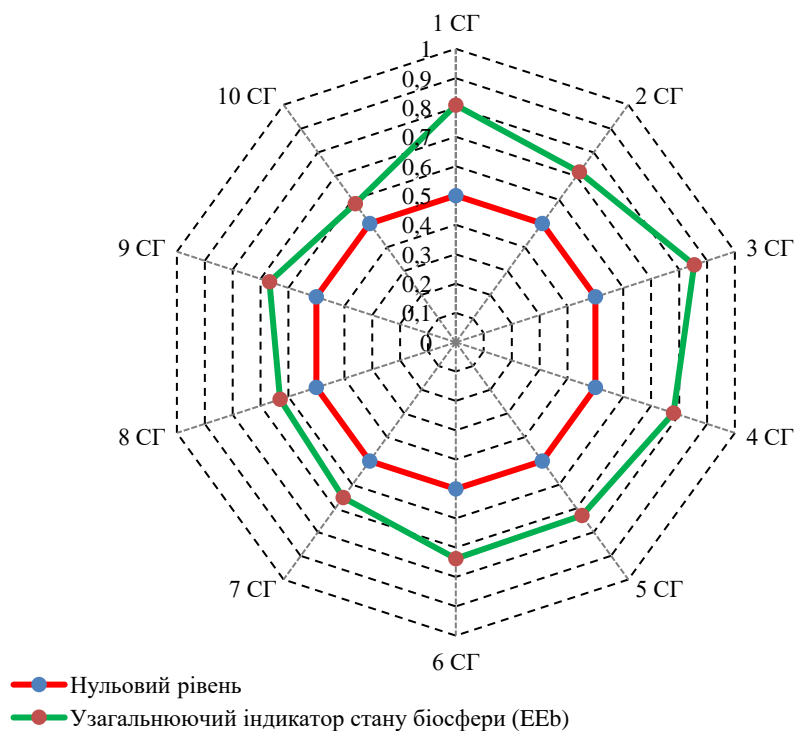


Рисунок 6.10 – Порівняння значень узагальнювального індикатора стану біосистем (EEb) за суб'єктами господарювання з нульовим рівнем

Тому, розробка нормативів, процедур контролю, технологій, що гарантують викиди шкідливих речовин, не вищими за нормативні, а також впровадження екологічних стандартів й перехід СГ до збалансованого соціо-еколого-економічного розвитку є основою зменшення негативного впливу на природні компоненти довкілля.

Таким чином, встановлено, що СГ, які здійснюють діяльність на території Голосіївського, Шевченківського та Дарницького районів дійсно скоротили викиди ЗР, що надходять в атмосферне повітря та мають здатність до акумулювання в природних компонентах довкілля, про що свідчать надані ними дані, на основі яких було здійснено інвентаризацію викидів ЗР і які були підтверджені в результаті проведених експериментальних досліджень.

Проведений детальний аналіз усіх складових комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління (SEM) дозволяє визначити узагальнене нормоване значення дослідних СГ.

У табл. 6.9 представлено результати розрахунку комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ та відповідність отриманих значень рівню екологічної безпеки суб'єктів господарювання.

Таблиця 6.9 – Нормоване значення комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління (SEM) за суб'єктами господарювання

№	Район	Суб'єкт господарювання	Комплексний критерій контролю функціонування системи екологічного управління (SEM)	Рівень екологічної безпеки СГ
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,717	задовільний
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,692	задовільний
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,692	задовільний
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,802	високий
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,690	задовільний
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,741	задовільний
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,653	задовільний
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля паливом (основний)	0,669	задовільний
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,599	низький
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно прод. харчування, напоями та тютюнов.виробами	0,693	задовільний

Аналіз обчислень свідчить, що найбільше значення, яке дорівнює 0,802, має суб'єкт господарювання з виробництва парфумних і косметичних засобів, що здійснює діяльність у Дарницькому районі. А найменше значення, яке дорівнює 0,6, встановлено для підприємства з комплексного обслуговування об'єктів, яке функціонує на території Подільського району м. Києва.

Візуалізація результатів відповідності нормованих значень комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління (SEM) рівню ЕБ суб'єктів господарювання представлено на рис. 6.11.

Отже, що найбільша частка суб'єктів господарювання складає групу із задовільним рівнем екологічної безпеки (8 об'єктів дослідження). Але серед підприємств із задовільним рівнем екологічної безпеки двоє СГ відповідають рівню наближеному до низького (0,653 та 0,669) та підприємство Подільського району входить до групи з низьким рівнем екологічної безпеки.

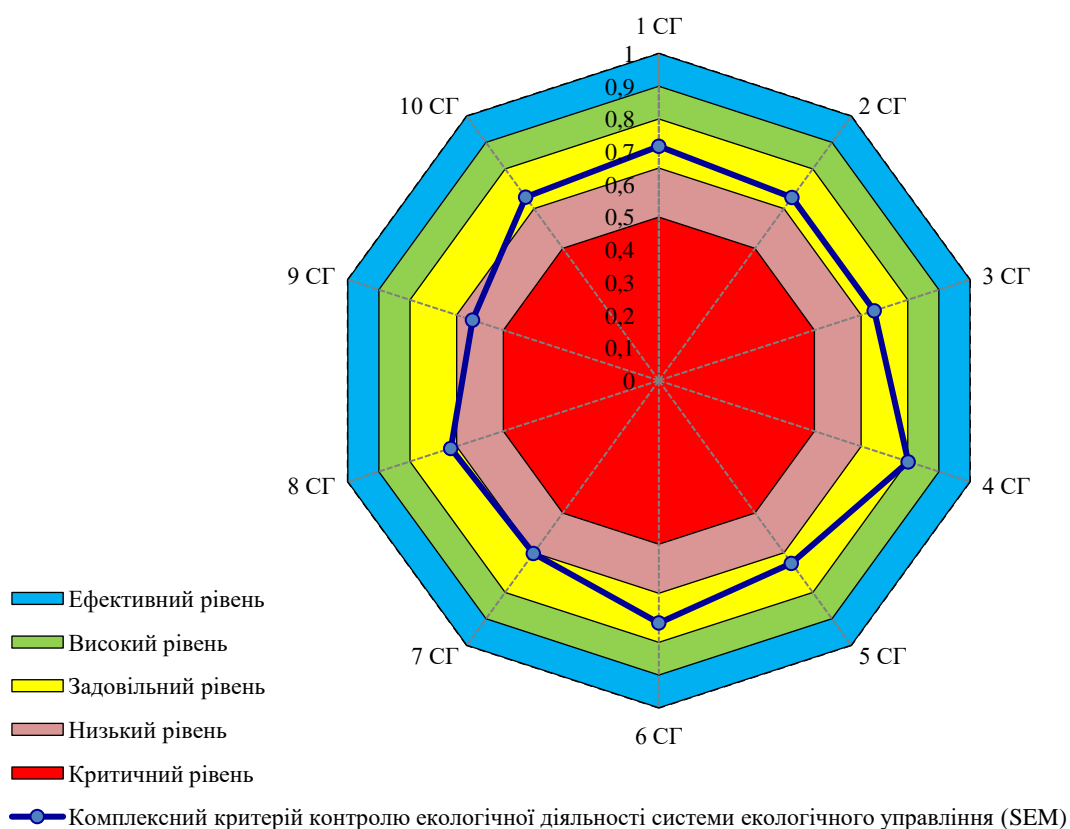


Рисунок 6.11 – Розподіл нормованих значень комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління (SEM) за рівнем екологічної безпеки суб'єктів господарювання

До групи з високим рівнем екологічної безпеки відноситься лише один суб'єкт господарювання, який розвивав раніше впроваджену та функціонуючу систему екологічного управління відповідно до ДСТУ ISO 14001:2006,

поліпшував показники для проходження сертифікації на відповідність вимогам ДСТУ ISO 14001:2015.

Таким чином, контроль екологічної діяльності системи екологічного управління суб'єктів господарювання сприяє формуванню відповідного рівня екологічної безпеки суб'єктів господарювання. Постійно контролюючи показники екологічної результативності, ефективності управління та екологічної дієвості суб'єкти господарювання підвищують свій рівень екологічної безпеки та впроваджують якісне екологічне управління як невід'ємну частину економічного розвитку.

6.3. Вибір типу моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування методами теорії нечітких множин

Організаційні зміни діяльності є регулятором і показником ефективності функціонування та розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.

Для аналізу та вибору типу СЕУ за ефективністю функціонування з врахуванням організаційних змін діяльності СГ було проведено анкетування на дослідних СГ, для чого було розроблено опитувальник (Додаток М), який містив питання, об'єднанні у блоки визначників для оцінки застосування управлінських інструментів, які є індикатором організаційних змін діяльності СГ та позначаються на покращенні стану природних компонентів довкілля. На кожному дослідному СГ експерти провели аналіз діяльності за визначеними параметрами, рівень яких визначався за шкалою від 0 до 10.

Обробка результатів анкетування дозволила означити тип моделі СЕУ за ефективністю функціонування на дослідних суб'єктах господарювання.

Аналіз отриманих результатів здійснено за окремими блоками визначників. Всі результати, отримані в процесі проведення дослідження показників блоку визначників стратегії екологічної політики представлено в табл. Л.1 (Додаток Л).

Окремі елементи показників оброблено з використанням теорії нечітких множин за алгоритмом Мамдані. Метод розрахунку, що розглянуто у Розділі 5, дозволив отримати результати нечіткого виведення за окремими показниками. Ці результати наведено в таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 – Результати розрахунків значень показників

№	Район	Суб'єкт господарювання	Значення показників за шкалою [0;1]			
			SEE	OM	M	S
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,850	0,850	0,850	0,870
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,388	0,388	0,500	0,500
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,612	0,612	0,850	0,612
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,850	0,850	0,850	0,870
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,165	0,165	0,388	0,150
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,612	0,612	0,850	0,850
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,165	0,165	0,150	0,130
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним	0,165	0,165	0,165	0,388
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів (котельня)	0,150	0,150	0,165	0,150
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	0,388	0,388	0,500	0,388

В результаті обробки даних отримано значення чотирьох окремих показників у діапазоні від 0 до 1.

На основі розрахункових даних і застосовуючи методи нечіткого виведення визначаємо рівень забезпечення стратегії екологічної політики на кожному дослідному СГ (табл. 6.11).

Таблиця 6.11 – Ступінь забезпечення стратегії екологічної політики

№	Район	Суб'єкт господарювання	Ступінь забезпечення стратегії екологічної політики за шкалою [0;1]
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,826
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,5
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,5
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,826
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,201
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,5
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,186
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним	0,208
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,186
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	0,5

Аналіз проведених досліджень показав (рис. 6.12), що СГ Голосіївського та Дарницького районів мають найвищий рівень забезпечення стратегії екологічної політики (0,826), що відповідає основним принципам стратегії збалансованого розвитку суспільства для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. П'ять підприємств спрямовують свою управлінську діяльність в напрямку досягнення позитивних результатів, щодо екологічної політики, і значення визначника варіюється в діапазоні від 0,201 до 0,5. Найгірше, лише на 18,6% досягаються окреслені в екологічній політиці наміри СГ Печерського та Подільського районів.

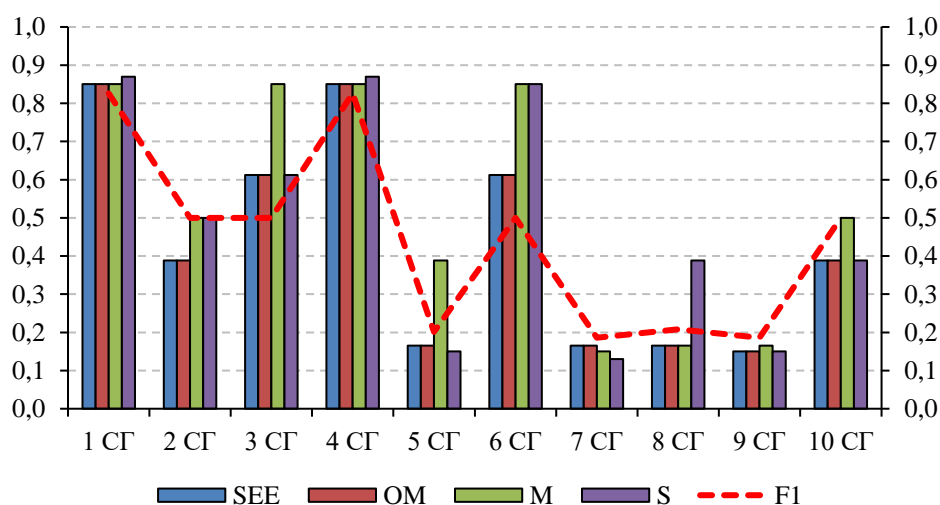


Рисунок 6.12 – Аналіз стану системи екологічного управління за показниками блоку визначника стратегії екологічної політики

Одним з елементів ефективного функціонування СЕУ є успішне залучення до управлінських процесів стейкхолдерів та засобів масової інформації. Показники даної діяльності виокремлено у блок визначників політики роботи із стейкхолдерами та ЗМІ. Значення опитування та аудиторських перевірок для проведення подальших розрахунків зведено у табл. Л.2 (Додаток Л).

Використовуючи формули та положення, розглянуті в Розділі 5, визначаємо результати нечіткого виведення показників блоку визначників політики роботи із стейкхолдерами та ЗМІ. За трьома станами системи проведено фазифікацію та здійснено оцінку рівня показників, що складають блок визначників політики роботи із стейкхолдерами та ЗМІ (табл. 6.12).

Таблиця 6.12 – Результати розрахунків значень показників

№	Район	Суб'єкт господарювання	Значення показників за шкалою [0;1]		
			РЕЕ	РР	Р
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,850	0,870	0,850
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,388	0,500	0,388
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,500	0,612	0,835
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,850	0,870	0,850
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,165	0,388	0,165
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,612	0,850	0,850
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,150	0,150	0,150
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля паливом	0,165	0,388	0,165
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,150	0,130	0,150
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	0,500	0,388	0,500

За результатами обчислення встановлено, що ряд СГ має достатньо слабкий зв'язок із стейкхолдерами та засобами масової інформації. Ці підприємства у своїй діяльності не цікавляться думкою громадськості та населення. Результати впливу діяльності деяких СГ на довкілля не знаходять відображення у засобах масової інформації.

За вже розглянутим раніше алгоритмом нечіткого виведення визначаємо ступінь забезпечення політики роботи із стейкхолдерами та ЗМІ дослідних СГ. Результати обчислення представлено в таблиці 6.13.

Таблиця 6.13 – Ступінь забезпечення політики роботи із стейкхолдерами

№	Район	Суб'єкт господарювання	Ступінь забезпечення політики роботи із стейкхолдерами та ЗМІ за шкалою [0;1]
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,826
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,5
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,5
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,826
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,19
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,826
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,174
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля паливом	0,19
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,159
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно прод. харчування, напоями та тютюн. виробами	0,5

Проведений розрахунок, дозволив виділити три СГ, які мають позитивну тенденцію, щодо співпраці із стейкхолдерами та ЗМІ, і враховують їхню думку щодо планування виробничої діяльності та механізмів поліпшення стану навколишнього середовища (рис. 6.13).

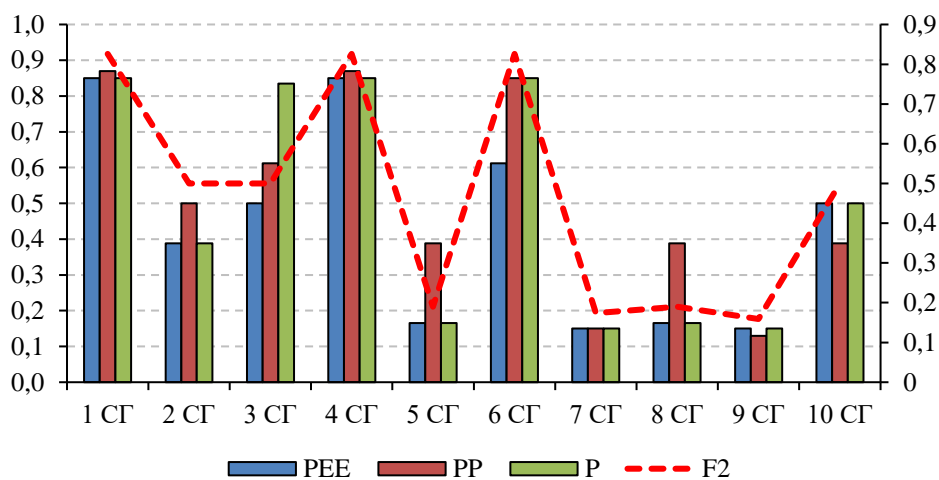


Рисунок 6.13 – Аналіз стану СЕУ за показниками роботи із стейкхолдерами

Так, СГ Голосіївського, Дарницького та Деснянського районів мають прозору політику контролю впливу на довкілля з боку громадськості та населення (0,826). Найпроблемнішим є СГ, яке функціонує у Подільському районі та має низький ступінь залучення стейкхолдерів та ЗМІ (15,6%). Також низький рівень роботи зі стейкхолдерами у підприємств Печерського (17,4%), Святошинського та Дніпровського районів (19%).

Одним із найсуттєвіших управлінських регуляторів є елементи стратегії та політики СГ, які забезпечують екологічну безпеку та захист. Тому в окремому блоці сформовано, результати досліджень з питань управління екологічними ризиками, захисту біосистем та надзвичайними ситуаціями. Бальні оцінки по дослідним СГ наведено в табл. Л.3 (Додаток Л).

Отримані результати опитування покладено в основу розрахунку значень показників забезпечення політики екологічної безпеки та захисту. Використовуючи метод нечіткого виведення на базі алгоритму Мамдані, проведено фазифікацію даних, сформовано базу знань з 81 правила, та отримано результати обчислень (табл. 6.14).

Таблиця 6.14 – Результати розрахунків значень показників

№	Район	Суб'єкт господарювання	Значення показників за шкалою [0;1]			
			SS	MCE	ER	SB
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,870	0,835	0,870	0,850
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,500	0,500	0,388	0,500
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,870	0,835	0,612	0,388
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,870	0,850	0,870	0,870
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,150	0,165	0,150	0,150
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,850	0,612	0,850	0,850
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,130	0,165	0,130	0,130
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним	0,150	0,165	0,150	0,150
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,130	0,150	0,150	0,130
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	0,500	0,388	0,500	0,388

За отриманими значення показників сформовано матрицю вхідної інформації для розрахунку і визначення рівня забезпечення політики екологічної безпеки та захисту. За результатами обчислень, засобами пакету MatLab, отримано значення рівня відповідного визначника (табл. 6.15).

Таблиця 6.15 – Ступінь забезпечення політики екологічної безпеки та захисту

№	Район	Суб'єкт господарювання	Ступінь забезпечення політики екологічної безпеки та захисту за шкалою [0;1]
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,839
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,5
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,81
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,841
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,191
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,826
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,164
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним	0,191
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,169
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	0,5

Графічна інтерпретація результатів дозволила показати динаміку зміни значень за окремими показниками, що формують визначник політики

екологічної безпеки та захисту (рис. 6.14).

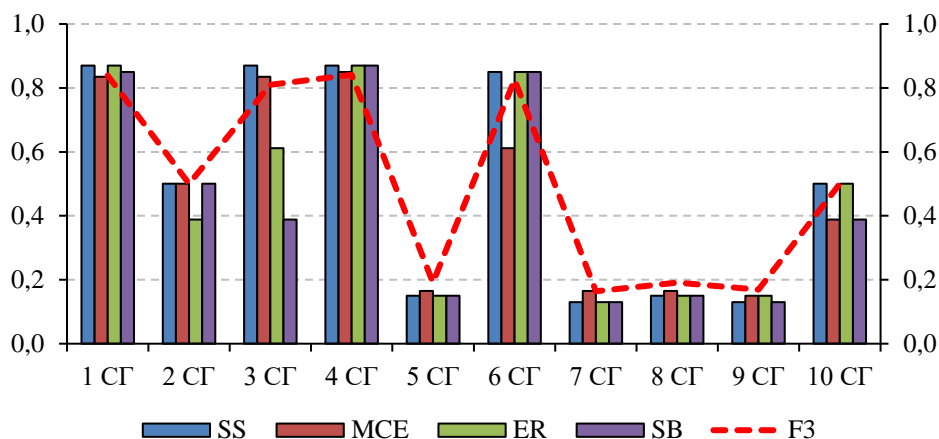


Рисунок 6.14 – Аналіз стану системи екологічного управління за показниками блоку визначника політики екологічної безпеки та захисту

Високий рівень забезпечення політики екологічного захисту та безпеки підприємства (84,1%) встановлено для СГ Дарницького району, що займається виробництвом парфумних і косметичних засобів, постійно контролює та вдосконалює впроваджену СЕУ.

Викликає занепокоєння управлінська діяльність, щодо забезпечення політики екологічної безпеки та захисту, дослідних СГ, що функціонують у Подільському (0,169) та Печерському (0,164) районах.

Згрупувавши результати розрахунків за блоками, що характеризують стратегію екологічної політики, роботу із стейкхолдерами та ЗМІ, політику екологічної безпеки та захисту, проведено розрахунок параметру відповідності управлінської діяльності міжнародним нормам й стандартам.

Вхідними даними для проведення фазифікації виступають вихідні значення визначників. Використовуючи сформовану базу знань при проведенні нечіткого виведення, отримуємо рівень відповідності управлінської екологічної діяльності дослідних СГ міжнародним нормам та стандартам. Усі результати обчислень представлено в таблиці 6.16.

Таблиця 6.16 – Рівень відповідності впровадженої системи екологічного управління до міжнародних вимог та стандартів ISO

№	Район	Суб'єкт господарювання	Рівень відповідності за шкалою [0;1]
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,797
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,5

№	Район	Суб'єкт господарювання	Рівень відповідності за шкалою [0;1]
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,5
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,797
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,232
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,797
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,191
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля паливом (основний)	0,236
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,189
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	0,5

Моніторингові дослідження рівня відповідності впровадженої системи екологічного управління до міжнародних вимог та стандартів ISO за суб'єктами господарювання зображено на рис. 6.15.

Проаналізувавши результати дослідження (рис. 6.15) зазначимо, що управлінська діяльність дослідних СГ Голосіївського, Дарницького та Деснянського районів має високий рівень відповідності міжнародним вимогам та нормам та становить 79,7%, що позитивно позначається їх виробничій діяльності та стані природних компонентів довкілля.

Найгірші тенденції відповідності управлінської діяльності СГ міжнародним нормам і стандартам впровадження СЕУ спостерігаються на підприємствах Подільського (18,9%) та Печерського (19,1%) районів.

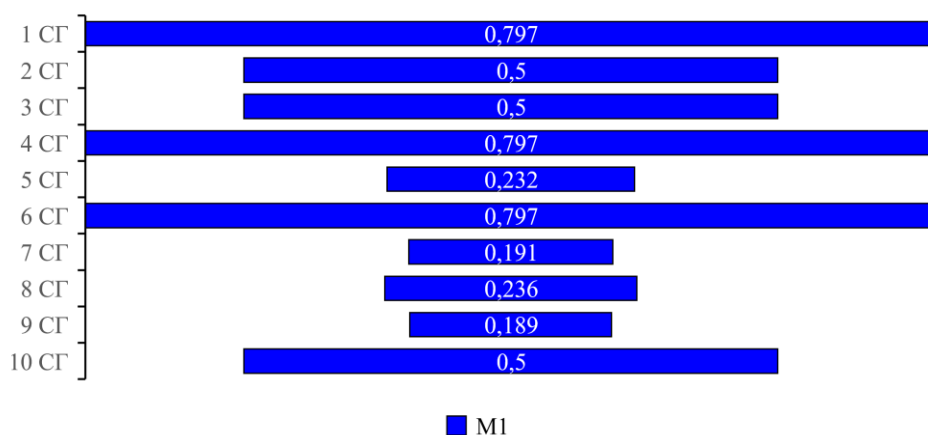


Рисунок 6.15 – Моніторингові дослідження рівня відповідності впровадженої системи екологічного управління до міжнародних вимог та стандартів ISO за суб'єктами господарювання

Для визначення рівня організаційних змін, які обґрунтовують тип моделі СЕУ за ефективністю функціонування, проведено розрахунок ступеня забезпечення блоків визначників політики регулювання рівня забруднення та управління водними ресурсами. Початковими даними для обчислення значень показників, які входять до складу регулятора рівня забруднення є моніторингові дані отримані в процесі опитування реципієнтів, з врахуванням даних аудиту та статистичних звітів на дослідних СГ.

Отримані результати, сформовано в таблицю та представлено у вигляді числових значень [465], що змінюються від 0 (найнижчий рівень) до 10 (найвищий рівень) (табл. Л.4 Додаток Л).

Всі бальні оцінки утворювали вхідні дані для проведення етапу фазифікації. Враховуючи всі правила, що складають базу знань, та поведінку зміни вхідних параметрів, було отримано значення показників, що формують визначник політики регулювання рівня забруднення (табл. 6.17).

Таблиця 6.17 – Результати розрахунків значень показників

№	Район	Суб'єкт господарювання	Значення показників за шкалою [0;1]			
			GGE	ES	RSW	NP
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,835	0,850	0,850	0,870
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,500	0,388	0,500	0,388
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,612	0,500	0,500	0,500
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,850	0,870	0,850	0,870
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,165	0,150	0,165	0,150
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,835	0,612	0,612	0,850
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,150	0,130	0,150	0,150
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля паливом	0,388	0,150	0,165	0,388
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,165	0,130	0,150	0,130
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	0,388	0,388	0,388	0,500

Отримані результати значень показників покладено в основу розрахунку визначення забезпечення політики регулювання рівня забруднення. Вихідні значення показників є вхідними значеннями для наступного етапу визначення ступеня ефективності впровадженої та функціонуючої СЕУ на дослідних СГ.

Результати обчислень наведено в таблиці 6.18.

Таблиця 6.18 – Ступінь забезпечення політики регулювання рівня забруднення

№	Район	Суб'єкт господарювання	Ступінь забезпечення політики регулювання рівня забруднення за шкалою [0;1]
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,824
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,5
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,5
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,841
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,191
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,81
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,186
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним	0,201
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,164
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	0,5

За результатами розрахунків проаналізовано динаміку зміни значень показників, що входять до складу блоку визначників політики регулювання рівня забруднення, та узагальнювальний результат ступеня реалізації політики (рис. 6.16).

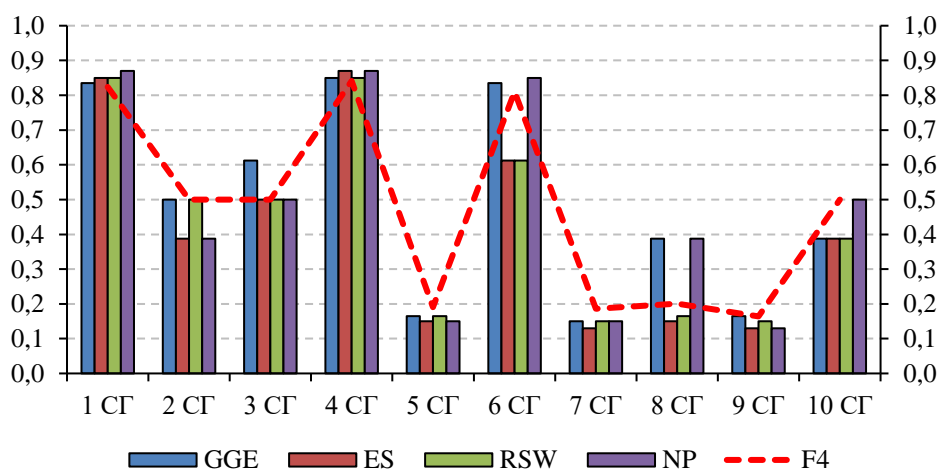


Рисунок 6.16 – Аналіз стану системи екологічного управління за показниками блоку визначника політики регулювання рівня забруднення

Суб'єктом господарювання з найбільш ефективними діями у регулюванні рівня забруднення – 0,841, шляхом інновацій впроваджених у виробництво є підприємство, що здійснює свою діяльність у Дарницькому районі. Найнижчий рівень забезпечення політики регулювання рівня забруднення – 0,164 відзначено для підприємства Подільського району.

Найбільш застосовним процесом у діяльності будь-яких виробничих потужностей суб'єктів господарювання є використання водних ресурсів [458]. Тому, сформовано блок визначників політики управління водними ресурсами на основі результатів аудиторських перевірок та експертних оцінок, які склали базу оцінювання блоку показників за шкалою від 0 до 10. Усі бальні оцінки за показниками представлено у таблиці Л.5 (Додаток Л).

Аналіз результатів дослідження показав, що підприємства мають різний ступінь застосування управлінських інструментів для раціонального використання водних ресурсів у виробничій діяльності. За алгоритмами нечіткого виведення проведено фазифікацію та отримано результати дефазифікації за шкалою від 0 до 1 з врахуванням сформованої бази знань. Результати розрахунків представлено в таблиці 6.19.

Таблиця 6.19 – Результати розрахунків значень показників

№	Район	Суб'єкт господарювання	Значення показників за шкалою [0;1]			
			WU	WD	WQ	WR
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,850	0,870	0,870	0,850
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,612	0,612	0,500	0,388
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,500	0,500	0,612	0,500
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,870	0,870	0,870	0,870
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,150	0,150	0,388	0,150
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,500	0,850	0,850	0,850
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,150	0,150	0,130	0,130
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним	0,150	0,388	0,150	0,150
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,130	0,130	0,130	0,130
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	0,500	0,388	0,388	0,612

Отримані результати дозволили провести подальші розрахунки для оцінювання рівня забезпечення політики управління водними ресурсами (табл. 6.20). Усі результати отримано в діапазоні від 0 до 1, що відповідає мінімальному та максимальному рівням стану визначника.

Таблиця 6.20 – Забезпечення політики управління водними ресурсами

№	Район	Суб'єкт господарювання	Ступінь забезпечення політики управління водними ресурсами [0;1]
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,841
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,5
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,5
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,843
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,186
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,826
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,164
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним	0,186
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,164
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	0,5

За результатами розрахунків (рис. 6.17), найвищий рівень управлінських рішень, які забезпечують ефективну політику управління водними ресурсами, реалізують у діяльності СГ з виробництва косметичних засобів (0,843) Дарницького району, та з будівництва доріг (0,841) Голосіївського району.

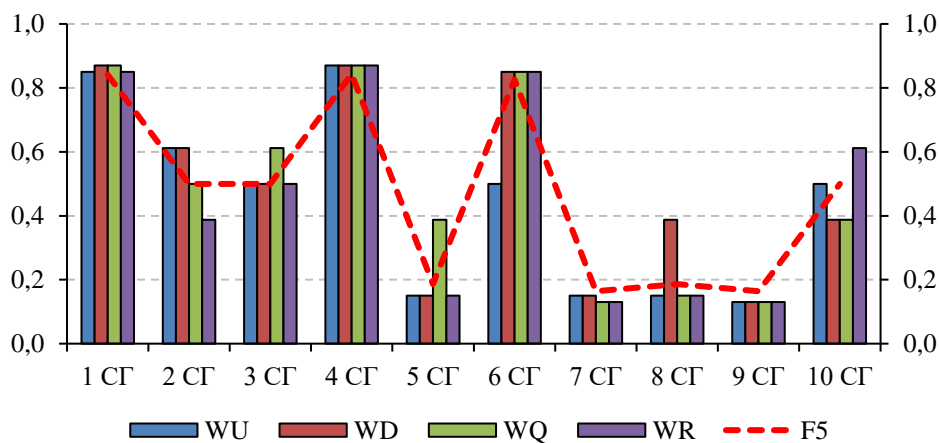


Рисунок 6.17 – Аналіз стану системи екологічного управління за показниками блоку визначника політики управління водними ресурсами

Діяльність СГ з найнижчим рівнем показників показує, що СЕУ та організаційні зміни діяльності повинні трансформувати основні положення щодо політики управління водними ресурсами, щоб забезпечити позитивні зміни. Суб'єкти господарювання Подільського та Печерського районів мають рівень забезпечення політики управління водними ресурсами лише на 16,4%.

Всі проведені вище розрахунки дозволили сформувати базу для подальших розрахунків і визначити на скільки впроваджені системи екологічного управління відповідають міжнародним екологічним нормам та стандартам для здійснення управління моніторингом довкілля.

Проведені обчислення нечіткого виведення з використанням алгоритму Мамдані, який розглянуто у попередніх розділах наукового дослідження, сприяли отриманню значень щодо ступеня забезпечення управління моніторингу довкілля відповідно до міжнародних норм та стандартів ISO. Базовими значеннями на етапі фазифікації виступили розраховані рівні двох блоків визначників – політики регулювання рівня забруднення та політики управління водними ресурсами. Отримані результати наведено в табл. 6.21.

Таблиця 6.21 – Рівень забезпечення управління моніторингом довкілля відповідно до міжнародних норм та стандартів ISO

№	Район	Суб'єкт господарювання	Рівень забезпечення управління за шкалою [0;1]
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,813
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,5
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,5
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,819
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,223
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	0,793
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,194
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним	0,227
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,189
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	0,5

Аналіз отриманих результатів показав, що найефективніші управлінські регулятори екологічної діяльності застосовують підприємства, що здійснюють діяльність у Дарницькому та Голосіївському районах, ступінь відповідності міжнародним вимогам, нормам та стандартам яких становить 81,9% та 81,3% відповідно (рис. 6.18).

Найнижчу межу управлінських рішень, яка найменше відповідає міжнародним нормам та стандартам відзначено у діяльності СГ, які розташовані у Печерському та Подільському районах, і значення рівня забезпечення яких дорівнює 19,4% та 18,9% відповідно.

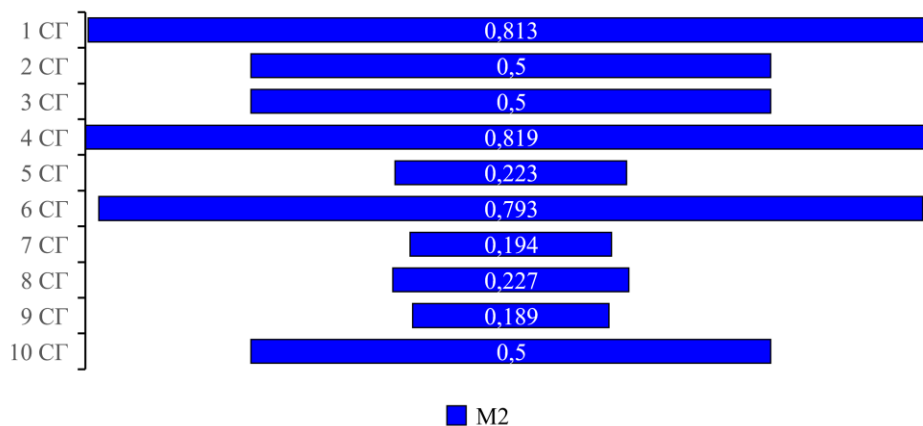


Рисунок 6.18 – Моніторингові дослідження рівня забезпечення управління моніторингом довкілля відповідно до міжнародних норм та стандартів ISO за суб'єктами господарювання

Отримані розрахунки дозволили після дефазифікації, отримати оцінку рівня організаційних змін діяльності СГ. За цими результатами було проаналізовано та структуровано типи моделей СЕУ за ефективністю функціонування СГ. Результати обчислень наведено в таблиці 6.22.

Таблиця 6.22 – Рівень організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання та тип моделі СЕУ за ефективністю функціонування

№	Район	Суб'єкт господарювання	Рівень організаційних змін за шкалою [0;100], %	Тип моделі СЕУ за ефективністю функціонування
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	77,1	Environmentally hot
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	50,0	Environmentally soft
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	50,0	Environmentally soft
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	77,9	Environmentally hot
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	30,2	Environmentally soft
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	74,6	Environmentally hot
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	23,1	Environmentally cold
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним	31,2	Environmentally soft
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	22,6	Environmentally cold
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	50,0	Environmentally soft

За результатами розрахунків визначено, що СГ (Дарницького (77,9%), Голосіївського (77,1%) та Деснянського (74,6%) районів) впровадили

екологічно гарячий тип СЕУ, оскільки керуються у своїй діяльності принципами збалансованого розвитку та характеризуються високим рівнем організаційних змін діяльності (рис. 6.19).

Найнижчий рівень організаційних змін діяльності (22,6%) і, відповідно, екологічно холодний тип СЕУ встановлено для суб'єкта господарювання, який займається комплексним обслуговуванням об'єктів і розміщений у Подільському районі. Також визначено СГ, управлінська діяльність яких є потребує повного перегляду та нових підходів, що і позначилось на рівні їх організаційних змін, які знаходяться в межах від 22,6% до 30,2% та є ознакою екологічно холодного типу СЕУ.

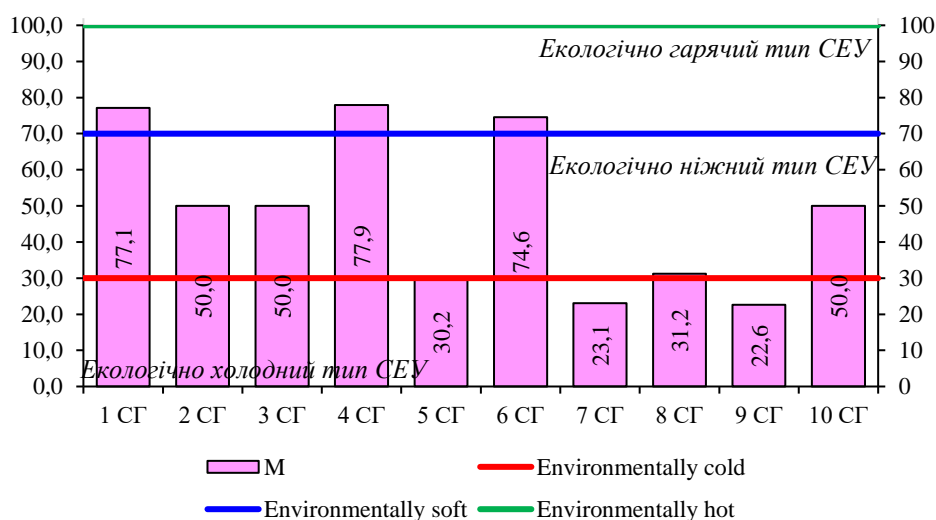


Рисунок 6.19 – Моніторингові дослідження рівня організаційних змін діяльності та визначення меж відповідності типам моделі СЕУ за ефективністю функціонування суб'єктів господарювання

Таким чином, проведені дослідження дозволили визначити на скільки рівень організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження СЕУ, позначається на її функціонуванні. Встановлюючи залежність між рівнем організаційних змін та ефективністю функціонування впровадженої системи екологічного управління, керівництво суб'єкта господарювання зможе оперативніше провести аналіз визначених недоліків у роботі та здійснити необхідні коригуючі дії для усунення невідповідностей. Отже, своєчасне визначення проблем в системі екологічного управління та швидке реагування керівництва стане запорукою для постійного контролю та

поліпшування стану та екологічної діяльності всіх підсистем системи «Суб'єкт господарювання».

6.4. Оцінювання рівня розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання

Дослідження впроваджених та функціонуючих систем екологічного управління на дослідних об'єктах спостереження за результатами запропонованих методів дозволили розглянути рівень екологічної безпеки та організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання.

Значення рівня екологічної безпеки СГ за комплексним критерієм контролю екологічної діяльності СЕУ та вибір типу моделі СЕУ за рівнем організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання дозволили сформулювати висновки щодо розвитку систем управління екологічною безпекою та класифікувати суб'єкти господарювання.

Порівняння отриманих вище результатів проведено з врахуванням ранжування суб'єктів господарювання, яке показало, що розрахунки за різними складовими методів мають близькі за рангом рівні (табл. 6.45).

Таблиця 6.23 – Ранжування рівня організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання та комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ

№	Район	Суб'єкт господарювання	Комплексний критерій контролю екологічної діяльності системи екологічного управління (SEM)	Ранжування за комплексним критерієм	Рівень організаційних змін за шкалою [0;100], % (М)	Ранжування за рівнем організаційних змін
1 СГ	Голосіївський	42.11. Будівництво доріг та автострад	0,717	3	77,1	2
2 СГ	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	0,692	5	50	4
3 СГ	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	0,692	5	50	4
4 СГ	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	0,802	1	77,9	1
5 СГ	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	0,69	7	30,2	8
6 СГ	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського	0,741	2	74,6	3

№	Район	Суб'єкт господарювання	Комплексний критерій контролю екологічної діяльності системи екологічного управління (SEM)	Ранжування за комплексним критерієм	Рівень організаційних змін за шкалою [0;100], % (M)	Ранжування за рівнем організаційних змін
		сполучення				
7 СГ	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	0,653	9	23,1	9
8 СГ	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним	0,669	8	31,2	7
9 СГ	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	0,599	10	22,6	10
10 СГ	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	0,693	4	50	4

Для узагальнення отриманих результатів проведено кластерний аналіз даних з табл. 6.45 за принципом «найближчого сусіда», користуючись агломеративним ієрархічним алгоритмом класифікації. В якості відстані між значеннями чинників SEM та M прийнято звичайну евклідову відстань (p_{ij}) та проведено розрахунки за формулою:

$$p_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1, j=1}^k (SEM_i - SEM_j)^2 + (M_i - M_j)^2} \quad (6.1)$$

де i та j – кількість об'єктів.

В результаті розрахунків отримано матрицю відстаней між значеннями чинників SEM та M за суб'єктами господарювання (табл. 6.24).

Таблиця 6.24 – Матриця відстаней

№	1 СГ	2 СГ	3 СГ	4 СГ	5 СГ	6 СГ	7 СГ	8 СГ	9 СГ	10 СГ
1 СГ	0	27,1	27,1	0,805	46,9	2,5	54	45,9	54,5	27,1
2 СГ	27,1	0	0	27,9	19,8	24,6	26,9	18,8	27,4	0,001
3 СГ	27,1	0	0	27,9	19,8	24,6	26,9	18,8	27,4	0,001
4 СГ	0,805	27,9	27,9	0	47,7	3,301	54,8	46,7	55,3	27,9
5 СГ	46,9	19,8	19,8	47,7	0	44,4	7,1	1	7,601	19,8
6 СГ	2,5	24,6	24,6	3,301	44,4	0	51,5	43,4	52	24,6
7 СГ	54	26,9	26,9	54,8	7,1	51,5	0	8,1	0,503	26,9
8 СГ	45,9	18,8	18,8	46,7	1	43,4	8,1	0	8,6	18,8
9 СГ	54,5	27,4	27,4	55,3	7,601	52	0,503	8,6	0	27,4
10 СГ	27,1	0,001	0,001	27,9	19,8	24,6	26,9	18,8	27,4	0

На наступному кроці проведено пошук найменшого значення відстані між отриманими результатами. Аналіз отриманої матриці (табл. 6.23) дозволив об'єднати в один кластер найбільш близькі значення між 2 СГ та 3 СГ, оскільки різниця відстаней між значеннями дорівнює 0 ($P_{2;3} = 0$). Обравши найменше із двох розглянутих значень, була сформована нова матриця відстаней та отримано 9 кластерів: $S_{(1)}$, $S_{(2,3)}$, $S_{(4)}$, $S_{(5)}$, $S_{(6)}$, $S_{(7)}$, $S_{(8)}$, $S_{(9)}$, $S_{(10)}$ (табл. 6.25).

Таблиця 6.25 – Матриці відстаней на 9 кластерів

№	1 СГ	[2 СГ, 3 СГ]	4 СГ	5 СГ	6 СГ	7 СГ	8 СГ	9 СГ	[10 СГ]
1 СГ	0	27,1	0,805	46,9	2,5	54	45,9	54,5	27,1
[2 СГ, 3 СГ]	27,1	0	27,9	19,8	24,6	26,9	18,8	27,4	0,001
4 СГ	0,805	27,9	0	47,7	3,301	54,8	46,7	55,3	27,9
5 СГ	46,9	19,8	47,7	0	44,4	7,1	1	7,601	19,8
6 СГ	2,5	24,6	3,301	44,4	0	51,5	43,4	52	24,6
7 СГ	54	26,9	54,8	7,1	51,5	0	8,1	0,503	26,9
8 СГ	45,9	18,8	46,7	1	43,4	8,1	0	8,6	18,8
9 СГ	54,5	27,4	55,3	7,601	52	0,503	8,6	0	27,4
[10 СГ]	27,1	0,001	27,9	19,8	24,6	26,9	18,8	27,4	0

Повторюємо попередній крок і формуємо нову матрицю відстаней, визначивши найменше значення між [2 СГ, 3 СГ] та 10 СГ і отримавши в результаті 8 кластерів: $S_{(1)}$, $S_{(2,3,10)}$, $S_{(4)}$, $S_{(5)}$, $S_{(6)}$, $S_{(7)}$, $S_{(8)}$, $S_{(9)}$ (табл. 6.26).

Таблиця 6.26 – Матриці відстаней на 8 кластерів

№	1 СГ	2 СГ, 3 СГ, 10 СГ	4 СГ	5 СГ	6 СГ	[7 СГ]	8 СГ	[9 СГ]
1 СГ	0	27,1	0,805	46,9	2,5	54	45,9	54,5
2 СГ, 3 СГ, 10 СГ	27,1	0	27,9	19,8	24,6	26,9	18,8	27,4
4	0,805	27,9	0	47,7	3,301	54,8	46,7	55,3
5	46,9	19,8	47,7	0	44,4	7,1	1	7,601
6	2,5	24,6	3,301	44,4	0	51,5	43,4	52
[7]	54	26,9	54,8	7,1	51,5	0	8,1	0,503
8	45,9	18,8	46,7	1	43,4	8,1	0	8,6
[9]	54,5	27,4	55,3	7,601	52	0,503	8,6	0

Аналізуючи матрицю відстаней можна зазначити, що 7 СГ та 9 СГ найбільш близькі $P_{7;9} = 0,5$, що дозволяє об'єднати їх в один кластер. Формуємо нову матрицю відстаней, обравши найменше з двох значень 7 СГ та 9 СГ. В результаті отримано 7 кластерів: $S_{(1)}$, $S_{(2,3,10)}$, $S_{(4)}$, $S_{(5)}$, $S_{(6)}$, $S_{(7,9)}$, $S_{(8)}$ (табл. 6. 27).

Таблиця 6.27 – Матриці відстаней на 7 кластерів

№	[1 СГ]	2 СГ, 3 СГ, 10 СГ	[4 СГ]	5 СГ	6 СГ	7 СГ, 9 СГ	8 СГ
[1 СГ]	0	27,1	0,805	46,9	2,5	54	45,9
2 СГ, 3 СГ, 10 СГ	27,1	0	27,9	19,8	24,6	26,9	18,8
[4 СГ]	0,805	27,9	0	47,7	3,301	54,8	46,7
5 СГ	46,9	19,8	47,7	0	44,4	7,1	1
6 СГ	2,5	24,6	3,301	44,4	0	51,5	43,4
7 СГ, 9 СГ	54	26,9	54,8	7,1	51,5	0	8,1
8 СГ	45,9	18,8	46,7	1	43,4	8,1	0

Аналіз отриманих результатів свідчить, що наступні найбільш близькі є 1 СГ та 4 СГ, різниця відстаней між якими $P_{1;4} = 0.8$. Це дозволяє об'єднати їх в один кластер, обравши найменше з них, та отримати 6 кластерів $S_{(1,4)}$, $S_{(2,3,10)}$, $S_{(5)}$, $S_{(6)}$, $S_{(7,9)}$, $S_{(8)}$ і сформувати нову матрицю відстаней (табл. 6.28).

Таблиця 6.28 – Матриці відстаней на 6 кластерів

№	1 СГ, 4 СГ	2 СГ, 3 СГ, 10 СГ	[5 СГ]	6 СГ	7 СГ, 9 СГ	[8 СГ]
1 СГ, 4 СГ	0	27,1	46,9	2,5	54	45,9
2 СГ, 3 СГ, 10 СГ	27,1	0	19,8	24,6	26,9	18,8
[5 СГ]	46,9	19,8	0	44,4	7,1	1
6 СГ	2,5	24,6	44,4	0	51,5	43,4
7 СГ, 9 СГ	54	26,9	7,1	51,5	0	8,1
[8 СГ]	45,9	18,8	1	43,4	8,1	0

За результатами розрахунку об'єднуємо у кластер 5 СГ та 8 СГ, що мають найбільш близькі значення за матрицею відстаней ($P_{5;8} = 1$) і, обравши найменше з розглянутих значень, формуємо нову матрицю на 5 кластерів: $S_{(1,4)}$, $S_{(2,3,10)}$, $S_{(5,8)}$, $S_{(6)}$, $S_{(7,9)}$ (табл. 6.29).

Таблиця 6.29 – Матриця відстаней на 5 кластерів

№	[1 СГ, 4 СГ]	2 СГ, 3 СГ, 10 СГ	5 СГ, 8 СГ	[6 СГ]	7 СГ, 9 СГ
[1 СГ, 4 СГ]	0	27,1	45,9	2,5	54
2 СГ, 3 СГ, 10 СГ	27,1	0	18,8	24,6	26,9
5 СГ, 8 СГ	45,9	18,8	0	43,4	7,1
[6 СГ]	2,5	24,6	43,4	0	51,5
7 СГ, 9 СГ	54	26,9	7,1	51,5	0

Ще один кластер утворюють близькі за значеннями об'єкти, такі як [1 СГ, 4 СГ] та 6 СГ, що мають різницю між відстанями $P_{1,4;6} = 2.5$. В результаті формуємо нову матрицю відстаней на 4 кластери: $S_{(1,4,6)}$, $S_{(2,3,10)}$, $S_{(5,8)}$, $S_{(7,9)}$, залишивши найменше з розглянутих відстаней (табл. 6.20).

Таблиця 6.30 – Матриця відстаней на 4 кластери

№	1 СГ, 4 СГ, 6 СГ	2 СГ, 3 СГ, 10 СГ	[5 СГ, 8 СГ]	[7 СГ, 9 СГ]
1 СГ, 4 СГ, 6 СГ	0	24,6	43,4	51,5
2 СГ, 3 СГ, 10 СГ	24,6	0	18,8	26,9
[5 СГ, 8 СГ]	43,4	18,8	0	7,1
[7 СГ, 9 СГ]	51,5	26,9	7,1	0

Останнім кроком для формування 3 кластерів розглядаємо близькі значення [5 СГ, 8 СГ] та [7 СГ, 9 СГ], різниця між якими становить $P_{5,8;7,9} = 7.1$. Ці СГ утворюють кластер, що містить найбільшу кількість підприємств.

Формуємо результуючу матрицю відстаней, вибравши найменше значення відстаней між [5 СГ, 8 СГ] та [7 СГ, 9 СГ] (табл. 6.31).

Таблиця 6.31 – Результуюча матриця відстаней на 3 кластера

№	1 СГ, 4 СГ, 6 СГ	2 СГ, 3 СГ, 10 СГ	5 СГ, 8 СГ, 7 СГ, 9 СГ
1 СГ, 4 СГ, 6 СГ	0	24.6	43.4
2 СГ, 3 СГ, 10 СГ	24.6	0	18.8
5 СГ, 8 СГ, 7 СГ, 9 СГ	43.4	18.8	0

Таким чином, в результаті виконаних кроків пошуку найменшої відстані між значеннями, отримано 3 кластери $S_{(1,4,6)}$, $S_{(2,3,10)}$, $S_{(5,8,7,9)}$, що визначають рівень розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання за рівнем організаційних змін СГ та контролюванням екологічної діяльності СЕУ.

Засобами пакету MatLab проведено комп'ютерну обробку та узагальнення отриманих результатів. Для виконання кластерного аналізу використали функцію `findcluster`, яка призначена для виклику графічного інтерфейсу програми нечіткої кластеризації методами нечітких *c*-середніх (`fcm`) і субтрактивної кластеризації (`subtractiv`). Для даних використовується коло, для центрів кластерів чорна точка.

Кластерний аналіз за субтрактивним алгоритмом розбив результати досліджень на три кластери відповідно до рівня організаційних змін СГ та контролювання екологічної діяльності СЕУ для встановлення рівня розвитку системи управління екологічною безпекою та (рис. 6.20).

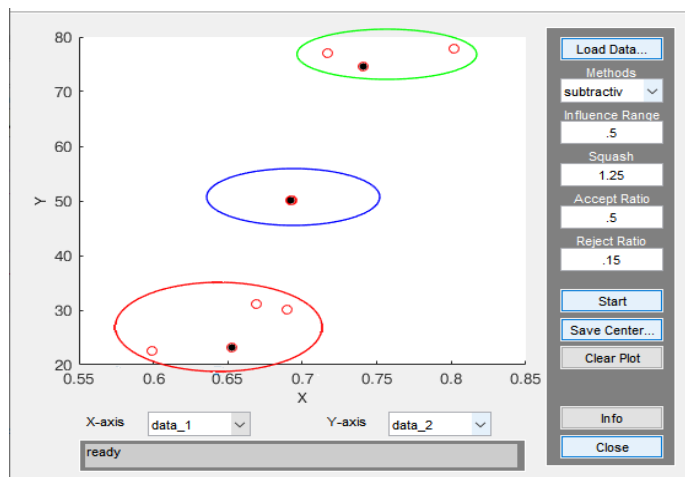


Рисунок 6.20 – Рівень розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання за допомогою субтрактивної кластеризації

Графічна інтерпретація результатів класифікації суб'єктів господарювання за двома визначеними параметрами дозволила означити 3 кластери рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання відповідно до рівня організаційних змін СГ та контролювання екологічної діяльності СЕУ :

Перший кластер (оптимальний рівень розвитку системи управління екологічною безпекою) – суб'єкти господарювання, що здійснюють свою діяльність у Голосіївському, Дарницькому та Деснянському районах;

Другий кластер (середній рівень розвитку системи управління екологічною безпекою) – суб'єкти господарювання, що здійснюють свою діяльність у Оболонському, Шевченківському та Солом'янському районах;

Третій кластер (мінімальний рівень розвитку системи управління екологічною безпекою) – суб'єкти господарювання, що здійснюють свою діяльність у Дніпровському, Печерському, Подільському та Святошинському районах.

Для узагальнення та візуалізації результатів за алгоритмом с-середніх із зазначенням кількох варіантів в залежності від застосування двох та трьох кластерів, визначено групи суб'єктів господарювання з різним рівнем розвитку системи управління екологічною безпекою (рис. 6.21). Якщо розбивка результатів на 3 кластера (рис. 6.21 а) дозволила визначити за типами моделей СЕУ рівень розвитку систем управління екологічною безпекою дослідних СГ,

то графічна інтерпретація результатів на 2 кластера дозволила більш чітко візуалізувати та виокремити три суб'єкти господарювання, які своїми управлінськими рішеннями забезпечують екологічну безпеку, сприяють покращенню стану довкілля та мають оптимальний рівень розвитку системи управління екологічною безпекою (рис. 6.21 б).

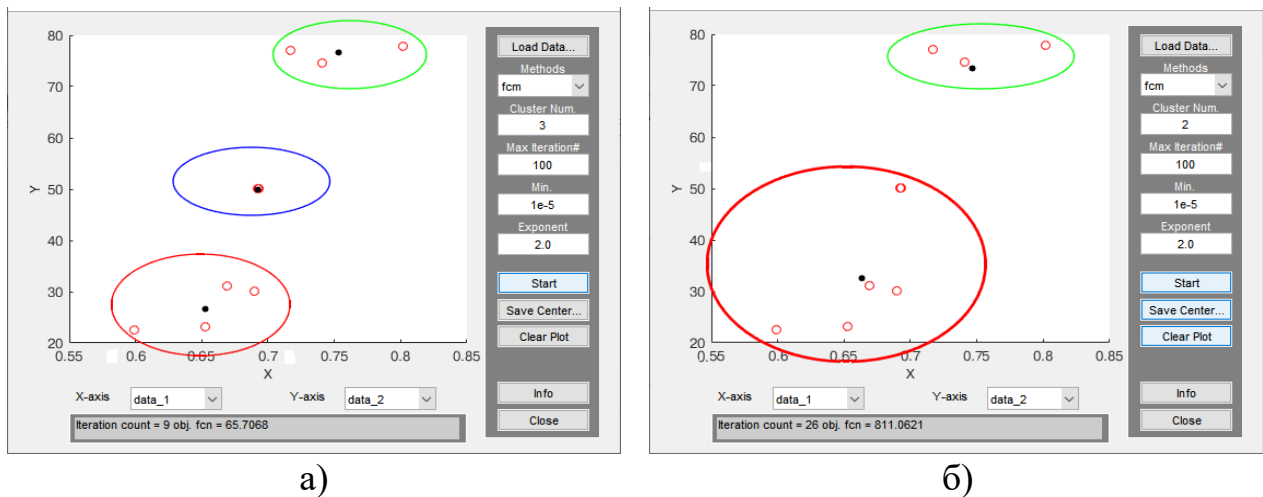


Рисунок 6.21 – Рівень розвитку системи управління екологічною

безпекою суб'єктів господарювання за допомогою кластеризації с-середніх: а – 3 кластери, б – 2 кластери.

Таким чином, узагальнення результатів за допомогою кластерного аналізу із застосуванням методу «найближчого сусіда» дозволило побудувати матрицю відстаней для встановлення рівня розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання.

Сформовано три кластери відповідно рівня розвитку системи управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання, які мають як інноваційні тенденції в організаційній діяльності, що забезпечує їм оптимальний рівень розвитку, так і ті, що вимагають негайного втручання та коригування управлінських екологічних рішень та входять до групи з мінімальним рівнем розвитку системи управління екологічною безпекою.

Висновки до розділу 6

1. Проведено експериментальний та обчислювальний експеримент для десяти суб'єктів господарювання, які здійснюють свою діяльність у різних адміністративно-територіальних районах м. Києва. На основі нормативної та статистичної інформації було проведено попередній аналіз діяльності дослідних СГ.

2. За результатами теоретичних та експериментальних досліджень було встановлено, що значення об'єднуючих показників, які входять до розрахунку групового показника екологічної результативності, змінюються від 0,47, що є показником бездіяльності керівництва суб'єктів господарювання в напрямку застосування екологічних інновацій для зниження рівня забруднення та покращення якості продукції, до 1, що свідчить про оптимізацію процесів з використання екологічно більш ефективного обладнання. Діапазон розрахункових значень групового критерію екологічної результативності СЕУ, на базі запропонованого методу, становить від 0,55 до 0,84.

3. Визначено значення окремих показників, що визначають рівень ефективності управління. Встановлено, що діапазон результатів обчислень варіюється від 0,39, що є ознакою наявності демотиваційних факторів всередині підсистеми «Внутрішнє середовище» та відсутності роботи в сфері суспільних зв'язків, до 1, що є результатом взаємодії СГ з громадськістю та засобами масової інформації, а також високого рівня реалізації програм мотивації персоналу. Динаміка зміни рівня ефективності управління по дослідним СГ змінюється від 0,56 до 0,83.

4. Розраховано груповий показник екологічної дієвості СЕУ, який визначає екологічний стан природних компонентів довкілля із застосуванням методів біоіндикації та біотестування. Встановлено, що впровадження та поліпшення системи екологічного управління дозволяє знизити сумарний потенційний ризик здоров'ю населення на 1–27% при потраплянні забруднюючих речовин у повітря та на 7–26% при потраплянні у водне середовище. Значення об'єднуючих показників, які входять до структури

узагальнювальних індикаторів групового показника екологічної дієвості, відзначено у діапазоні від 0,48 до 1, що свідчить про різний рівень діяльності СГ в сфері охорони навколишнього середовища та впровадження природоохоронних заходів направлених на покращення стану природних компонентів довкілля.

Значення узагальнювального індикатора якості довкілля для СГ, що здійснює свою діяльність у Печерському районі, на 29% нижче ніж у підприємства, що функціонує у Деснянському районі м. Києва. Загальна тенденція зміни даного показника знаходиться в діапазоні значень від 0,64 до 0,83 і свідчить про реалізацію природоохоронних заходів суб'єктами господарювання під час впровадження СЕУ.

Значення узагальнювального індикатора стану біосистем варіюються від 0,58 до 0,85, при чому найвищий рівень має СГ, який функціонує у Шевченківському районі, що на 46% вище ніж у підприємства Солом'янського району.

5. За результатами проведених обчислень комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління (SEM), визначено рівень екологічної безпеки СГ. Найвищий рівень екологічної безпеки відзначено у СГ, що здійснює діяльність у Дарницькому районі м. Києва (0,802), що на 34% більше від рівня екологічної безпеки підприємства Подільського району (0,599).

6. Сформовано матриці моніторингових досліджень з врахуванням нормативної, аудиторської та статистичної інформації, яка відповідає міжнародним вимогам та стандартам. Елементами матриць стали бали отримані за шкалою від 0 (найнижчий рівень) до 10 (найвищий рівень), які було покладено в основу розрахунку значень показників та визначників ефективності функціонування системи екологічного управління.

7. Змодельовано рівень організаційних змін, який дозволив визначити типи моделей СЕУ за ефективністю функціонування. Суб'єкти господарювання, які складають групу екологічного гарячого типу СЕУ, отримали значення від 74,6% до 77,1%. П'ять суб'єктів господарювання склали

групу з екологічно нижнім типом СЕУ із значенням від 30,2 до 50,0. Найнижчий рівень організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання відповідає екологічно холодному типу СЕУ і вимагає невідкладного втручання в управлінські процеси.

8. Встановлено, групи СГ за рівнем розвитку системи управління екологічною безпекою: оптимальний рівень (суб'єкти господарювання Голосіївського, Дарницького та Деснянського районів; середній рівень (суб'єкти господарювання Оболонського, Шевченківського та Солом'янського районів), мінімальний рівень (суб'єкти господарювання Дніпровського, Печерського, Подільського та Святошинського районів).

Основні результати, отримані при вирішенні поставлених у розділі 6 завдань, опубліковані в роботах [55;364, 388, 403, 404, 422, 433, 455, 456, 459-463].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі, яка є завершеною кваліфікаційною самостійно виконаною науковою працею, наведено розв'язання актуальної проблеми створення наукових основ застосування методів біотестування та біоіндикації як додаткових інструментів під час моніторингових досліджень для встановлення рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання. Основні результати досліджень наведено нижче.

1. Здійснено аналіз сучасного стану науково-технічних досягнень з питань шкідливого впливу діяльності суб'єктів господарювання на довкілля та виявлено, що одним із небезпечних чинників є низький рівень організації їх діяльності під час розроблення, впровадження та функціонування СЕУ. В результаті виявлено, що відсутність контролю за екологічною діяльністю СЕУ СГ приводить до зниження рівня екологічної безпеки підприємств і організацій та позначається на стані природних компонентів довкілля.

2. Запропоновано методологію та обґрунтовано проведення досліджень, які передбачали застосування як теоретичних так і експериментальних методів, зокрема системного аналізу; математичного моделювання; біологічного моніторингу; методи відбору проб; хімічні та фізико-хімічні методи тощо.

3. Теоретично обґрунтовано та проведено системний аналіз системи екологічного управління, який дав змогу здійснити декомпозицію контексту системи «Суб'єкт господарювання» і сформувані концептуальні моделі її підсистем. Встановлено, що зміна перебігу процесів контролю екологічної діяльності СЕУ та її функціонування здійснюються комплексом керуючих та регулюючих факторів і залежить від взаємодії елементів підсистем системи «Суб'єкт господарювання».

4. Розроблено структурну модель і процедуру вибору та застосування управлінських підходів для ефективного функціонування СЕУ на кожному етапі її розроблення та впровадження. Встановлено, що ефективне функціонування СЕУ залежить від комбінації підходів до управління, за допомогою яких досягається послідовність упровадження та регулювання взаємозв'язків між елементами підсистем системи «Суб'єкт господарювання».

5. За результатами теоретичних та експериментальних досліджень встановлено, що форма організації діяльності суб'єкта господарювання під час впровадження та функціонування СЕУ є інтегрованим процесом її постійного поліпшення, а механізм полягає в контролі та спостереженні за станом запропонованих показників: екологічної результативності, ефективності управління та екологічної дієвості системи екологічного управління.

6. Розроблено критерії контролю екологічної діяльності СЕУ, які надають можливість для визначення рівня екологічної безпеки СГ та оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою.

7. Сформовано метод визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності СЕУ з урахуванням коефіцієнтів вагомості окремих чинників та групових показників, що дозволило встановити рівень екологічної безпеки досліджуваних суб'єктів господарювання.

8. Розроблено систему показників та запропоновано метод визначення типу системи екологічного управління за ефективністю функціонування в умовах невизначеності на основі теорії нечітких множин, що дало можливість вирішити проблему визначення рівня ефективного функціонування системи екологічного управління.

9. За результатами теоретичних та експериментальних досліджень із застосуванням методів біотестування та біоіндикації встановлено реакцію-відповідь організмів на стан забруднення природних компонентів довкілля внаслідок діяльності суб'єктів господарювання до та після впровадження систем екологічного управління. Експериментально підтверджено, що зменшення потужності викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря суб'єктами господарювання в результаті проведених організаційних змін діяльності позначається на стані природних компонентів довкілля та покращує якість перебігу процесів розвитку *T. cordata* на 12–37 %, *P. sylvestris* – 6–23 %, позначається на вегетативному розвитку *T. cordata* збільшенням площі листових пластинок від 4,3 до 5,72 см² та зменшенням їх пилового забруднення від 31 до 53%, а також призводить до зменшення проявів дестабілізації *V. pendula*. Встановлено, що зменшення рівня токсичності атмосферних опадів і ґрунтів на 73 й 62 % відповідно оптимізує розвиток *L. sativum* на всіх стадіях онтогенезу. Експериментально визначено, що зменшення потужності викидів

забруднюючих речовин суб'єктами господарювання, які знаходяться на рівновіддаленій відстані від досліджуваних водойм, не позначається на покращенні ступеня їх токсичності.

10. Розраховано комплексний критерій контролю екологічної діяльності СЕУ з урахуванням коефіцієнтів вагомості окремих чинників та групових показників й визначено рівень ЕБ СГ, що дозволило визначити, що найвищий рівень екологічної безпеки після впровадження СЕУ спостерігається в суб'єкта господарювання Дарницького району (0,802), який на 34 % більше від рівня ЕБ (0,599) підприємства Подільського району м. Києва.

11. Змодельовано рівень організаційних змін діяльності та обрано типи моделей системи екологічного управління за ефективністю функціонування для досліджуваних СГ. Встановлено, що суб'єкти господарювання Голосіївського, Дарницького та Деснянського районів м. Києва складають групу з упровадженням екологічно гарячим типом СЕУ із значенням від 74,6 до 77,1 %; суб'єкти господарювання Оболонського, Шевченківського, Дніпровського, Святошинського та Солом'янського районів входять до групи, функціонуючої з екологічно нижнім типом СЕУ (від 30,2 до 50,0 %); суб'єкти господарювання Подільського та Печерського районів м. Києва (від 22,6 до 23,1 %) впровадили екологічно холодний тип СЕУ, що вимагає невідкладного втручання в управлінські процеси та потребує кардинальних змін для підвищення рівня ЕБ.

12. Змодельовано розвиток систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання за організаційними змінами та контролем екологічної діяльності СЕУ СГ. Встановлено, що суб'єкти господарювання, які здійснюють діяльність у Голосіївському, Дарницькому та Деснянському районах, характеризуються оптимальним рівнем розвитку системи управління екологічною безпекою; суб'єкти господарювання, що здійснюють свою діяльність в Оболонському, Шевченківському та Солом'янському районах, відповідають середньому рівню; мінімальний рівень розвитку системи управління екологічною безпекою відзначено у суб'єктів господарювання, що здійснюють свою діяльність у Дніпровському, Печерському, Подільському та Святошинському районах м. Києва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Брундланд Г. Наше спільне майбутнє: Міжнародна комісія з навколишнього середовища і розвитку. Оксфорд: Оксфорд Юніверсіті Пресс, 1987. 125 с.
2. Кузьміна О.С. Аналіз підходів до трактування поняття “сталій розвиток підприємства. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2015. № 5. Т. 1. С. 13-21.
3. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. *Успехи современной биологии*. 1944. Т. XVIII. Вып.2. С. 113-120.
4. Вернадский В.И. Размышления натуралиста: в 2 т. / ред. коллегия: В.М. Кедров и др.; Институт естествознания и техники АН СССР. Москва: Наука, 1975. Т. 1. С. 49-50.
5. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988. 520 с.
6. Праця людини і її відношення до розподілу енергії. Подолинський С. А. Вибрані твори. / упоряд. Л. Я. Корнійчук. К.: КНЕУ, 2000. 283 с.
7. Всемирная энциклопедия: Философия / гл. науч. ред.: А.А. Грицанов. М.: АСТ, Мн.: Харвест, Современный литератор, 2001. 1312 с.
8. Тейяр де Шарден П. Как я верую // П. Тейяр де Шарден Феномен человека: сб. очерков и эссе: / сост. В. Ю. Кузнецов. М.: ООО «Издательство АСТ», 2002. 553 с.
9. Моисеев Н.Н. «Устойчивое развитие» или «Стратегия переходного периода». ЭКОС-информ, 1995. № 3/4. С.45-56.
10. Коптюг В.А. На пороге XXI века: Статьи и выступления по проблемам устойчивого развития. Новосибирск, НИЦ СО РАН, 1995. 131 с.
11. Кузнецова А.И. Инфраструктура: вопросы теории, методологии и прикладные аспекты современного инфраструктурного обустройства. Геоэкономический поход. М.:КомКнига, 2010. 456 с.
12. Meadows D.H., Meadows D.L. The Limits to Grow. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. New-York: Universe Book, 1972. 211 с. URL: <http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf> (дата звернення: 12.09.2019).
13. Ward B., Dubos René J. Only one earth: the care and maintenance of a small planet. New York, 1972. 264 с. URL: <https://archive.org/details/onlyoneearthcare00ward> (дата звернення: 13.02.2019).

14. Mesarovic M., Pestel E. Mankind at the turning point: the second report to the Club of Rome. Research and Documentation Papers: Economic Series №.1. 1975. [EU European Parliament Document]. URL: <http://aei.pitt.edu/id/eprint/42190> (дата звернення: 05.09.2019).
15. Буркинський Б. В., Купінець Л. Є., Харічков С.К. Економічний вектор стратегії сталого розвитку України. Екологія і природокористування. 2012. Вип. 15. С. 163-173.
16. Шевчук В. Я. Макроекономічні проблеми сталого розвитку. Київ: ООО Геопринт, 2005. 200 с.
17. Социально-экономический потенциал устойчивого развития / заг. ред. Л. Г.Мельник, Л. Хенс. Сумы : Университетская книга, 2007. 1120 с.
18. Костель М.В. Узгодження еколого-економічних інтересів у системі управління природокористуванням: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.06. Суми, 2009. 20 с.
19. Багров Р. В. Региональная геополитика устойчивого развития. К.: Лыбидь, 2002. 254 с.
20. Шубравська О. Сталий економічний розвиток: поняття і напрям досліджень. Економіка України. 2005. № 1. С. 36.-42.
21. Данилишин Б.М. Дорогунцов С.І., Міщенко В.С., Коваль Я.В. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України. РВПС України, 1999. 716 с.
22. Барабаш О. В., Вознюк Я. Ю. Екологічний слід як індикатор природного капіталу екосистем. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2018. № 1(20). С. 109–114.
23. Данилишин Б.М., Шостак Л.Б. Устойчивое развитие в системе природно-ресурсных ограничений. К.: СОПС Украины НАНУ, 1999. 367 с.
24. Дорогунцов С.І., Ральчук О.М. Управління техногенно-екологічною безпекою у парадигмі сталого розвитку: концепція системно-динамічного вирішення. К.: Наукова думка, 2001. 173 с.
25. Шкодкіна Ю.М. Трансформація фінансового механізму забезпечення екологічно сталого розвитку України в умовах глобалізації: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.06. Суми, 2014. 222 с.
26. Сонько С.П. Просторовий розвиток соціо-природних систем: шлях до нової парадигми. Київ: Ніка Центр, 2003. 290 с.

27. Jovane F., Yoshikawa H. The incoming global technological and industrial revolution towards competitive sustainable manufacturing. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. 2008. Vol. 57. Issue 2. P. 641-659.
28. Onishi A. Futures of global interdependence (FUGI) global modeling system: Integrated global model for sustainable development. *Journal of Policy Modeling*. 2005. Vol. 27. Issue 1. P. 101-135.
29. Blinc R., Zidan'sek A., Slaus I. Sustainable development and global security. *Energy*. 2007. Vol. 32. Issue 6. P. 883-890.
30. Clark G. Evolution of the global sustainable consumption and production policy and the United Nations Environment Programme's (UNEP) supporting activities. *Journal of Cleaner Production*. 2007. Vol. 15. Issue 6. P. 492-498.
31. Jegatheesan V., Liow J.L., Shu L., Kim S.H., Visvanathan C. The need for global coordination in sustainable development. *Journal of Cleaner Production*. 2009. Vol. 17. Issue 7. P. 637-643.
32. Goncz E., Skirke U., Kleizen H., Barber M. Increasing the rate of sustainable change: a call for a redefinition of the concept and the model for its implementation. *Journal of Cleaner Production*. 2007. Vol. 15. Issue 6. P. 525-537.
33. Hughes B., Johnston P. Sustainable futures: policies for global development. *Futures*. 2005. Vol. 37. Issue 8. P. 813-831.
34. Sneddon C., Howarth R. Sustainable development in a post-Brundtland world. *Ecological Economics*. 2006. Vol. 57. Issue 2. P. 253-268.
35. Корнийчук Л., Шевчук В. Устойчивое развитие и глобальная миссия Украины. *Економика України*. 2009. №5. С. 4-14.
36. Філіпенко А.С. Глобальні форми економічного розвитку історія і сучасність. К.: Знання, 2007. 670 с.
37. Шостак Л. Цели и приоритеты устойчивого развития Украины. *Економика України*. 2002. №10. С. 30-36.
38. G20 Leaders Communique Hangzhou Summit (Встреча глав государств и правительств стран-членов G20 в Ханчжоу), 4–5 septembre 2016. URL: http://europa.eu/rapid/press-release_STATEMENT-16-2967_en.htm (дата звернення: 15.05.2019).
39. The Global Risks Report 2017, Звіт Світового банку. URL: <http://reports.weforum.org/global-risks-2017/> (дата звернення: 03.08.2019).

40. World Development Indicators 2016: Звіт Світового Банку. URL: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> (дата звернення: 12.06.2019).
41. Світовий інвестиційний звіт 2016, Звіт ООН URL: <http://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=1555> (дата звернення: 21.09.2019).
42. Пилиев С., Цховребов Э. Возможности устойчивого развития. *Экономист*. 2001. № 4. С. 23-28.
43. Щеулин А.С., Девяткин С.В. О новой парадигме управления региональным развитием. *Устойчивое развитие. Наука и Практика*. № 2.2004. URL: <https://www.doccity.com/ru/o-novoy-paradigme-upravleniya-regionalnym-razvitiem/1331840/> (дата звернення: 20.08.2019).
44. Лакуша Н. Світ екобезпеки людини: глобалізаційні виклики: монографія. Київ, 2016. 264 с. URL: http://www.knuba.edu.ua/ukr/wp-content/uploads/2018/09/Lakusha_Ekobezpeka.pdf (дата звернення: 25.08.2019).
45. Forrester J.W. World Dynamic. Cambridge, 1971. 142 p. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/recherches-economiques-de-louvain-louvain-economic-review/> (дата звернення: 10.09.2019).
46. Наше общее будущее: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР). М.: Прогресс, 1987. 412 с. URL: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (дата звернення: 03.09.2019).
47. Первушин С. Возможности предотвращения глобальной экологической катастрофы. *Российский экономический журнал*. 1996. №2. С. 2-17.
48. OECD/DAC. Strategies for Sustainable Development: Practical Guidance for Development Cooperation. OECD: Paris, 2001. 73 p. URL: <http://www.oecd.org/dataoecd/34/10/2669958.pdf>. (дата звернення: 12.20.2019).
49. Миннекаева Д. Р. «Повестка дня на XXI век» - путь к устойчивому развитию: Теоретические основы перспективной программы Организации Объединенных Наций. *Вестник ТИСБИ*. 2003. № 4. С. 168-172.
50. UNCSD. Guidance in Preparing a National Sustainable Development Strategy: Managing Sustainable Development in the New Millennium. 2002. 46 p. URL: <http://www.undp.org/fssd/docs/guidprepnlds.pdf>. (дата звернення: 05.07.2018).
51. Ибрагимова К.А. Европа 2030: разработка новой рамочной программы ЕС по

- исследованиям и технологическому развитию. *Обозреватель*. 2017. №11 (334). С. 51–61.
52. Про Концепцію (основи державної політики) національної безпеки України: Постанова Верховної Ради України від 16 січня 1997 р. №3/97-ВР / Верховна Рада України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/3/97-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 15.10.2019).
53. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року: Закон України від 21 грудня 2010 р. № 2818-VI / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2818-17> (дата звернення: 15.10.2019).
54. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28 лютого 2019 року № 2697-VIII / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2818-17> (дата звернення: 18.10.2019).
55. Барабаш О.В. Оцінювання ефективності функціонування систем екологічного управління суб'єктів господарювання. / О. В. Барабаш, Київ. 2020. 236 с.
56. Про основи національної безпеки України: Закон України від 19 черв. 2003 р. № 964-IV / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=964-15>. (дата звернення: 21.10.2019).
57. Про охорону навколишнього природного середовища: закон України від 25 черв. 1991 р. № 1264-XII / Верховна Рада України. URL: <http://www.rada.gov.ua> (дата звернення: 11.10.2019).
58. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь: свыше 8 тыс. терминов. Кишинев: Гл. ред. МСЭ, 1989. 408 с.
59. Экология. Юридический энциклопедический словарь / под ред. проф. С.А.Боголюбова. М.: Издательство НОРМА, 2000. 448 с.
60. Шмандій В.М., Шмандій О.В. Екологічна безпека – одна з основних складових національної безпеки держави. *Екологічна безпека*. 2008. № 1 (1). с. 9-15.
61. Хіміч О. Екологічна безпека як елемент національної безпеки. *Право України*. 2002. № 11. С.47-47.
62. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. К.: НІСД, 2001. 312 с.

63. Качинський А.Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. К.: Ін-т пробл. нац. безпеки, 2004. 472 с.
64. Косовцев В.О., Бінько І.Ф. Національна безпека України: проблеми та шляхи реалізації пріоритетних національних інтересів. К.: НІСД, 1996. 61 с.
65. Данилишин Б.М. Наукові основи прогнозування природно-техногенної (екологічної) безпеки: монографія / Б. М. Данилишин, В. В. Ковтун, А. В. Степаненко. К. : Лекс Дім, 2004. 551 с.
66. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системні принципи та методи її формалізації. *Національна безпека: український вимір*. 2009. №4 (23). С.71–79.
67. Мальований М., Слюсар В., Серета А., Стокалюк О. Аналіз екологічної небезпеки існуючих сміттєзвалищ та стратегія її мінімізації (на прикладі Грибовицького сміттєзвалища). *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2017. № 1. С. 5-11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzr_2017_1_3 (дата звернення: 24.10.2019)
68. Данилишин Б. Ефект декаплінгу як фактор взаємозв'язку між економічним зростанням і тиском на довкілля. *Вісник НАН України*. 2008. № 5. С. 12—18.
69. Хлобистов Є.В. Екологічна безпека і засади визначення ризику техногенних катастроф. *Економіка України*. 2010. № 6. С. 38-46.
70. Ісаєнко В. М., Білявський Г.О. Екологічна безпека - основний чинник екологозбалансованого розвитку України у ХХІ столітті. *Екологічний вісник*. 2007. № 4. С. 14-17.
71. Гошовський С.В., Рудько Г.І., Преснер Б.М. Екологічна безпека техноприродних геосистем у зв'язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів. К.: ЗАТ “НІЧЛАВА”, 2002. 624 с.
72. Шмандій В.М., Некос В.Ю. Екологічна безпека. Підручник. Харків–Кременчук: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2008. 436 с.
73. Фесянов П. Державне регулювання забезпечення екологічної безпеки на регіональному рівні: досвід провідних країн світу. *Вісник Національної академії державного управління*. 2011. С. 142-150. URL: <http://visnyk.academy.gov.ua/wp-content/uploads/2013/11/2011-4-20.pdf> (дата звернення: 26.11.2019).
74. Живко З. Б. Економічна безпека підприємства: сутність, механізм забезпечення та управління: монографія / З. Б. Живко. Львів: Ліга-Прес, 2012. 256 с.
75. Гончарук В., Білявський Г., Ковальов М., Рубцов Г. Національна екологічна

- безпека та екологічна паспортизація водних об'єктів. *Вісник НАН України*. 2009. № 5 С. 22-29.
76. Шмандій В.М. Управління екологічною безпекою на регіональному рівні (теоретичні та практичні аспекти) : дис. ... докт. техн. наук : 21.06.01. Харків, 2003. 356 с.
77. Харламова О.В., Мальований М.С., Пляцук Л.Д. Теоретичні основи управління екологічною безпекою техногенно навантаженого регіону. *Екологічна безпека*. 2012. Вип. 1 (13). С. 9–12.
78. Хіміч О.М. Забезпечення екологічної безпеки адміністративно-правовими заходами, які застосовуються міліцією: автореф. дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.07. Київ, 2005. 18 с.
79. Ковалевська Ю. С. Державне управління процесами забезпечення екологічної безпеки в Україні: автореф. дис. ... канд. наук з держ. управління: 25.00.02. Донецьк, 2009. 22 с.
80. Туниця Ю. Екологічна Конституція Землі: сутність і концептуальні засади. *Вісник НАН України*. 2005. № 11. С. 32-42.
81. Заржицький, О.С. Актуальні проблеми правового забезпечення екологічної політики України (теоретичні аспекти): монографія. Донецьк.: Національний гірничий університет, 2012. 200 с.
82. Андрейцев В.І. Тектолого-правові аспекти забезпечення сучасної екологічної політики держави. *Право України*. 2011. №2. С. 66-84.
83. Донець Л.І., Прокопенко Є.Ю. Екологічна безпека в координатах світового розвитку. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2006. № 6. Т.1. С. 151-154.
84. Акуленко В.Л., Мамчук І.В. Екологічний менеджмент в контексті забезпечення екологічної безпеки підприємства // *Вісник Хмельницького національного університету*. – 2009. – № 5, Т1. – С. 21-26.
85. Галушкіна Т.П. Экономические инструменты экологического менеджмента: теория и практика: монографія. Одесса: ИПРиЭЭИ НАН Украины, 2000. 280 с.
86. Кушнір Ю.В. Перспективи впровадження системи екологічного аудиту на промислових підприємствах. *Науковий вісник НЛГУ*. 2005. Вип. 15.7. С. 251-254.
87. Акимов В.А., Потапов Б.В., Радаев Н.Н. Сравнительная оценка безопасности регионов по статистическим данным. *Проблемы безопасности при чрезвычайных*

ситуациях. 1998. № 11. С. 78–85.

88. Іванюта С.П. Екологічна та природно-техногенна безпека України: регіональний вимір загроз і ризиків: монографія. К.: НІСД, 2012. 308 с.

89. Іванюта С. П., Качинський А. Б. Екологічна безпека регіонів України: порівняльні оцінки. *Стратегічні пріоритети*. 2013. №3 (28). С. 157-164.

90. Тулай О.І. Фінансово-організаційні засади еколого-орієнтованої діяльності суб'єктів господарювання. *Науковий вісник Полісся*. 2017. №4 (12), Ч. 1, С. 93-97.

91. Берлінг Р.З., Гавран В.Я. Еколого-економічні витрати: їх структура, суть та значення у загальновиробничих процесах підприємства. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2012. № 725. С. 254–257.

92. Ілляшенко О.В., Будрик О.І. Еколого-економічна безпека підприємства: теоретичні аспекти. *Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг*. 2017. Вип. 1 (25). С. 72–82.

93. Костецький М.Р. Система управління еколого-економічною безпекою підприємства: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04. Київ, 2010. 21 с.

94. Щербина В.М. Інформаційне забезпечення економічної безпеки підприємств та установ. *Актуальні проблеми економіки*. 2004. № 1. С. 220–225.

95. Войнаренко М., Яременко О. Управління економічною безпекою підприємств на основі оцінки відхилень порогових показників. *Економіст*. 2008. № 12. С. 60–63.

96. Купалова Г.І. Екологічне підприємництво як невід'ємна складова сталого розвитку України. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія «Військово-спеціальні науки»*. 2011. № 26. С. 35–39.

97. Тітенко Г.В. Морфологічний та контент-аналіз поняття «екологічне підприємництво». *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2012. № 1004. Вип. 7. С. 109–113. URL: Режим доступу: <http://ekhnuir.univer.kharkov.ua/bitstream/123456789/8888/2/Gavru.pdf> (дата звернення: 15.02.2020).

98. Бобкова А. Щодо правових засад планування екологічного підприємництва. *Право України*. 2011. № 2. С. 124–131.

99. Новоселов С. Н. Экологическое предпринимательство: сущность, особенности, пути развития *Инженерный вестник Дона: электронный научный*

журнал. 2012. № 4. Ч. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-predprinimatelstvo-suschnostsobennosti-puti-razvitiya> (дата звернення: 12.06.2019).

100. Кулагина Н.А. Актуальность исследования экологической компоненты при оценке экономической безопасности агропромышленного комплекса. *Региональные проблемы преобразования экономики*. 2012. С. 221-228. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-issledovaniya-ekologicheskoy-komponenty-pri-otsenke-ekonomicheskoy-bezopasnosti-agropromyshlennogo-kompleksa>. (дата звернення: 23.02.2020).

101. Булетова Н.Е. Эколого-экономическая безопасность: природа, содержание и проблемы диагностики в регионах России. Монография. Волгоград, 2013. 220 с.

102. Олєфіренко О. Соціально-екологічні аспекти формування регіональної екологічної політики. *Науковий вісник. Серія* 2010. Вип. 5. URL: http://vivacademy.com/vidavnitstvo_1/visnik5/fail/+Olefirenko.pdf (дата звернення: 11.01.2020).

103. Мозговая О. С. Применение концепции «экологический след» для расчета резервов экологической емкости с целью определения рекреационной нагрузки в национальных парках Беларуси. *Журнал международного права и международных отношений*. 2007. № 2. С. 85-93.

104. Vaabou W., Grunewald N., Ouellet-Plamondon C. The Ecological Footprint of Mediterranean cities: Awareness creation and policy implications. *Environmental Science & Policy*. 2017. № 69. P. 94–104.

105. Blasi E., Passeri N., Franco S. An ecological footprint approach to environmental-economic evaluation of farm results. *Agricultural Systems*. 2016. №145. P. 76–82.

106. Collins A., Galli A., Patrizi N. Learning and teaching sustainability: The contribution of Ecological Footprint calculators. *Journal of Cleaner Production*. 2017. № 174. P. 1000–1010.

107. Food and Agricultural Organization: the FAOSTAT Database [Electronic resource] / Food and Agriculture Organization of the United Nations., 2007. URL.: <http://faostat.fao.org/faostat/collections?version=ext&hasbulk=0>. (date of access (03.03.2018)).

108. Galli A., Giampietro M., Goldfinger S. Questioning the Ecological Footprint.

Ecological Indicators. 2016. № 69. P. 224–232.

109. Galli A., Iha K., Halle M. Mediterranean countries' food consumption and sourcing patterns: An Ecological Footprint viewpoint. *Science of the Total Environment*. 2017. № 578. P. 383–391.

110. Kitzes J., Berlow E., Conlisk E. Consumption-Based Conservation Targeting: Linking Biodiversity Loss to Upstream Demand through a Global Wildlife Footprint. 2016. *Conservation Letters*, 1-8. doi:10.1111/con4.12321.

111. Lazarus E., Lin D., Martindill J. Biodiversity Loss and the Ecological *Footprint of Trade*. *Diversity*. 2015. № 7. P. 170-191.

112. Mancini M., Galli A., Niccolucci V. Ecological Footprint: Refining the carbon Footprint calculation. *Ecological Indicators*. 2016. № 61. P. 390-403.

113. Porter M.E. and Van der Linde, C. Green and Competitive: Ending the Stalemate. *Harvard Business Review*. 1995. № 73. P. 120-134.

114. Потравный И.М., Гассий В.В. Методические подходы к обоснованию экологически значимых решений при анализе инвестиционного проекта. *Економіка та менеджмент: перспективи розвитку: матеріали доповідей міжнародної наук.-прак. конф. Суми, 2011. Т. 2. С. 153-155.*

115. Крупина Н.Н. Власть и бизнес: экологическая проекция социальной ответственности. *Пятигорск : Пятигорский гос. лингв. ун-т, 2006. 146 с.*

116. Крупина Н.Н. Основы бизнес-природопользования. *Пятигорск : Пятигорский гос. лингв. ун-т, 2006. 204 с.*

117. Гассий В. В. Потравный И. М. Экологическая ответственность бизнеса как элемент государственно-частного партнерства. *Маркетинг і менеджмент*. 2011. №3. С. 179–187. URL: Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mimi_2011_3\(1\)__28](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mimi_2011_3(1)__28). (дата звернення: 16.04.2020).

118. Грیشнова О., Брінцева О. Впровадження екологічної відповідальності в практику менеджменту вітчизняних підприємств. *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Серія «Економіка»*. 2013. № 10 (151). С. 13–18.

119. Смоленніков Д. О. Роль екологічної відповідальності бізнесу на шляху до сталого розвитку. *Вісник Сумського державного університету. Серія «Економіка»*. 2013. №4. С. 35–39.

120. Cameron A., Clouth, S. A guidebook to the Green Economy: Issue 1: Green

- Economy, Green Growth, and Low-Carbon Development – history, definitions and a guide to recent publications. UN Division for Sustainable Development, 2012. 64 p.
121. Pearce D., Markandya A., Barbier B.E. Blueprint for a green economy. London: Earthscan, 1989. 192 p.
122. Бережная Ю.С. Концепция «зеленой экономики»: международный аспект. *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Юридические науки»*. 2012. Т. 25(64). № 1. С. 210–215.
123. Бистряков І.К. Становлення зеленої економіки в Україні: методологічні аспекти. *Механізм регулювання економіки*. 2011. № 4. С. 50–57.
124. Веклич О.А., Шлапак Н.Ю. Экологически скорректированный ВВП как показатель экономического развития. *Проблемы прогнозирования*. 2012. № 3. С. 48–54.
125. Мартинюк А., Огаренко Ю. Перспективи розвитку «зеленої» економіки. 2012. 16 с. URL: http://www.fes.kiev.ua/new/wb/media/publikationen/green_economy_perspectivespdf. (дата звернення: 10.01.2020).
126. Беляневич О.А. Господарське договірне право України (теоретичні аспекти). Київ: Юрінком Інтер, 2006. 592 с.
127. Вінник О.М. Господарське право: курс лекцій. Київ: Атіка, 2005. 624 с.
128. Грудницкая С.Н. Хозяйственная правосубъектность государственных предприятий: проблемы теории и практики. Донецк: Юго-Восток, ЛТД, 2011. 428 с.
129. Знаменський Г.Л. Коментар до гл. 6 ГК України: науково-практичний коментар Господарського кодексу України / за ред. В.К. Мамутова. Київ: Юрінком Інтер, 2004. 441 с.
130. Пашков В.М. Загальна характеристика суб'єктів господарських правовідносин. Господарське право: підручник. / за заг. ред. Д.В. Задихайла, В.М. Пашкова. Харків: Право. 2012. 696 с.
131. Саниахметова Н.А. Субъекты хозяйствования. Общие положения: комментарий Хозяйственного кодекса Украины. Харьков: Одиссей, 2004. 848 с.
132. Щербина В.С. Суб'єкти господарського права. Київ: Юрінком Інтер, 2008. 264 с.
133. Бобкова А.Г. Правовое обеспечение рекреационной деятельности. Донецк: Юго-Восток, ЛТД, 2000. 308 с.

134. Правове забезпечення розвитку екологічного підприємництва («зеленої» економіки). / за заг. ред. А.Г. Бобкової. Вінниця: Нілан ЛТД, 2018. 230 с.
135. Коваль І.Ф. Господарсько-правове регулювання відносин у сфері промислової власності. Донецьк: ЮгоВосток, ЛТД, 2013. 639 с.
136. Кологойда О.В. Господарсько-правове регулювання фондових відносин в Україні. Київ: Ліра К, 2015. 704 с.
137. Подцерковний О.П. Грошові зобов'язання господарського характеру: проблеми теорії і практики. Київ: Юстініан, 2006. 424 с.
138. Смітюх А.В. Корпоративні права та корпоративні паї (частки): теоретико-правові аспекти. Одеса: Фенікс, 2018. 662 с.
139. Труш І.В. Господарсько-правове забезпечення діяльності комунальних підприємств. Київ: Інтер-сервіс, 2012. 400 с.
140. Устименко В.А. Городская собственность и городское хозяйство. Донецк: Юго-Восток, ЛТД, 2006. 352 с.
141. Хрімлі О.Г. Захист прав інвесторів у сфері господарювання: теоретико-правовий аспект. Київ: Юрінком Інтер, 2016. 320 с.
142. Хозяйственный кодекс Украины: научнопрактический комментарий / под общ. ред. А. Г. Бобковой. Х.: ФЛ-П Вапнярчук Н. Н., 2008. 1296 с.
143. Господарський кодекс України від 16.01.2003 № 436-IV / Верховна Рада України. *Відомості Верховної Ради України*. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/436-15> (дата звернення: 05.06.2019).
144. Цивільний кодекс України від 16.01.2003 № 435-IV / Верховна Рада України. *Відомості Верховної Ради України*. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/435-15/conv/page> (дата звернення: 07.07.2019).
145. Рабінович А.В. Порівняльна характеристика цивільного та господарського кодексів щодо суб'єктів господарювання. *Науковий вісник Львівської комерційної академії. Серія «Юридична»*. 2015. Вип. 1. С. 121–130.
146. Державна служба статистики України. 1998-2020. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2014/kap/kap_u/kap_u19.htm (дата звернення: 08.04.2020).
147. Андрейцев В.В. Суб'єктний склад діяльності, пов'язаної з об'єктами підвищеної небезпеки: господарсько-правові аспекти Економіка та право. 2019, № 3 (54). С. 39-48. DOI: <https://doi.org/10.15407/econlaw.2019.03.039>.

148. Прийменко С. А. Впровадження концепції екологічно чистої енергетики в паливно-енергетичному комплексі України. *Вісник Української академії банківської справи*. 2014. № 1(36). С. 95-100.
149. Теплоенергетика: внешние издержки и проблемы принятия решений: монография / под научн. ред. О. Ф. Балацкого и А. М. Телиженко. К. : Энергетика и электрификация, 2001. 396 с.
150. Головне управління статистики у Київській області, 2006-2020. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ns/vzap/arch_vzrap_u.htm (дата звернення: 28.03.2020).
151. Барабаш О. В. Сучасний стан впровадження та функціонування систем екологічного управління суб'єктів господарювання в Україні та світі. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. Вип. 2 (476). 2019. С. 67-72.
152. Головне управління статистики у Київській області, 2006-2020. URL: <http://kyivobl.ukrstat.gov.ua/content/p.php3?c=1421&lang=1> (дата звернення: 28.03.2020).
153. Екологічний паспорт Київської області, 2019. 191 с. URL: <http://ecology-kievoblast.com.ua/Home/StateOfEnvironment/48> (дата звернення: 01.04.2020).
154. Екологічний паспорт Києва, 2018, 119 с. URL: https://ecodep.kyivcity.gov.ua/files/2019/1/22/eco_pasport_2017.pdf (дата звернення: 01.04.2020).
155. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в м. Києві у 2017 році, 2018, 128с. URL: https://ecodep.kyivcity.gov.ua/files/2019/1/22/REG_DOP_2017.pdf (дата звернення: 01.04.2020).
156. Екологічний паспорт Дарницького району м. Києва станом на 31 серпня 2018 року 2018.106 с. URL: https://darn.kyivcity.gov.ua/files/2018/9/13/Pasport_ekologichniy_2018.pdf (дата звернення: 18.03.2020).
157. Офіційний сайт Соломянської районної в. м. Києві державної адміністрації. URL: <http://www.solor.gov.ua/section/55> (дата звернення: 26.03.2020).
158. Голосіївська районна в м. Києві державна адміністрація. URL: <https://golos.kyivcity.gov.ua/content/menyu-2.html> (дата звернення: 26.03.2020).
159. Печерська районна в м. Києві державна адміністрація. URL: <https://pechersk.kyivcity.gov.ua/content/menyu-2.html> (дата звернення: 26.03.2020).

160. Деснянська районна в м. Києві державна адміністрація. URL: <https://desn.kyivcity.gov.ua/content/mennyu-1.html> (дата звернення: 26.03.2020).
161. Оболонська районна в м. Києві державна адміністрація. URL: <https://obolon.kyivcity.gov.ua/content/menyu-2.html> (дата звернення: 26.03.2020).
162. Подільська районна в м. Києві державна адміністрація. URL: <https://podil.kyivcity.gov.ua/content/vidomosti-pro-rayon.html> (дата звернення: 26.03.2020).
163. Шевченківська районна в м. Києві державна адміністрація. URL: <https://shev.kyivcity.gov.ua/content/menyu-2.html> (дата звернення: 26.03.2020).
164. Дніпровська районна в м. Києві державна адміністрація. URL: <https://dnipr.kyivcity.gov.ua/content/menyu-2.html> (дата звернення: 26.03.2020).
165. Святошинська районна в м. Києві державна адміністрація. URL: <https://svyat.kyivcity.gov.ua/content/menyu-2.html> (дата звернення: 26.03.2020).
166. Центральна геофізична обсерваторія Бориса Срезневського. URL: http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/index.php?lang=uk&fn=news_full&p=1&f=news-cgo&val=2020-04-07-12-05-43-28&ko= (дата звернення: 07.04.2020).
167. Барабаш О. В. Оцінка рівня екологічної безпеки урбоєкосистем за станом атмосферного повітря. *Екологічна безпека та природокористування*. Вип. 3 (31). 2019. С. 57–63.
168. Барабаш О.В., Рубежняк І. Г. Крес-салат (*Lepidium sativum* L.) як фітоіндикатор вмісту іонів важких металів у депонованих середовищах повітря-сніг. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2012. С. 131–134.
169. Барабаш О.В., Солодка Ю. В. Оцінка інтенсивності забруднення снігового покриву придорожньої зони м. Києва як показник забруднення атмосферного повітря. *Вісник Національного транспортного університету*. 2011. Вип. 22. С. 46–52.
170. Varabash O. V. Ecological hazard assessment of the atmospheric air at the urban ecosystem by the state of the deposit environment. *Вісник авіаційного університету*. 2019
171. Барабаш О.В., Виноградова Д. О. Екологічний моніторинг забруднення ґрунтів з використанням біологічних тест-об'єктів. *Вісник Національного транспортного університету*. 2015. Вип. 2(32). С. 342–351.

172. Barabash O.V. Evaluation of bottle water quality in well room complexes of Kyiv. *Ecology and human health: monograph* / O. V. Barabash, Czestochova. 2018. P. 121–131.
173. Луцишин О. Г., Радченко В. Г., Палапа Н. В., Яворовський П. П., Весна В. Я. Фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах Київського мегаполісу *Доповіді Національної академії наук України*. 2011. № 3. с. 197-204.
174. Повестка дня на 21-й век. Принята конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Риоде-Жанейро, 3-4 июня 1992г. URL: <http://www.un.org/russian/conferen/wssd/agenda21/> (дата звернення: 50.03.2019).
175. Семенов В.Ф., Михайлик О.Л., Галушкіна Т.П. та ін. Екологічний менеджмент: навч. посіб. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 516с.
176. Боков В.А., Луцик А.В., Основы экологической безопасности. Симферополь: СОНАТ, 1998. 224с.
177. Сторчак С.О., Маслюченко В.Г., Дмитрик В.В. Актуальні аспекти екологічної політики в нафтогазовому комплексі (на прикладі Національної акціонерної компанії «Нафтогаз України»). *Нафтогазова галузь України*. 2015. № 2 с. 40-45.
178. Бородин А. И. Особенности формирования экологически приемлемого управления предприятием. *Вестник Казанского технологического университета*. 2003. Вып. 2, С. 411-416.
179. Пахомова Н. В., Рихтер К. К. Малышков Г. Б. Стратегия устойчивого развития и переход к зеленой экономике: обновление приоритетов и механизмов. *Вестник СПбГУ. Серия 5*. 2013. Вып. 4. С. 35-54.
180. Основы теории эко-эффективности: монография / под науч. ред. О. Сергиенко, Х. Рона. СПб.: СПбГУНиПТ, 2004. 223 с.
181. Смоленський І. Система екологічного менеджменту в підприємстві. *Економіка України*. 2014. № 12. С. 73-80.
182. Потай О. А. Концептуальні засади екологічного менеджменту підприємства. *Регіональна економіка*. 2013. № 1. С. 226-235.
183. Бойко О. Ю. Екологізація корпоративного управління на підприємствах АПК. *Вісник Сумського державного аграрного університету. Серія «Економіка. Менеджмент»*. 2015. Вип. 2. С. 308-310.
184. Барков Д. И. Международные экологические стандарты качества продукции

- ISO 14000 и перспективы их внедрения в Украине. URL: http://www.erudition.ru/referat/printref/id._1.html (дата звернення: 18. 03.2020).
185. Аніщенко В. О., Галькевич Т. Л. Сучасні методичні засади формування екологічного менеджменту в Україні. *Екологічний менеджмент: збірник наук. праць* / за заг. ред. В. А. Гайченка. К.: МАУП, 2008. С. 31–34.
186. Загороднюк П. О. Взаємозв'язок екологічної й економічної безпеки та її вплив на економічне зростання України. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2014. № 6. С. 9-14.
187. Мазур К. В. Екологічний менеджмент як новий ефективний метод управління виробництвом. *Молодий вчений*. 2016. № 2. С. 60-63. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2016_2_17 (дата звернення: 23.02.2020).
188. Варламова І. С. Система екологічного менеджменту на металургійних підприємствах в умовах ринкової економіки. *Інвестиції: практика та досвід*. 2014. № 6. С. 42-44.
189. Демяненко К. А. Сутність та складові системи екологічного менеджменту. Європейські перспективи. 2015. Вип. 6. С. 47-52. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/evpe_2015_6_9. (дата звернення: 18.02.2020).
190. Добуш Ю. Я. Формування системи екоменеджменту у економіці сталого розвитку. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»* 2008. № 623. С. 74– 84.
191. ISO – International Organization for Standardization: URL: <https://www.iso.org/ru/home.html> (дата звернення: 19.02.2020).
192. Барабаш О. В. Визначення контексту підприємства для впровадження екологічно дієвої системи екологічного управління. *Shipbuilding & marine infrastructure*. № 2 (12). 2019. С. 42–47.
193. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ, 2016. 37 с. ISO 14001:2015, IDT.
194. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. Київ, 2016. 30 с. ISO 9001:2015, IDT.
195. ДСТУ-OHSAS 18001:2010. Системи управління гігієною та безпекою праці. Вимоги. Київ, 2010. 28 с. OHSAS 18001:2007, IDT.
196. Kates R.W. Gilbert F. White, 1911-2006, A Biographical Memor. Washington, 2011. 25 p.

198. Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды. *Известия АН СССР. Серия география*. 1975. № 3. С. 13-25.
200. Реймерс Н.Ф. Природопользование. М. 1990.
201. Погребенник В., Мельник М., Бойчук М. Екологічний моніторинг: концепції, принципи, системи. *Вимірювальна техніка та метрологія*. 2005. № 65. С. 164-171.
202. Голубець М.А. Экосистемология. Львів: Поллі, 2000. 316с.
203. Джигирей В.С. Экология та охорона навколишнього природного середовища: навч. посібник. К.: Знання, 2007. 422 с.
204. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. К.: ВЦ „Академія”, 2006. 360 с.
205. Величко О.М., Зеркалов Д.В. Экологічний моніторинг: навчальний посібник. К.: Науковий світ, 2001. 205 с.
206. Запольський А. К., Войцицький А. П., Пількевич І. А., Малярчук П. М., Багмет А. П., Парфенюк Г. І. Моніторинг довкілля: підручник. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 408 с.
207. Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б., Прилипко В.А. Моніторинг довкілля : підручник. В. : ВНТУ, 2010. 232 с.
208. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 376 с.
209. Израэль Ю. А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка окружающей природной среды. Основы мониторинга. *Метеорология и гидрология*. 1974. № 7. С.3-8.
210. Триснюк В. Комп'ютерно-картографічне моделювання антропогенного впливу енергетичного об'єкта на ландшафти. Вісник ТНТУ. 2012. № 1. Т. 65. С.161-168.
211. Триснюк В. М. Математичні моделі взаємозв'язків між показниками екологічного середовища і здоров'ям населення. *Інформаційні моделі, системи та технології*: матеріали V науково-технічної конференції (1-2 лютого 2018 р.). Тернопіль : ТНТУ, 2018. С. 52.
212. Муртазов А. К. Экологический мониторинг. Методы и средства: учебное пособие. Рязань, 2008. 146 с.
213. Иваницкая Н.Ф., Грищенко С.В., Степанова М.Г. Экологический

мониторинг тяжелых металлов в окружающей среде Донецкого региона как элемент управления состоянием здоровья населения. *Екологічний менеджмент як складова частина сталого розвитку*. 2004. Вип. 36.Т.V. С. 99-108.

214. Заславская Н. М. Проблемы построения современной функциональной организации государственного экологического контроля. *Экологическое право*. 2010. № 3. С. 17–23.

215. Дичко А. О. , Єремєєв І. С. Організація моніторингу довкілля з використанням методів теорії фракталів. *Управління розвитком складних систем*. 2014. №19. С. 150-156.

216. Бахарев В.С. Комплексна система екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем: дисертація ... д-ра техн. наук, спец.: 21.06.01 - екологічна безпека. Кременчук: Кременчуцький нац. ун-т ім. М. Остроградського, 2018. 402 с.

217. Триснюк В., Трофимчук О., Триснюк Т. Екологічна безпека техноприродних геосистем регіону. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2015. № 5. С. 30-34.

218. Снытко В.А., Собисевич А.В. Система экологического мониторинга в научном наследии академиком И.П. Герасимова И Ю.А. Израэля: труды 5 международной конференции. с. 393 - 398

219. Егорова Е.И., Белолипецкая В.И. Биотестирование и биоиндикация окружающей среды: учеб. пособие по курсу «Биотестирование». Обнинск, 2000. 78 с.

220. Мелехова О.П., Сарапульцева Е.И. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 288 с.

221. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг. М.: Академический Проект, 2005. 416 с.

222. Кучерявий В. П. Урбоекологія і фітомеліорація. Проблеми урбоекології: темат. зб. наук. праць. К.: НМКВО, 1992. С.3–11.

223. Маргайлик Г. П. К методике отбора листьев древесных растений для сравнительных морфологоанатомических и физиологических исследований. *Ботанический журнал*. 1965. №1. С. 89–90.

224. Ганаба Д. В. Пилове навантаження на деревні насадження міста

- Хмельницького. *Вісник Черкаського університету. Серія «Біологічні науки»*. 2015. №19. С.55–60.
225. Ситнікова І.О., Радул І.П. Пилове забруднення атмосферного повітря вулиць м. Чернівці. *Екологія/6.Екологический моніторинг*. URL: http://www.rusnauka.com/33_DWS_2013/Ecologia/6_149798.doc.htm (дата звернення: 23.10.2019).
226. Барабаш О.В., Хрутьба В.О. Оцінка пилового забруднення атмосферного повітря м. Києва: праці VII всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю (Вінниця, 25-27 вересня 2019 р.). Вінниця. 2019. С. 110-111.
227. Васильківський Б.М. Сучасні підходи у боротьбі з пиловим забрудненням міст. URL: http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/15540/Vasylykivskyi_Suchasn_i_pidkhody_u_borotbi_z_pylovyum.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата звернення: 20.09.2019).
228. Бессонова В.П. Эффективность осаждения пылевых частиц листьями древесных и кустарниковых растений. Вопросы защиты природной среды и охраны труда в промышленности: сборник научных трудов. Дніпропетровськ, 1993. С. 34-37.
229. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць / В.П. Кучерявий. – Львів: Світ, 2005. – 456 с.
230. Поволоцька І. В. Рівень озеленення міста Донецька як екологічний показник сталого розвитку. *Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів – 2010: матеріали ХХ Всеукр. наук. конф. аспірантів і студентів*. Донецьк, ДонНТУ, 2010. С.
231. Хотунцев Ю.Л. Экология экологическая безопасность: учебн. пособие для высш. пед. учеб. заведений. М. : Издательский центр Академия, 2004. 480 с.
232. Бахарев В.С. Теоретичні аспекти формування регіональної екологічної безпеки, пов'язаної з пиловим забрудненням атмосферного повітря. *Вісник КДПУ*. 2005. №12 (31). С. 92–93.
233. Palmer A., Strobeck C. Fluctuating asymmetry as a measure of developmental stability: implications of non- normal distributions and power of statistical tests / *Acta Zool. Fenn.* 1992. V. 191. P.57–72.
234. Velickovi M. Developmental stability in *Tilia cordata* leaves. *Period biol.* 2010.

V. 112. № 3. P. 273–281

235. Shadrina E., Vol'pert Y. Evaluation of Environmental Conditions in Two Cities of East Siberia. Using Bio-indication Methods (Fluctuating Asymmetry Value and Mutagenic Activity of Soils). *International Journal of Biology*. 2015. V. 7. P. 20–32.
236. Барабаш О. В., Хрутьба В. О. Оцінка рівня екологічної безпеки урбоєкосистем за стабільністю розвитку деревних насаджень. *Проблеми екологічної безпеки: праці XVII міжнародної науково-технічної конференції (Кременчук, 2-4 жовтня 2019 р.)*. Кременчук. 2019. С. 208-212.
237. Clarke G. Fluctuating asymmetry: a technique for measuring developmental stress of genetic and environment origin. *Acta Zool Fenn*. 1992. Vol. 191. p. 31–35.
238. Franiel I. Fluctuating asymmetry of *Betula pendula* Roth. leaves – an index of environment quality. *Biodiv. Res. Conserv*. 2008. Vol. 9-10. P. 7–10.
239. Loehle C. Challenges of ecological complexity. *Ecological complexity*. 2004. Vol. 1. P. 3–6.
240. Almeida D., Almodóvar A., Nicola G.G., Elvira B. Fluctuating asymmetry, abnormalities and parasitism as indicators of environmental stress in cultured stocks of goldfish and carp. *Aquaculture*. 2008. Vol. 279. P. 120-125.
241. Jenkins B.R. Benchmarking for best practice environmental management. *Environmental monitoring and assessment*. 2003. Vol. 85. P. 115-134.
242. Sakai K., Shimamoto Y. Developmental instability in leaves and flowers of *Nicotiana tabacum*. *Genetics*. 1965. Vol. 51. P. 801–813.
243. Cowart N., Graham J. Within- and among-individual variation in fluctuating asymmetry of leaves in the fig (*Ficus carica* L.). *Int J Plant Sci*. 1999. Vol. 160. P. 116–121.
244. Sherry R., Lord E. Developmental stability in leaves of *Clarkia tembloriensis* (Onagracea) as related to population outcrossing rates and heterozygosity. *Evolution*, 1996. Vol. 50. P. 80–91.
245. Nivova D. J., Dushkova P. I., Kovacheva G. V. Anatomical, Morphological studies of *Platanus acerifolia* at various degrees of air pollution. *Ekologiya*). 1983. Vol. 6. P. 35–47.
246. Vasil'ev, A. G., Vasil'eva, I. A., & Marin, Yu. F. Phenogenetic monitoring of the weeping birch (*Betula pendula* Roth.) in the Middle Urals: testing a new method for assessing developmental instability in higher plants. *Russian Journal of Ecology*. 2008.

Vol. 39(7). P. 483-489.

247. Wilsey B.J., Haukoja E., Koricheva J., Sulkinoja M. Leaf fluctuating asymmetry increases with hybridization and elevation tree – line birches. *Ecology*. 1998. Vol. 79 (6). P. 2092-2099.

248. Leung B., Forbes M. R., Houle D. Fluctuating Assymetry as a Bioindicator of Stress: Comparing Efficacy of Analyses Involving Multiple Traits. *The American Naturalist*. 2000. Vol. 155. № 1. P. 101–115.

249. Ловелиус Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. Л., 1979. 232 с.

250. Шиятов С.Г. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации. Красноярск, 2000. 80 с.

251. Левкович В. О., Муж Г. В. Біоіндикація забруднення атмосферного повітря за станом *Pinus sylvestris* L. С. 40-42. URL.: <http://eprints.zu.edu.ua/26937/1/Levkovych.pdf> (дата звернення: 25.07.2019).

252. Ахмерова Д.Н., Шахринова Н.В. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха по состоянию хвои сосны обыкновенной на территории города Бирск. *Достижения науки и образования*. 2018. С. 7–9.

253. Samecka-Symerman, A.J. Kempers. Bioindication of heavy metals in the town Wrocław (Poland) with evergreen plants *Atmospheric Environment*. 1999. Vol. 33, Issue 3. P. 419–430.

254. Siddig Ahmed A.H., Aaron M. Ellison, Alison Ochs, Claudia Villar-Leeman. How Do Ecologists Select and Use Indicator Species to Monitor Ecological Change? Insights from 14 Years of Publication in *Ecological Indicators*. *Ecological Indicators* 60 (January). 2016. P. 223–230.

255. Евгеньев М.И. Тест - методы и экология. *Соросовский образовательный журнал*. 1999. №11. С. 29-34.

256. Крайнюков О. М. Критерії оцінки чутливості організмів та ефективності методик біотестування для визначення токсичних властивостей води. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2013. Вип. 8 С. 80–85.

257. Цитофізіологічна експрес-оцінка токсичності води (Біотестування): СТП 17-08. Затв. комунальним підприємством «Житомирводоканал». Житомир. 2008. 15 с.

258. Аристархова Е.О. Особливості визначення токсичності питної води.

Агроекологічний журнал 2016. № 3. С. 50–55.

259. Архипчук В.В., Малиновская М.В. Применение комплексного подхода в биотестировании природных вод. *Хімія і технологія води*. 2000. Вип. 22. № 4. С. 428–443.

260. Лятушинський С. В. Особливості розробки системи біотестування вод рибогосподарського призначення. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 4. С. 207–210.

261. Кіпніс Л. С., Ситник Ю. М., Комарова А. С. Біотестування якості води водойм міської зони Києва. *Біорізноманіття та роль зооценозу в природних і антропогенних екосистемах: матеріали III між нар. наук. конф. (Дніпропетровськ 2005 р.)*. Дніпропетровськ, 2005. С. 12-13.

262. Baran A., Jasiewicz C., Antonkiewicz J. Testing toxicity of oily grounds using phytotoxkit tests. The First Joint PSE-SETAC Conference on Ecotoxicology. Book of Abstracts. Poland, 2009, poster.

263. Крайнюков О. М. Алгоритми і способи визначення рівнів гострої летальної та хронічної токсичності води. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2016. №1-2 (25). С.14–19.

264. Скок С.В. Оцінювання якості питної води м. Херсона методом біотестування. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 2. С. 26–30.

265. Оливернусова Л. Оценка состояния окружающей среды методом комплексной биоиндикации. *Биоиндикация и биомониторинг*. М. : Наука, 1991. 76 с.

266. Тарасенко И.Н. К вопросу о биотестировании . *Экология и охрана окружающей среды*. 1999. №5. С.56-59.

267. Биологический мониторинг природно-техногенных систем. / под общей редакцией Т. Я Ашихминой, Н. М. Алалыкиной. Сыктывкар: Коми научный центр УрО РАН, 2011. 388 с.

268. Inês A.PinhoDaniela V.LopesRui C.MartinsMargarida J.Quin Phytotoxicity assessment of olive mill solid wastes and the influence of phenolic compounds. *Chemosphere* 2017.Vol. 185. P 258–267

269. Kebrom T. H., Woldesenbet. S., Bayabil H. K., Garcia M., Gao M., Ampim P., Awal R., Fares A. Evaluation of phytotoxicity of three organic amendments to collard greens using the seed germination bioassay. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019. Vol. 26. Issue 6. P. 5454–5462.

270. Michaud A., Chappelaz C., Hinsinger P. Copper phytotoxicity affects root elongation and iron nutrition in durum wheat (*Triticum turgidum durum* L.). *Plant and soil*. 2008. Vol.310 (1–2). P. 151–165.
271. Aranda E., García-Romera I., Ocampo J.A., Carbone V., Mari A., Malorni A. C Chemical characterization and effects on *Lepidium sativum* of the native and bioremediated components of dry olive mill residue. *Chemosphere*. 2011. Vol. 69 (2). P. 229-239.
272. Blok, C., Persoone, G. and Wever, G. A practical and low cost microbiotest to assess the phytotoxic potential of growing media and soil. *Acta Hortic*. 2008. Vol. 779, P. 367-374 DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.779.46
273. Терехова В. А., Дмашнев Д. Б., Каниськин М. А., Степачев А. В, Экотоксикологическая оценка повышенного содержания фосфора в почвогрунте по тест-реакциям растений на разных стадиях развития. *Проблемы агрохимии и экологии*. 2009. №3. С. 21-26.
274. Терехова В. А. Биоиндикация и биотестирование в экологическом контроле. *Использование и охрана природных ресурсов в России. Информационно-аналитический бюллетень*. 2007. №1 (91). С. 88-90.
275. ISO 11269-1995 Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora – Part 1. Method for the measurement of inhibition of root growth.
276. ISO 11269-1995 Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora – Part 2. Effects of chemicals on the emergence and growth of higher plants.
277. Лисовицкая О. В., Терехова В. А. Фитотестирование: основные подходы, проблемы лабораторного метода и современные решения. *Доклады по экологическому почвоведению*. 2010. № 1. Т. 13. С. 1–18.
278. Терехова В. А. Биотестирование почв: подходы и проблемы. *Почвоведение*. 2011. № 2. - С. 190 - 198.
279. Яковлев А. С., Каниськин М. А., Терехова В. А. Экологическая оценка почвогрунтов, подверженных воздействию фосфогипса. *Почвоведение*. 2013. № 6. С. 737-743.
280. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения. Ростов н/Дону: Изд-во Ростиздат, 2006, 385с.
- 281 ДСТУ ISO 11269-2:2002 Якість ґрунту. Визначання дії забрудників на флору

- грунту. Частина 2: Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин. Київ. 2004, 22 с. ISO 11269-2:1995.
282. ДСТУ ISO 11269-1:2004 Якість ґрунту. Визначення дії забрудників на флору ґрунту. Частина 1. Метод визначання інгібіторної дії на ріст коренів Київ. 2005. 23 с. ISO 11269-1:1995.
283. ДСТУ 4174:2003 Якість води. Визначення хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (*Cladocera*, *Crustacea*). Київ, 2002. 24 с. ISO 10706:2000.
284. Строганов Н. С. Методика определения токсичности водной среды. Методики биологических исследований по водной токсикологии. М.: Наука, 1971. 61с.
285. Патент на корисну модель №65090. Спосіб визначення рівня гострої летальної токсичності зворотної води. О.М. Крайнюков, А.М. Крайнюкова; зареєстровано в державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.11.2011. (11) 65090 (13)U (51) МПК (2011) G01N 33/18.
286. Патент на корисну модель №67014. Спосіб визначення рівня хронічної токсичності природної води. О. М. Крайнюков, А. М. Крайнюкова; зареєстровано в державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.01.2012. (11) 67014 (13)U (51) МПК (2012) G01N 33/18.
287. Крайнюков О.М. Метрологічне забезпечення оцінки токсичності води методом біотестування. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*. 2012. №1-2. С. 45-49.
288. Безбородова О. Е., Вершинин Н.Н, 2014. Экологический менеджмент на предприятии. *Наука и современность*. 2014. Вып. 31. С. 100 – 105.
289. Неверов А. В., Мороз Л. Н., Марцуль В. Н. Экологический менеджмент. Мн.: БГТУ, 2005. 286 с.
290. Безбородова О.Е. Документация системы экологического менеджмента. *Надежность и качество*. 2011. Вып. 1. С. 356 - 357.
291. Christini G., Fetsko M., & Hendrickson C. Environmental management systems and ISO 14001 certification for construction firms. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2004. Vol. 130(3). P. 330-336.
292. Егорова М. С. Экологические инвестиции как путь восстановления экономики. *Вестник науки Сибири. Экономика и менеджмент*. 2011. Вып.1 (1),

С. 474 - 480.

293. Кобелева И.В. Концепция процессно-системного управления качеством окружающей среды на промышленном предприятии. *Основы экономики, управления и права*. 2012. Вып. 3. С. 67 - 69.

294. Трочиковски Т. Управление инновационными процессами как условие развития экономики, основанной на знаниях. *Организатор производства*. 2012. Вып. 4 (55). С. 84 - 92.

295. Демяненко К. А. Нормативно-правове забезпечення екологічного менеджменту. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2015. Вип. 11. Ч. 3. С. 41-45.

296. Дуднікова І. І. Економіко-правові засади екологічного менеджменту. *Гуманітарний вісник ЗДІА*. 2007. Вип. 29. С. 226-234.

297. Жолобчук І. Концептуальні основи формування механізмів екологічного управління в сучасних умовах. *Ефективність державного управління*. 2017. Вип. 1 (50). Ч. 2. С. 233-240

298. Мартинюк О. В. Аналіз зарубіжного та національного досвіду у сфері місцевого екологічного менеджменту. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2009. Вип.. 19.14. С. 294 -300.

299. Хорошавин А. В. Анализ проблем результативного внедрения систем экологического менеджмента. Применение процессного подхода в экологическом менеджменте. *Научный журнал НИУ ИТМО*. 2014. Вып. 3. С. 614 - 624.

300. Мельничук Д. Б. Механизм оценки состояния системы стратегического управления предприятием (Электронный ресурс). URL: <http://www.hr-portal.ru/node/22528> (дата звернення: 28.03.2020).

301. Firuz D. Economic instruments of environmental management. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. 2011. Vol. 1(2). P. 97-111.

302. Matuszak-Flejszman A. Benefits of Environmental Management System in Polish Companies Compliant with ISO 14001. *Polish J. of Environ.* 2009. Vol. 18 (3). P. 411-419.

303. Mason R. B. Management actions, attitudes to change and perceptions of the external environment: a complexity theory approach. *Journal of General Management*.

2008. Vol. 34. №. 1. P. 37–53.

304. Sroufe R., Calantone R. Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. *Operation management*. 2003. Vol. 21. Issue 3. DOI: 10.1016/S0272-6963(02)00109-2.

305. Campos L., Environmental management systems (EMS) for small companies: a study in Southern Brazil. *J. Cle. Produc.* 2012. Vol. 32, P. 141-148. DOI:10.1016/j.jclepro.2012.03.029.

306. Singh N., Jain S., Sharma P. Motivations for implementing environmental management practices in Indian industries. *Ecological Economics*. 2015. Vol. 109. P. 1-8. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2014.11.003.

307. Qia G.Y., Zenga S.X., Tamb C.M., Yina H.T., Wuc J.F., Daia Z.H. Diffusion of ISO 14001 environmental management systems in China: rethinking on stakeholders' roles. *Journal of Cleaner Production*. 2011. Vol. 19. Issue 11. P. 1250-1256. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.03.006.

308. Лесечко М.Д. Основи системного підходу: теорія, методологія, практика: навч. посіб. Л.: ЛРІДУ УАДУ, 2002. 300 с.

309. Волкова В.Н., Воронков В.А., Денисов А.А. Теория систем и методы анализа в управлении связи. М.: Радио и связь, 1983. 248 с.

310. Парасочка А. П., Хрутьба В. О. Системний аналіз передумов ініціації проектів ремонту та утримання автомобільних доріг. Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Серія «Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2017. № 3 (1225). С. 70-76.

311. Клейнер Г.Б. Эволюция институциональных систем. М.: Наука, 2004. 240 с.

312. Гвишиани Д.М. Организация и управление. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1998. 332 с/

313. Лебедевич С.І., Мамчин М.М., Кіндій М.В. Особливості моделювання системи екологічного менеджменту лісопромислового підприємства. 2010. С. 291-294. URL: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/7899/1/41.pdf> (дата звернення: 10.04.2020).

314. Петрушенко, М.М., Бондар Т.В., Гриценко Т.Г. Принципи моделювання організаційно-економічного механізму екологізації промислового підприємства. *Вісник Сумського державного університету. Серія «Економіка»*. 2011. №1. С. 72-82.

315. Станжицький О.М., Таран Є.Ю., Гординський Л.Д. Основи математичного моделювання: навч. посібник. Київ, 2006. 96 с.
316. Теслер Г.С. Методика системного аналізу з позицій методології системного підходу для потреб проектування систем управління. Математичні машини і системи. 2008. № 1. С. 139-150.
317. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ. К.: МАУП, 2003. 368 с.
318. Шарапов О.Д., Дербенцев В.Д., Семьонов Д.С. Системный анализ. К.:КНЕУ, 2003. 154 с.
319. Бондар О. А. Роль економіко-математичних методів ефективного управління підприємством. Електронний журнал «Ефективна економіка». 2013. № 2. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=2072> (дата звернення: 15.04.2020).
320. ДСТУ ISO 10381-2:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб. Київ, 2006. 56 с. ISO 10381-2:2002.
321. ДСТУ ISO 10381-5:2009 Якість ґрунту. Пробовідбирання. Частина 5. Настанови з процедури дослідження міських та промислових ділянок щодо забруднення ґрунту. Київ, 34 2011. с. ISO 10381-5:2005.
322. ДСТУ ISO 10381-4:2005 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 4. Настанови щодо процедури дослідження природних, майже природних та оброблюваних ділянок. Київ, 2007. 30 с. ISO 10381- 4:2005.
323. ДСТУ 4287:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Київ, 2005. 9с.
324. ДСТУ ISO 11464:2007 Якість ґрунту. Попереднє обробляння зразків для фізико-хімічного аналізу. Київ, 2009. 12 с. ISO 11464:2006.
325. ДСТУ ISO 18512:2014 Якість ґрунту. Настанови з довго та короткострокового зберігання зразків ґрунту. Київ, 2015. 24 с. ISO 18512:2007.
326. ДСТУ ISO 15903:2004 Якість ґрунту. Форма запису інформації щодо ґрунту й ділянки. Київ, 2006. 16 с. ISO 15903:2002.
327. ДСТУ ISO 10390:2007 Якість ґрунту. Визначення рН. Київ, 2009. 8 с. ISO 10390:2005.
328. Безкопильный И.Н. Некоторые методические подходы к изучению воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения в зоне территориально-производственного комплекса. Гигиеническая санитария. 1984. № 11. С. 24 - 27.

329. Буштуева К.А., Парцеф Д.П., Беккер А.А., Ревич Б.А. Выбор зон наблюдений в крупных промышленных городах для выявления влияния атмосферных загрязнений на здоровье населения. Гигиеническая санитария, 1964, № 1. С. 4 - 6.
330. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. Москва. 1990. № 5174-90. 17с.
331. Артемов В.М., Парцеф Д.П., Саэт Ю.Е. и др. Анализ состояния загрязнения снегового покрова для проектирования сети станций АНКОС-А: *Методические и системотехнические вопросы контроля загрязнения окружающей среды*: труды ИМПГ. 1982. Вып. 48. С. 144-149.
332. Коковкин В.В., Рапута В.Ф., Романов А.Н., Морозов С.В. Исследование процессов регионального загрязнения снегового покрова городами юга Западной Сибири. *Ползуновский вестник*. 2011. № 4-2. С. 89-93.
333. Курбаков Д.Н., Кузнецов В.К., Анисимов В.С., Петров К.В. Особенности распределения тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий в зоне воздействия липецкой промышленной агломерации. *Агротехнический вестник*. 2017. № 6. С. 10-13.
334. ДСТУ ISO 4077:2001. Якість води. Визначання рН. Київ. 2003. 16 с. ISO 10523:1994.
335. ДСТУ ISO 5667-6:2009 Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків. Київ, 2011. 22 с. ISO 5667-6:2005.
336. ДСТУ ISO 5667-3-2001 Якість води. Відбирання проб. Частина 3. Настанови щодо зберігання та поводження з пробами. Київ, 2003. 38 с. ISO 5667-3:1994.
337. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). Москва. 2003. № 460-р. 25с.
338. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10. № 452/ 17747. Київ, 2010. 50 с.
339. Скок С.В. Оцінювання якості питної води м. Херсона методом біотестування / С.В. Скок // *Агроекологічний журнал*. — 2015. — № 2. — С. 26– 30.
340. ДСТУ 4173-2003. Визначення гострої летальної токсичності на *Daphnia Magna straus* і *Ceriodaphnia affinis lilljeborg* (Cladosera, Crustacea). Київ, 2003. 22

с. ISO 6341: 1996.

341. Nevalainen L., Ketola M., Korosi J.B. Zooplankton (Cladocera) species turnover and longterm decline of *Daphnia* in two high mountain lakes in the Austrian Alps. *Hydrobiologia*. 2014. Vol. 722 (1). P. 75–91.

342. Мичукова М. В.; Канарский А. В., Канарская З. А. Области использования культуры *Daphnia magna* Str. Технология и аппараты пищевых производств. С. 109-126. URL: [oblasti-ispolzovaniya-kultur-dapnia-magna-str.pdf](#) (дата звернення: 01.04.2020).

343. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. ДСанПіН 2.2.4-171-10. № 452/ 17747. Київ. 2010. 50 с.

344. Лабораторний практикум з екології/ Бейко І. В., Боголюбов В. М., Вишенська І. Г., Вишенкська Г. В., Дідух Я. П., Замостян В. П., Ісаєв С. Д., Карпенко В. І., Лаврик В. І., Посудівн Ю. І.: Під ред.. В. П. Замостяна та Я. П. Дідуха. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 216 с.

345. Varabash O. V., Khrutba V. O. Assessment of atmospheric air pollution level in Kyiv. *Environmental problems*. Volume 4, Number 3, 2019. P. 156–160.

346. Varabash O. V., Lozova T. M., Kozlova T. A. Assessment of the urban environment quality in Kyiv. *Acta Carpatica*. 2018. 27. P. 5–11.

347. Барабаш О.В., Лозова Т.М., Козлова Т.А. Оцінка інтенсивності антропогенного впливу за рівнем флуктуаційної асиметрії морфологічних структур. *Біологія та екологія*. 2018. Т.4, № 1. С. 66–73.

348. Захаров В.М. Асимметрия животных. М.: Наука, 1987. 215 с.

349. Захаров В.М. Баранов А.С., Борисов В.И. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики, 2000. 68 с.

350. Барабаш О. В. Оцінка реакції-відповіді деревних насаджень на стан забруднення атмосферного повітря. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля*. 2019. № 2. С. 57-64.

351. Хрутьба В. О., Барабаш О. В., Зюзюн В. І., Неведров Д. С. Застосування біомоніторингу для виявлення небезпек в проектах критичної інфраструктури. Харків

352. Барабаш О. В. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря методом дендроіндикації. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. Вип. 4 (27). 2019. С. 102–108.

353. Jager E.J., Schubert R., Schuh J. Indikation von Luftverunreinigungen durch morphometrische Umlersuchungen an Hoheren Pflanzen. *Bioindikation*. Halle-Wittenberg, 1980. P. 43–52.
354. Федорова А.И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учебн. пособие. М.: Гуманит. Издат. Центр ВЛАДОС, 2001. 129 с.
355. Попова О.В. Индикация дальности и интенсивности влияния Новолипецкого металлургического комбината на прилегающую территорию (по реакциям клена платанолистного). *Вестник ВГУ*. 2005. №1. С. 16–17.
356. Varabash O. V. Bioindication estimation of urban ecosystems pollution in Kyiv. *Acta Carpatica*. 2016. 25-26. P. 105–112.
357. Барабаш О. В., Рубежняк І. Г., Ковальова О. В. Оцінка забруднення урбанізованих екосистем. *Вісник Національного транспортного університету*. 2009. Вип. 18. С. 147–151.
358. Лесников Л.А. Методика оценки влияния воды из природных водоёмов на дафний // Методики биологических исследований по водной токсикологии / М.: Наука, 1971. С. 157-166.
359. Брагинский Л.П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на *daphnia magna* Str. И других ветвистоусых ракообразных (критический обзор). // *Гидробиологический журнал*. 2000. Т.36. №5. С.50-71.
360. Барабаш О. В. Оцінка ступеня токсичності поверхневих вод м. Києва. *Екологічна безпека*. 2019. №2 (28). С. 31–37.
361. Барабаш О.В., Козлова Т.А. Оцінка токсичності водного середовища за допомогою тест-культур. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. (Київ, 16-18 травня 2018). К.: НТУ, 2018. С. 106.
362. Барабаш О.В., Солодка Ю.В. Оцінка інтенсивності забруднення снігового покриву придорожньої зони м. Києва як показник забруднення атмосферного повітря: тези доповідей науково-практичної конференції, приуроченої 100-річчю з дня народження Юрія Юркевича. (Київ, 28 січня 2011 р.). Київ, 2011. С. 24–25.
363. Varabash O.V. Combination of approaches of management for effective introduction and functioning of the environmental management system. *Acta*

Carpatica. 2015. 24. P. 81–88.

364. Барабаш О.В. Аналіз підходів впровадження системи екологічного менеджменту. Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції (Дрогобич, 12-14 жовтня 2016р.). Дрогобич, 2016. С. 12–13.

365. Барабаш О. В. Ефективність системи екологічного менеджменту як індикатор екологічної безпеки агломерацій. Екологічні науки: науково-практичний журнал. 2018. Вип. 4 (23). С. 14–19.

366. Барабаш О. В. Удосконалення організації діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження системи екологічного управління. Екологічні науки: науково-практичний журнал. Вип. 4 (28). 2020. С.

367. Бакан Г.М. Вступ до теорії експертних систем та баз знань. Київ, 2005. 90 с.

368. Дресвянников В.А. Формирование системы управления интеллектуальным капиталом на промышленных предприятиях (теория и методология): дис.... док. экон. наук: 08.00.05. Москва, 2008. 357 с.

369. Дьяконов В.П., Круглов В.В. MATLAB 6.5 SPI/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. 456 с.

370. Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB. СПб: БХВ - Петербург, 2003. 736 с.

371. Лялин В.Е., Воловник А.Д. Нечеткий и дифференциальный подходы к моделированию интеллектуального капитала организации. Искусственный интеллект. 2006. № 3. С. 429-435.

372. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 2001. 756с.

373. Манойленко О. Особливості ранньої діагностики та оцінки ефективності управлінських впливів щодо попередження кризових явищ. *Підприємництво, господарство і право*. 2007. №3. С. 75-78.

374. Щербина В.В. Социолого-диагностические технологии в управлении: методологические аспекты развития и применения. *Социологические исследования*. 2007. №3. С.30-42.

375. Тищенко А.Н., Кизим Н.А., Кубах А.И., Давыскиба Е.В. Экономический потенциал региона: анализ, оценка, диагностика: монография. Х.: ИД

«ИНЖЭК», 2005. 176 с.

376. Кофман А. Введение теории нечетких множеств в управление предприятиями. М.: Высшая школа, 1992. 168 с.

377. ЗаДе Л. А. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 167 с.

378. Якимець Р. В. Методи кластеризації та їх класифікація. *Міжнародний науковий журнал*. 2016. № 6, Т. 2. С. 48-50

379. Файсал М. Е. Методи і алгоритми неієрархічної кластеризації для задач інтелектуального аналізу даних: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.13.06. Львів, 2011. 20 с.

380. Мандель И.Д. Кластерный анализ М.: Финансы и статистика, 1988. 176 с.

381. Бэстенс Д.-Э., ван ден Берг В.-М., Вуд Д.-М. Нейронные сети и финансовые рынки: принятие решений в торговых операциях. ТВП, 1997. 236 с.

382. Клічук О. Особливості інтелектуальних методів кластеризації у реляційних базах даних. *Искусственный интеллект*. 2010. № 1. С. 25-31.

383. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ. М.: Статистика, 1977. 128 с.

384. Клічук О. Обробка реляційних баз даних засобами функціонального програмування. *Искусственный интеллект*. 2009. № 2. С. 57-63.

385. Карелин В.П., Кузьменко О.Л. Оптимизация процедур построения и использования нечетких классификационных моделей принятия управленческих решений. *Вестник Таганрогского института управления и экономики*. 2008. №2. С. 65-70.

386. Карелин В. П., Кузьменко О. Л. Особенности принятия решений в условиях неопределенности на примере управления промышленным предприятием. *Вестник ТИУиЭ*. 2008. №2. С. 96-103.

387. Петрович Й. М., Захарчин Г. М. Організація виробництва: підручник. Львів, 2004. 400 с.

388. Барабаш О. В., Титикало Я. А. Досвід впровадження системи екологічного менеджменту підприємства. *Вісник Національного транспортного університету*. 2015. Вип. 2(32). С. 352–361.

389. Барабаш О. В. Удосконалення організації діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження системи екологічного управління. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2020. Вип. 4 (28). С.

390. Хорошавин А. В. Анализ проблем результативного внедрения систем экологического менеджмента. Применение процессного подхода в экологическом менеджменте. *Научный журнал НИУ ИТМО*. 2014. №3. С. 614–624.
391. Сергиенко О. Основы теории эко-эффективности: монография / Под науч. ред. О. Сергиенко, Х. Рона. СПб: СПбГУНиПТ, 2004. 223 с.
392. Лисецький Ю. М. Дослідження підприємств за допомогою системного підходу. *Математичне моделювання в економіці*. 2014. № 1. С. 159–166.
393. Шарапов О. Д. Дербенцев В. Д., Семьонов Д. С. Системный анализ. К.: КНЕУ, 2003. 154 с.
394. Firuz D. Economic instruments of environmental management. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. 2011. 1(2), P. 97–111.
395. Трочиковски Т. Управление инновационными процессами как условие развития экономики, основанной на знаниях. *Организатор производства*. 2012. Вып. 4 (55). С. 84–92.
396. Хабарова Е.И. Экологически ориентированный производственный менеджмент. *Менеджмент в России и за рубежом*. 2000. № 3. С. 111–117.
397. Петруня В.Ю. Екологічний менеджмент в системі ринкової конкурентоспроможності підприємства: автореф. дис. ... канд. економ. наук: 08.00.06. Дніпропетровськ, 2008. 23 с.
398. Егорова М.С. Экологические инвестиции как путь восстановления экономики. *Вестник науки Сибири*. 2011. №1 (1), С. 474–480.
399. Асташкина И., Мишин В. Исследование систем управления. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 527 с.
400. Мельничук Д. Б. Механизм оценки состояния системы стратегического управления предприятием. *Менеджмент в России и за рубежом*. 2002. № 2. URL: <https://www.cfin.ru/press/management/2002-2/04.shtml> (дата звернення: 20.09.2019).
401. Черемных О.С., Черемных С. В. Стратегический корпоративный реинжиниринг: процессно-стоимостной подход к управлению бизнесом. М.: Финансы и статистика, 2005. 736 с.
402. Мишин В. М. Исследование систем управления: учебник для вузов.

М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. 527 с.

403. Барабаш О. В., Бойко Т. І. Ідентифікація екологічних аспектів та створення екологічної політики для автотранспортного підприємства. *Вісник Національного транспортного університету*. 2010. Вип. 20. С. 71–74.

404. Барабаш О. В., Титикало Я. А. Розробка моделі планування та екологічної стратегії на основі керівних принципів СЕМ для ПОСП «Уманський тепличний комбінат»: тези LXXI наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. (Київ, 16-18 травня 2012). К.: НТУ, 2015. С. 100.

405. Барабаш О. В., Індутний Є. Г. HRM підприємства в період впровадження та функціонування системи екологічного менеджменту: тези LXXIII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. (Київ, 17-19 травня 2017). К.: НТУ, 2017. С. 101.

406. Varabash O. V. Combination of approaches of management for effective introduction and functioning of the environmental management system. *Acta Carpatica*. 2015. 24. P. 81–88.

407. Jan Dul Human factors in business: creating people-centric systems. *RSM Insight*. 2011. №5. P. 4–7.

408. Літературний письмовий твір наукового характеру «Модельовання контексту системи «Суб'єкт господарювання». Барабаш О. В. Свідectво про реєстрацію авторського права на службовий твір № 96543 від 06.03.2020.

409. Безбородова О.Е. Идентификация и оценка экологических аспектов деятельности предприятия. *Молодежь. Наука. Инновации*: сб. трудов III Международной научно-практической интернет-конференции Пензенский филиал РГУИТП (г. Пенза, 2011 г.). Пенза: Изд-во ПГУ, 2011. С. 293–295.

410. Переверзев П.П. Стратегическое управление развитием промышленного комплекса на основе процессного подхода. *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. 2013. №7 (3), С. 101–105.

411. Комиссарова М.А. Процессная модель системы стратегического управления угледобывающими предприятиями. *Terra Economicus*. 2012. Т. 10. №1. Ч. 2, С. 98–102.

412. Божко Л.М. Комбинированные научные подходы к управлению

- изменениями. Вестник Омского университета. 2015. №2. С. 77–83.
413. Roger B. Mason The external environment's effect on management and strategy: A complexity theory approach. *Management Decision*. 2007. №45 (1). P. 10–28.
414. Распопов В.М. Процессно-системный подход — методологический принцип профессионального образования. *Образование 21 века: проблемы и перспективы*: сб. тезисов межвуз. конф. (г. Магнитогорск, 1998). Магнитогорск, 1998. С. 60.
415. Блинов А. О., Переверзев П. П., Угрюмова Н. В. Стратегическое управление развитием промышленного комплекса на основе процессного подхода. *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. 2013. Т. 7. № 3. С. 101–105.
416. Кобелева И.В. Концепция процессно-системного управления качеством окружающей среды на промышленном предприятии. *Основы экономики, управления и права*. 2012. №3(3). С.67–69.
417. Барабаш О. В. Ефективність системи екологічного менеджменту як індикатор екологічної безпеки агломерацій. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2018. Вип. 4 (23). С. 14–19.
418. Божко Л. М. Современные подходы к управлению организационными изменениями. *Экономика и управление предприятиями, отраслями и комплексами в условиях инновационного развития*: сб. матер. международ. науч.-практ. конф. (Тверь, 21 октября 2013г.). Тверь: ООО «Документ-Сервис», 2013. С. 16–21.
419. Палей Т. Ф. Поведенческий подход к инновационному менеджменту как конструктивный процесс развития организации. *Бизнес, менеджмент и право*. 2010. № 1(21). С. 316–330.
420. Барабаш О. В. Аналіз підходів впровадження системи екологічного менеджменту. *Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення*: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції (Дрогобич, 12-14 жовтня 2016р.). Дрогобич, 2016. С. 12–13.
421. Gwen Ch., Fetsko M., Hendrickson Ch. Environmental Management Systems and ISO 14001. Certification for Construction Firms. *Journal of construction engineering and management*. 2004. № 130 (3). P. 330–336.
422. Барабаш О. В., Галанюк І. І. Удосконалення процесів впровадження системи екологічного менеджменту на основі європейського досвіду: тези LXXII

наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. (Київ, 11-13 травня 2016). К.: НТУ, 2016. С. 84–85.

423. Бородин А. И. Особенности формирования экологически приемлемого управления предприятием. *Вестник Казанского технологического университета*. 2003. № 2. С. 411–416.

424. Барабаш Е. В. Мотивационный подход как эффективный инструмент результативной системы экологического менеджмента автотранспортного предприятия. *Наука – образованию, производству, экономике: тезисы 15-ой международной научно-технической конференции (Минск) Минск. 2017.* С. 97–98.

425. Безбородова О.Е. Идентификация и оценка экологических аспектов деятельности предприятия. *Молодежь. Наука. Инновации: сб. трудов III Международной научно-практической интернет-конференции.* (г. Пенза, 2011 г.). Пенза: Изд-во ПГУ, 2011. С. 293–295.

426. Барабаш О. В., Кухтик Н. О. Розробка системи екологічного менеджменту на підприємствах хімічної промисловості як основа сталого розвитку. *Scientific letters of academic society of Michal Baludansky*. 2018. 6, 2A. P. 29–33.

427. Барабаш О. В., Корнієнко Д. В., Антонюк М. В. Розробка системи екологічного менеджменту для підприємств промислового комплексу як механізм сталого розвитку регіону. *Правничий вісник університету «КРОК»*. 2017. Вип. 29. С. 166–172.

428. Барабаш О. В., Кашка І. О. Розробка системи екологічного менеджменту для ПРАТ «А/Т тютюнова компанія «ВАТ-Прилуки»: тези LXIX наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. (Київ, 23–25 квітня 2013). К.: НТУ, 2013. С. 94.

429. Бойко Т. І., Барабаш О. В. Ідентифікація екологічних аспектів та створення екологічної політики для автотранспортного підприємства. *Наука. Молодь. Екологія – 2010: тези VI всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених.* (Житомир, 26-28 травня 2010). Житомир. 2010. С. 200–203.

430. Барабаш О. В., Бойко Т. І. Розробка програми менеджменту навколишнього

середовища автотранспортного підприємства: тези LXVI наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. (Київ, 12-14 травня 2010). Київ: НТУ, 2010. С. 92–93.

431. Барабаш О. В., Стахнюк І. Л. Екологічний аудит ЗАТ «Линовицький цукровий завод «Красний»: тези LXVII наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. (Київ, 11-13 травня 2011). Київ: НТУ, 2011. С. 80–81.

432. Барабаш О.В., Кобзиста О. П. Аудит як ефективний інструмент екологічної діяльності підприємств харчової галузі. *Вісник Національного транспортного університету*. 2013. Вип. 27. С. 350–358.

433. Екологічний менеджмент: навчальний курс / за редакцією М. Ф. Дмитриченка. К.: НТУ, 2010. 193 с.

434. Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух: инструкция 2.1.6.11-9-29-2004 утв. постановлением главного государственного санитарного врача Республики Беларусь № 63 от 05.07.2004 г. Введ. с 05.07.2004 г. URL: med.by/methods/pdf/2.1.6.11-9-29-2004.pdf. (дата звернення: 15.02.2020).

435. Методические рекомендации от 30.05.1997 РФ № 2510/5716-97-32 «Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения». URL: http://www.lawrussia.ru/texts/legal_744/doc_744a_498x_422.html. (дата звернення: 10.02.2020).

436. Крисінська Д.О. Визначення потенційного ризику як основного показника оцінки якості питної води. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. 2015. Вип. 25. С. 137-143. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVVG_2015_25_23 (дата звернення: 10.03.2020).

437. Євтушенко В. М. Зарубіжний досвід визначення пріоритетів науково-технічного розвитку. *Науково-технічна інформація*. 2004. № 2. С. 35–38.

438. Литвак Б. Г. Экспертные технологии в управлении. М.: Дело, 2004. 398 с.

439. Сборник международных стандартов контроля, качества, аудита, обзорных проверок, прочих заданий, обеспечивающих уверенность, и заданий по оказанию

сопутствующих услуг. Т. 1. IFAC. New York, 2014. 1156 с.

440. Циганок В.В. Методи отримання та обробки кардинальних експертних оцінок: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.05.03. Київ, 2003. 19 с.

441. Мокін В. Б. Новий підхід до ідентифікації параметрів малих річок за нечіткими експертними оцінками. *Вісник ВПІ*. 2005. № 4. С. 34-41.

442. Барабаш О.В. Особливості моделей впровадження та функціонування системи екологічного управління на промислових підприємствах. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. Вип. 1 (475). 2019. С. 237–242.

443. Левкович В. О., Муж Г. В. Біоіндикація забруднення атмосферного повітря за станом *Pinus sylvestris* L. С. 40-42. URL.: <http://eprints.zu.edu.ua/26937/1/Levkovich.pdf> (дата звернення: 25.07.2019).

444. Приступа Г.К., Мазепа В.Г. Анатомо-морфологические изменения хвои сосны в техногенных условиях. *Лесоведение*. 1987. №1. С. 58-60.

445. Угрюмов, Б.И., Кондратов Е.В. Состояние подроста в лесах подверженных промышленному загрязнению. Актуальные проблемы лесного комплекса. *Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции*. 2006. Вып. 15. С.124-126.

446. Барабаш О.В. Оцінка рівня екологічної безпеки урбоєкосистем за станом атмосферного повітря. *Екологічна безпека та природокористування*. Вип. 3 (31). 2019. С. 57–63.

447. Varabash O.V., Lozova T.M., Kozlova T.A. Assessment of the urban environment quality in Kyiv. *Acta Carpatica*. 2018. 27. P. 5–11.

448. Барабаш О.В., Лозова Т.М., Козлова Т.А. Оцінка інтенсивності антропогенного впливу за рівнем флуктуаційної асиметрії морфологічних структур. *Біологія та екологія*. 2018. Т.4, № 1. С. 66–73.

449. Барабаш О. В., Гнаповська О. О. Структурно-функціональні зміни рослинності в умовах техногенного забруднення. *LXVIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. (Київ, 16-18 травня 2012). Київ: НТУ, 2012. С. 93-94.

450. Барабаш О.В., Ковтун Т.О. Моніторинг якості середовища як система попередження змін стану рослинних об'єктів. *LXX наукова конференція*

професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. (Київ, 14-16 травня 2014 р.). Київ: НТУ, 2014. С. 84.

451. Барабаш О.В., Хрутьба В.О. Оцінка рівня екологічної безпеки урбоєкосистем за стабільністю розвитку деревних насаджень. *Проблеми екологічної безпеки: праці XVII міжнародної науково-технічної конференції* (Кременчук, 2-4 жовтня 2019 р.). Кременчук. 2019. С. 208-212.

452. Барабаш О.В. Покращення системи екологічного моніторингу для комплексної оцінки стану компонентів урбоєкосистеми. *Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку / ТЕБ-2019: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції*. (Ірпінь, 04-15 листопада 2019 р.). Ірпінь. 2019. С. 187-190.

452. Барабаш О.В., Рубежняк І. Г. Крес-салат (*Lepidium sativum L.*) як фітоіндикатор вмісту іонів важких металів у депонованих середовищах повітря-сніг. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2012. С. 131–134.

453. Varabash O. V. Ecological hazard assessment of the atmospheric air at the urban ecosystem by the state of the deposit environment. *Вісник авіаційного університету*. 2019.

454. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия Телеком, 2007. 288 с.

455. Барабаш О.В. Впровадження системи екологічного менеджменту на підприємствах як інструмент забезпечення екологічної безпеки агломерацій. *Shipbuilding & marine infrastructure*. 2018. Вип. 2 (10). С. 222–227.

456. Varabash O., Weigang G.. Mathematical Modeling of the Summarizing Index for the Biosystems Status as a Tool to Control the Functioning of the Environmental Management System at Business Entities. *Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020)*. 2020. Vol. 1265. P.56-66. Scopus

457. Хрутьба В.О., Барабаш О.В., Неведров Д.С., Зюсюн В.І. Формування системи критеріїв оцінки впливу на довкілля в проектах будівництва та реконструкції об'єктів критичної інфраструктури. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. Вип. 1 (46). 2020. С.405-415.

458. Varabash O., Weigang G.. Mathematical Modeling of the Summarizing Index for

the Biosystems Status as a Tool to Control the Functioning of the Environmental Management System at Business Entities. *Mathematical modeling and simulacion of systems Mods'2020: XV International scientific-practical conference*. (Chernihiv, 29 June-1 July, 2020). Chernihiv. 2020. P. 11.

459. Дмитриченко М. Ф., Дмитрієв М. М., Матейчик В. П., Гутаревич Ю. Ф., Грищук О. К., Хрутьба В. О., Кобзиста О. П., Барабаш О. В., Гусев Г. Ф., Рутковська І. А., Лясковський В. П., Крюковська Л. І., Горідько Н. М., Боціон А. П., Никонович С. О. Екологічний менеджмент : навч. посібник. Київ : НТУ. 2010. 193 с.

460. Барабаш О. В. Біоіндикація. Словник-довідник. К. : НТУ. 2017. 97с.

461. Хрутьба В. О., Барабаш О. В., Невєдров Д. С., Зюзюн В. І. Формування системи критеріїв оцінки впливу на довкілля в проектах будівництва та реконструкції об'єктів критичної інфраструктури. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Вип. 1 (46). 2020. С.405–415.

462. Літературний письмовий твір наукового характеру «Екологічний менеджмент: посібник». Дмитриченко М. Ф., Дмитрієв М. М., Матейчик В. П., Гутаревич Ю. Ф., Грищук О. К., Хрутьба В. О., Кобзиста О. П., Барабаш О. В., Гусев Г. Ф., Рутковська І. А., Лясковський В. П., Крюковська Л. І., Горідько Н. М., Боціон А. П., Никонович С. О. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на службовий твір №34049 від 12.07.2010.

463. Літературний письмовий твір наукового характеру «Система критеріїв оцінки впливу на довкілля в проектах будівництва та реконструкції об'єктів критичної інфраструктури». В. О. Хрутьба, В. І. Зюзюн, О. В. Барабаш, О. В. Спасіченко, Д. С. Невєдров. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 96544 від 06.03.2020.

464. Хорошавин А.В. Анализ проблем результативного внедрения систем экологического менеджмента. Применение процессного подхода в экологическом менеджменте. *Научный журнал НИУ ИТМО*. 2014. №3. С. 614–624.

465. Волошенко О. О. Методичний підхід до формування стратегії еколого-орієнтованого розвитку підприємства. *Ефективна економіка*. 2016. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5274>

ДОДАТКИ

Додаток А

Список публікацій здобувача

Монографії

1. Barabash O. V. Evaluation of bottle water quality in well room complexes of Kyiv. Ecology and human health: monograph / O. V. Barabash, Czestochova. 2018. P. 121–131.
2. Барабаш О. В. Оцінювання ефективності функціонування систем екологічного управління суб'єктів господарювання. / О. В. Барабаш, Київ. 2020. 236 с.

Статті, які входять до наукометричних баз даних та до фахових видань України

3. Барабаш О. В., Рубежнюк І. Г., Ковальова О. В. Оцінка забруднення урбанізованих екосистем. *Вісник Національного транспортного університету*. 2009. Вип. 18. С. 147–151. *Авторці належить аналіз показників, що оцінюють ефект одночасної дії декількох речовин, які знаходяться в атмосферному повітрі, на рослинні організми залежно від відстані до джерела забруднення.*
4. Барабаш О. В., Бойко Т. І. Ідентифікація екологічних аспектів та створення екологічної політики для автотранспортного підприємства. *Вісник Національного транспортного університету*. 2010. Вип. 20. С. 71–74. *Авторка брала участь у проведенні попереднього аналізу діяльності підприємства та ідентифікації суттєвих екологічних аспектів впливу на стан довкілля.*
5. Барабаш О. В., Солодка Ю. В. Оцінка інтенсивності забруднення снігового покриву придорожньої зони м. Києва як показник забруднення атмосферного повітря. *Вісник Національного транспортного університету*. 2011. Вип. 22. С. 46–52. *Авторці належить встановлення залежності між просторовим розподілом забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та наявністю їх у сніговому покриві як деponуючому середовищі для визначення ступеня впливу діяльності підприємств на стан навколишнього середовища.*
6. Барабаш О. В., Рубежнюк І. Г. Крес-салат (*Lepidium sativum L.*) як фітоіндикатор вмісту іонів важких металів у деponованих середовищах повітря-сніг. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2012. С. 131–134. *Авторка брала участь у проведенні експериментальних досліджень щодо наявності важких металів у зразках та визначенні їх впливу на морфометричні показники тест-об'єктів.*
7. Барабаш О. В., Кобзиста О. П. Аудит як ефективний інструмент екологічної діяльності підприємств харчової галузі. *Вісник Національного транспортного університету*. 2013. Вип. 27. С. 350–358. *Автору належить добувач ідентифікація екологічних аспектів та впливу діяльності підприємства на стан довкілля, визначення етапів проведення екологічного аудиту та запропоновані заходи щодо покращення екологічної діяльності.*
8. Барабаш О. В. Оцінка рівня екологічної безпеки водних об'єктів м. Києва. *Вісник Національного транспортного університету*. 2014. Вип. 30 (1). С. 31–38.
9. Барабаш О. В., Титикало Я. А. Досвід впровадження системи екологічного менеджменту підприємства. *Вісник Національного транспортного університету*. 2015. Вип. 2 (32). С. 352–361. *Авторці належить розроблення шляхів оптимізації впровадження системи екологічного менеджменту за допомогою керівних принципів Вінтера.*
10. Барабаш О. В., Виноградова Д. О. Екологічний моніторинг забруднення ґрунтів з використанням біологічних тест-об'єктів. *Вісник Національного транспортного*

університету. 2015. Вип. 2(32). С. 342–351. Авторці належить проведення та обробка експериментальних досліджень щодо оцінки токсичності ґрунтів, відібраних у різних районах м. Києва.

11. Varabash O. V. Combination of approaches of management for effective introduction and functioning of the environmental management system. *Acta Carpatica*. 2015. 24. P. 81–88.

12. Varabash O. V. Bioindication estimation of urban ecosystems pollution in Kyiv. *Acta Carpatica*. 2016. 25–26. P. 105–112.

13. Барабаш О. В., Корнієнко Д. В., Антонюк М. В. Розробка системи екологічного менеджменту для підприємств промислового комплексу як механізм сталого розвитку регіону. *Правничий вісник університету «КРОК»*. 2017. Вип. 29. С. 166–172. Авторці належить встановлення залежності зменшення впливу діяльності підприємств промислового комплексу шляхом впровадження систем екологічного менеджменту на розвиток регіону.

14. Барабаш О. В., Вознюк Я. Ю. Екологічний слід як індикатор природного капіталу екосистем. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2018. № 1(20). С. 109–114. Авторці належить проведення обчислення екологічного дефіциту та природного капіталу екосистем регіону.

15. Барабаш О. В. Впровадження системи екологічного менеджменту на підприємствах як інструмент забезпечення екологічної безпеки агломерацій. *Shipbuilding & marine infrastructure*. 2018. Вип. 2 (10). С. 222–227.

16. Барабаш О. В. Ефективність системи екологічного менеджменту як індикатор екологічної безпеки агломерацій. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2018. Вип. 4 (23). С. 14–19.

17. Барабаш О. В., Кухтик Н. О. Розробка системи екологічного менеджменту на підприємствах хімічної промисловості як основа сталого розвитку. *Scientific letters of academic society of Michal Valudansky*. 2018. 6, 2A. P. 29–33. Авторка брала участь у проведенні попереднього екологічного аналізу та ідентифікації екологічних аспектів діяльності підприємства хімічної галузі.

18. Varabash O. V., Lozova T. M., Kozlova T. A. Assessment of the urban environment quality in Kyiv. *Acta Carpatica*. 2018. 27. P. 5–11. Авторці належить обробка експериментальних даних щодо залежності стабільності розвитку морфологічних структур деревних насаджень від екологічної діяльності підприємств, що розташовані на прилеглий території.

19. Барабаш О. В., Лозова Т. М., Козлова Т. А. Оцінка інтенсивності антропогенного впливу за рівнем флуктуаційної асиметрії морфологічних структур. *Біологія та екологія*. 2018. Т.4, № 1. С. 66–73. Авторці належить обробка експериментальних даних для оцінювання якості середовища за реакцією-відповіддю організмів у період індивідуального розвитку.

20. Барабаш О. В. Оцінка рівня екологічної безпеки урбоекосистем за станом атмосферного повітря. *Екологічна безпека та природокористування*. Вип. 3 (31). 2019. С. 57–63.

21. Барабаш О. В. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря методом дендроіндикації. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. Вип. 4 (27). 2019. С. 102–108.

22. Varabash O. V., Khrutba V. O. Assessment of atmospheric air pollution level in Kyiv. *Environmental problems*. Vol. 4, № 3, 2019. P. 156–160. Авторці належить обробка експериментальних досліджень щодо встановлення залежності зміни пилового забруднення та морфологічних параметрів вегетативних органів *T. cordata* Mill. на відстані від джерела пилоутворення.

23. Барабаш О. В. Оцінка ступеня токсичності поверхневих вод м. Києва. *Екологічна безпека. Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*. 2019. №2 (28). С. 31–37.
24. Барабаш О. В. Особливості моделей впровадження та функціонування системи екологічного управління на промислових підприємствах. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. Вип. 1 (475). 2019. С. 237–242.
25. Барабаш О. В. Визначення контексту підприємства для впровадження екологічно дієвої системи екологічного управління. *Shipbuilding & marine infrastructure*. № 2 (12). 2019. С. 42–47.
26. Varabash O. V. Ecological hazard assessment of the atmospheric air at the urban ecosystem by the state of the deposit environment. *Вісник авіаційного університету*. 2019. Т. 81, № 4. С. 57–63.
27. Барабаш О. В. Сучасний стан впровадження та функціонування систем екологічного управління суб'єктів господарювання в Україні та світі. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. Вип. 2 (476). 2019. С. 67–72.
28. Барабаш О. В. Оцінка екологічної небезпеки атмосферного повітря урбоєкосистеми за станом депонуючого середовища. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*. 2019. № 1(20). С. 71–78.
29. Барабаш О. В. Удосконалення організації діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження системи екологічного управління. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. Вип. 4 (28). 2020. С.135–140
30. Хрутьба В. О., Барабаш О. В., Зюзюн В. І., Неведров Д. С. Застосування біомоніторингу для виявлення небезпек в проектах критичної інфраструктури. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія «Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами»*. 2020. № 2. С. 71–77. *Авторці належить обробка експериментальних досліджень щодо встановлення наявності некротичних пошкоджень вегетативних органів *P. sylvestris* L. залежно від відстані до об'єктів критичної інфраструктури.*
31. Varabash O., Weingang G. Mathematical Modeling of the Summarizing Index for the Biosystems Status as a Tool to Control the Functioning of the Environmental Management System at Business Entities. *Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020)*. 2020. Vol. 1265. P.56–66. **Scopus**. *Авторка брала участь у формуванні методики визначення групового показника екологічної дієвості СЕУ (ЕЕ), що базується на системі узагальнювальних індикаторів.*
32. Хрутьба В. О., Барабаш О. В., Неведров Д. С., Зюзюн В. І. Формування системи критеріїв оцінки впливу на довкілля в проектах будівництва та реконструкції об'єктів критичної інфраструктури. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. Вип. 1 (46). 2020. С.405–415. *Авторці належить формування та деталізація критерію «техногенне середовище» для оцінювання впливу на довкілля в проектах будівництва та реконструкції об'єктів КІ.*
- Підручники та навчальні посібники**
33. Дмитриченко М. Ф, Дмитрієв М. М, Матейчик В. П., Гутаревич Ю. Ф., Гришук О. К., Хрутьба В. О., Кобзиста О. П., Барабаш О. В., Гусев Г. Ф., Рутковська І. А., Лясковський В. П., Крюковська Л. І., Горідько Н. М., Боціон А. П., Никонович С. О. Екологічний менеджмент : навч. посібник. Київ : НТУ. 2010. 193 с. *Авторці належить формування розділу екологічно-правового регулювання впровадження системи екологічного менеджменту.*
34. Барабаш О. В. Біоіндикація. Словник-довідник. К. : НТУ. 2017. 97с.

Публікації в матеріалах конференцій

35. Старікова Т. В., Барабаш О. В., Рубежняк І. Г. Вміст цинку та міді в рослинних зразках берези звичайної на ділянці Броварського проспекту м. Києва. *Актуальні проблеми життєдіяльності суспільства: тези всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів.* (Кременчук, 9–10 квітня 2009 р.). Кременчук. 2009. С. 174–175. *Авторці належить аналіз показників для оцінки ефекту одночасної дії декількох речовин, що знаходяться в атмосферному повітрі на рослинні організми.*
36. Бойко Т. І., Барабаш О. В. Ідентифікація екологічних аспектів та створення екологічної політики для автотранспортного підприємства. *Наука. Молодь. Екологія – 2010: тези VI всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених.* (Житомир, 26–28 травня 2010 р.). Житомир. 2010. С. 200–203. *Авторкою сформульовано ідею, проблему та методику досліджень, узагальнено результати досліджень, складено висновки.*
37. Барабаш О. В., Бойко Т. І. Розробка програми менеджменту навколишнього середовища автотранспортного підприємства. *LXVI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.* (Київ, 12–14 травня 2010 р.). Київ: НТУ, 2010. С. 92–93. *Авторці належить розробка програми менеджменту навколишнього середовища автотранспортного підприємства.*
38. Барабаш О. В., Стахнюк І. Л. Екологічний аудит ЗАТ «Линовицький цукровий завод «Красний». *LXVII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.* (Київ, 11–13 травня 2011 р.). Київ: НТУ, 2011. С. 80–81. *Авторкою сформульовано програму екологічного аудиту для ЗАТ «Линовицький цукровий завод «Красний».*
39. Барабаш О. В., Солодка Ю. В. Оцінка інтенсивності забруднення снігового покриву придорожньої зони м. Києва як показник забруднення атмосферного повітря: тези доповідей науково-практичної конференції, приуроченої 100-річчю з дня народження Юрія Юркевича. (Київ, 28 січня 2011 р.). Київ, 2011. С. 24–25. *Авторці належить розробка алгоритму експрес-оцінювання інтенсивності забруднення снігового покриву придорожньої зони м. Києва.*
40. Барабаш О. В., Роздобудько Л. В. Оцінка ступеня забруднення снігового покриву поблизу автомобільних магістралей м. Києва. *Екологія та екологічна освіта: тези I всеукраїнської студентської наукової конференції.* (Київ, 2011 р.). Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2011. С. 28–29. *Авторка брала участь у проведенні лабораторних досліджень снігового покриву відібраного поблизу автомобільних магістралей м. Києва.*
41. Барабаш О. В., Гнаповська О. О. Структурно-функціональні зміни рослинності в умовах техногенного забруднення. *LXVIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.* (Київ, 16–18 травня 2012 р.). Київ: НТУ, 2012. С. 93–94. *Авторкою сформульовано алгоритм дослідження структурно-функціональних змін рослинності в умовах техногенного забруднення.*
42. Барабаш О. В., Кашка І. О. Розробка системи екологічного менеджменту для ПРАТ «А/т тютюнова компанія «ВАТ-Прилуки». *LXIX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.* (Київ, 23–25 квітня 2013). К. : НТУ, 2013. С. 94. *Авторці належить проведення попереднього екологічного аналізу ПРАТ «А/т тютюнова компанія «ВАТ-Прилуки».*

43. Барабаш О. В., Ковтун Т. О. Моніторинг якості середовища як система попередження змін стану рослинних об'єктів. *LXX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. (Київ, 14–16 травня 2014 р.). Київ: НТУ, 2014. С. 84. Авторкою обґрунтовано результати розрахунків для визначення стабільності розвитку рослинних організмів.
44. Барабаш О. В., Титикало Я. А. Розробка моделі планування та екологічної стратегії на основі керівних принципів СЕМ для ПОСП «Уманський тепличний комбінат». *LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. (Київ, 16–18 травня 2012). К. : НТУ, 2015. С. 100. Авторці належить дослідження щодо можливості застосування моделі Вінтера на підприємствах України для впровадження СЕМ.
45. Барабаш О. В., Галанюк І. І. Удосконалення процесів впровадження системи екологічного менеджменту на основі європейського досвіду. *LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. (Київ, 11–13 травня 2016). К.: НТУ, 2016. С. 84–85. Авторка брала участь у дослідженні європейського досвіду застосування стратегічних інструментів управління для впровадження системи екологічного управління.
46. Барабаш О. В., Індутний Є. Г. HRM підприємства в період впровадження та функціонування системи екологічного менеджменту. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. (Київ, 17–19 травня 2017). К. : НТУ, 2017. С. 101. Авторці належить дослідження застосування мотиваційного підходу до управління на підприємствах на всіх етапах впровадження системи екологічного менеджменту.
47. Барабаш О. В., Козлова Т. А. Оцінка токсичності водного середовища за допомогою тест-культур. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. (Київ, 16–18 травня 2018). К. : НТУ, 2018. С. 106. Авторці належить обробка експериментальних досліджень щодо визначення ступеня токсичності аналізованих водних об'єктів м. Києва.
48. Барабаш О. В., Карпушева М. Г. Нормативно-правові аспекти захисту екосистем та розвитку екологічної мережі України. *Екологічні засади збалансованого регіонального розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Івано-Франківськ, 10–11 травня 2016 р.)*. Івано-Франківськ, 2016. С. 91–93. Авторка брала участь у дослідженні проблем законодавства щодо розвитку екологічної мережі України.
49. Барабаш О. В. Аналіз підходів впровадження системи екологічного менеджменту. *Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції (Дрогобич, 12–14 жовтня 2016р.)*. Дрогобич, 2016. С. 12–13.
50. Барабаш Е. В. Мотивационный подход как эффективный инструмент результативной системы экологического менеджмента автотранспортного предприятия. *Наука – образованию, производству, экономике: тезисы XV Международной научно-технической конференции*. Минск. 2017. С. 97–98.
51. Барабаш О. В., Хрутьба В. О. Оцінка рівня екологічної безпеки урбоекосистем за стабільністю розвитку деревних насаджень. *Проблеми екологічної безпеки: праці XVII міжнародної науково-технічної конференції (Кременчук, 2–4 жовтня 2019 р.)*. Кременчук. 2019. С. 208–212. Авторці належить обробка експериментальних

досліджень щодо визначення флуктуацій деревних насаджень адміністративних районів м. Києва.

52. Барабаш О. В., Хрутьба В. О. Оцінка пилового забруднення атмосферного повітря м. Києва: праці VII всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю (Вінниця, 25–27 вересня 2019 р.). Вінниця. 2019. С. 110–111. *Авторці належить обробка експериментальних досліджень щодо визначення пилового забруднення атмосферного повітря адміністративних районів м. Києва.*

53. Барабаш О. В. Покращення системи екологічного моніторингу для комплексної оцінки стану компонентів урбоєкосистеми. *Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку / ТЕБ-2019: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції.* (Ірпінь, 04–15 листопада 2019 р.). Ірпінь. 2019. С. 187–190.

54. Barabash O., Weigang G. Mathematical Modeling of the Summarizing Index for the Biosystems Status as a Tool to Control the Functioning of the Environmental Management System at Business Entities. *Mathematical modeling and simulacion of systems Mods '2020: XV International scientific-practical conference.* (Chernihiv, 29 June, 1 July, 2020). Chernihiv. 2020. P. 11. *Авторкою сформульовано методіку визначення групового показника екологічної дієвості СЕУ (ЕЕ).*

Свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір

55. Літературний письмовий твір наукового характеру «Екологічний менеджмент: посібник». Дмитриченко М. Ф., Дмитрієв М. М., Матейчик В. П., Гутаревич Ю. Ф., Грищук О. К., Хрутьба В. О., Кобзиста О. П., Барабаш О. В., Гусєв Г. Ф., Рутковська І. А., Лясковський В. П., Крюковська Л. І., Горідько Н. М., Боціон А. П., Никонович С. О. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на службовий твір №34049 від 12.07.2010.

56. Літературний письмовий твір наукового характеру «Система критеріїв оцінки впливу на довкілля в проектах будівництва та реконструкції об'єктів критичної інфраструктури». В. О. Хрутьба, В. І. Зюзюн, О. В. Барабаш, О. В. Спасіченко, Д. С. Невєдров. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 96544 від 06.03.2020.

57. Літературний письмовий твір наукового характеру «Моделювання контексту системи «Суб'єкт господарювання». Барабаш О. В. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на службовий твір № 96543 від 06.03.2020.

Додаток Б

Таблиця Б.1 - Перелік забруднюючих речовин, що надходять у природні компоненти довкілля внаслідок здійснення різних видів економічної діяльності суб'єктами господарювання

№	Галузь діяльності СГ	Викиди в атмосферу	Скиди у водні об'єкти	Відходи виробництва
1	Фармакологічна	Ацетон; ацетонітрил; аміак; аміловий спирт; анілін; бензол; 2-бутанон; n-бутилацетат; n-бутиловий спирт; хлорбензол; хлороформ; хлорметин; циклогексан; o-дихлорбензол (1,2-дихлорбензол); 1,2-дихлоретан; диетиламін; диетиловий ефір; 1,4-диоксан; етанол; етилацетат; етиленгліколь; формальдегід; формамід; фурфураль; n-гептан; n-гексан; ізопропанол; ізопропілацетат; ізопропіл ефір; метанол; метиламін; хлористий метилен; метилформіат; метил ізобутил кетон 2- фенол; поліетиленгліколь 600; n-пропанол; піридин; толуол; трихлорфлорметан; триетиламін; ксилоли	Міцелій; відфільтровані речовини; поживні речовини проміжних продуктів; сольвенти; хімічні речовини в залежності від ферментативного процесу; ферментаційні серії інфіковані вірусними і бактеріофагам; цукри; жири; протеїни; азот; фосфати; речовини з високим рівнем біологічного (БСК) та хімічного (ХСК); зважені ТЧ, рН (4-8).	Кислоти, основи, розчини на основі води і сольвентів; цианіди і відходи металів у формі речовин і суспензій; неорганічні солі; органічні побічні продукти і комплексні речовини з вмістом металів; відпрацьовані розчинники
2	Хімічна	Пил, сполуки фтору, оксиди азоту, аміак, оксиди вуглецю, хлор, соляна кислота, вапняний пил, пил кремнієвої кислоти, газоподібні сполуки фтору оксиди сульфур, сірки, сірководень, пари розчинників, толуолу, ксилолу, сірковуглець, оксиди нітрогену (азоту), бензпірен, сполуки хлору, вуглеводні, синтетичні поверхнево-активні речовини, канцерогени, важкі метали; оксиди карбону (вуглецю), флуоридна кислота, гексафторкремнієвая кислота, триоксид сірки, ацетон, бензин, водень, альдегіди, оксид азоту, пари спиртів, гідрофторид	Сполуки фтору, фосфати, кремній-гель, аерозолі, окисли сірки, азоту, ртуть, свинець, кадмій, завислі сульфати, загальний фосфор, ціаніди, тіоціанати, сполуки кадмію, кобальту, марганцю, міді, нікелю, ртуті, свинцю, хрому, цинку, сірководень, сірковуглець, спирти, бензол, формальдегід, фурфурол, фенол, поверхнево-активні речовини, пестициди	Фосфогіпс, кубові залишки, вапнякові та гіпсові відходи, шлам дистильованої суспензії, галітові залишки флотажного збагачення хлориду кальцію
3	Машинобудівна	Пил, туман олив, оксиди сірки, азоту та вуглецю, фтористий водень, аерозольні фарби, розчинники, фенол, формальдегід, метанол, ацетон, бензин, гас уайт-спірит, бутилацетат, ксилол, марганець, свинець, толуол, хром, сірчана кислота, етилацетат	Глина, пісок, зола, пил мінерального походження, металева окалина, важкі метали, ціаніди, мастила та луги, емульсії, сульфат заліза, хлорид заліза, хлорид на кислота, сульфатна кислота, фарби, хром, зважені речовини, окисли, нафтопродукти, оксид вуглецю, діоксид вуглецю	Амортизаційний брутх інструменту; обдирна стружка, обрізки, окалини, литники, шлаки, тирса, шлаки, золи, шлами, опади та пил, флюси, абразиви

Завершення табл. Б.1

1	2	3	4	5
4	Харчова	Сажа, сірчаний ангідрид, оксиди вуглецю й азоту, пари спирту, сухих кормових дріжджів. складні ефіри оцтової кислоти, монокарбонові кислоти, лактати, формальдегід, нафталін, діацетил, ацетат амонію, стилбензол, диметилбензол, антрацен, акролеїн, масляна кислота, фенол, толуол, бензол, органічний пил, двоокис вуглецю, бензин і інші вуглеводні, діоксид азоту, аміак, соляна кислота, сажа, дифторхлорметан	Консерванти, мікроби, бактерії, віруси, цукрозамінники, сульфати, хлориди, фосфор, сполуки азоту, метанол, фурфурол, залишки корму, кухонна сіль, миючі, дезінфікуючі речовини, нітрити, фосфати, луги, кислоти, а також хвороботворні мікроорганізми	Пил, відхідні гази сатурації і сульфатації, гази бродіння, етиловий спирт, альдегіди, ефіри, летючі кислоти, аміак, фреон компресорних установок, тканинні фільтри, електрофільтри
5	Лісова (деревообробна та целюлозно-паперова)	Формальдегід, пари стиролу, ацетону, ксилолу, бензолу, бутилацетату, етилацетату, вуглеводні, фенол, аміак, окис вуглецю, анілін, ціанистий калій, деревний і лакофарбовий пил, сірководень, анілін, азот, уайт-спірит, скипидар	Цукри, фурфурол, спирти, альдегіди, кислоти, барвники, дубильні речовини, сульфат алюмінію, парафін, целюлоза, геміцелюлоза, лігнін, волокна деревини, аміак, вуглекислота, карболові кислоти (оцтова, мурашина, протейнова), деревні відходи, хлориди, нафтопродукти, феноли, формальдегіди, метанол, диметилсульфід	Розчинники, розріджувачі, синтетичні смоли, паливно-мастильними матеріалами, мінеральні добрива та отрутохімікати, обапіл, рейки, торці, вирізки, кора, тирса, стружка, відхід від технологічної тріски
6	Будівельна (будівельних матеріалів)	Діоксид сірки, оксид азоту, оксид вуглецю, діоксид кремнію, оксид алюмінію, оксид магнію, оксид заліза, сірчаний ангідрид, сполуки сірки, хлору та фтору, діоксиди вуглецю та марганцю, фенол, аміак, формальдегід, радіонукліди	Сірководень, хлориди, нафтопродукти, зважені речовини, амоній азот, фосфор, залізо, нітрати	Цемент, вапно, фарби, нафтопродукти, важкими метали та інші токсичні речовини
7	Легка	Аерозолі барвників, пил, аміак, пари клею, борна і сірчана кислоти, сажа, ацетон, сульфатна кислота, формальдегід, карбамід, бензол, діоксин сірки, оксид сірки, оксид вуглецю, аміак, пари розчинників: етилацетату, бензолу, ацетону, ксилолу, оксид ванадію, бутилацетат	Вовна, кров, жири, сульфати, сульфіді, хлориди, хромати, луги, кислоти, формалін, пил, аерозолі, полімери, ПАР, органіка, сполуки азоту, метанол, фурфурол, зважені речовини, сполуки фосфору й азоту, нітратів, заліза, цинку, хрому, нікелю, а також легкоспливаючі агресивні речовини, масла, алюміній, сірководень, метанолформальдегід	Хлористий натрій, макулатура, обрізки шовку, вовни, бавовни, лляного волокна, хімічні нитки, штучні і синтетичні волокна
8	Металургійна	Фенол, безен, монооксид вуглецю, діоксид сірки, оксиди азоту, хлоридна кислота, флуоридна кислота, H ₂ S, бенз(а)пірен, сірководень, ціанід, нікель, хром, молібден, смолисті речовини, мідь, алюміній, свинець, цинк, кобальт, оксид карбону, діоксид сульфуру, діоксид карбону, флюор, хлор	Завислі речовини, сульфати, хлориди, сполуки заліза, оксид кальцію та вуглець, феноли, сірководень, піридин, бенз(а)пірен, частки руди, флюосу, коксу, ціаніди, ксантогенати, нафтопродукти, солі важких металів (мідь, цинк, свинець, нікель), сполуки миш'яку, фториди, меркурій, стибій	Брухт, брак, шлак окалина, зола, флюси, стружка, сполуки фосфору та оксиду кальцію, шлами
9	Паливно-енергетична (вугільна, нафтова, газова, електроенергетика)	Оксиди сірки, азоту, сірчаний та сірчистий ангідрид, ванадій, солі натрію, миш'як, двооксид кремнію та кальцію, бензапірен, діоксид азоту, хлор, діоксид сірки, формальдегід, окис вуглецю, нітробензол, п'ятиокис ванадію, ртуть металева, сірководень, селен, берилій, метан	Сірчана кислота, фосфати, хлориди, ванадій, нікель, фтор, феноли і нафтопродукти,	Зола, сажа, паливний шлак, розведені розчини соляної кислоти, натрію, аміаку, солей амонію, заліза, свинець

Додаток В

Перелік використаних методик для виконання робіт з інвентаризації викидів забруднюючих речовин суб'єктами господарювання

Таблиця В.1 - Методики для інвентаризації викидів забруднюючих речовин в результаті діяльності досліджуваних суб'єктів господарювання

№	Район	Суб'єкт господарювання	Методики виконання робіт з інвентаризації викидів ЗР
1	Голосіївський	42.11.Будівництво доріг та автострад	<p><i>1.1. Методики виконання робіт з посиланням на стандарти, нормативи, нормативно-методичну літературу та довідковий матеріал</i></p> <p>1. ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. - Ленинград, 1987.</p> <p>2. Методические указания «Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях РД 62.04.52-05».</p> <p>3. ДСП-173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Київ, 1996.</p> <p>4. Гранично допустимі концентрації(ГДК) та орієнтовано безпечні рівні діяння (ОБРД) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Донецьк, 1998.</p> <p>5. «Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві, К., 1995 р.».</p> <p><i>1.2. Методики, які використовувались при визначенні величин викидів розрахунковим методом</i></p> <p>1. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Донецьк, 2004 р.</p> <p>2. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами, Ленинград, Гидрометеониздат, 1986 г.</p> <p>3. Сборник методик по расчету содержания загрязняющих веществ в выбросах от неорганизованных источников загрязнения атмосферы. Донецк, 1994.</p> <p>4. CORINAIR[2] Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов 2016.</p> <p>5. Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от асфальтобетонных заводов», Москва 1989.</p> <p>6. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами, ВАТ «УкрНТЕК», Донецьк, 1999.</p> <p>7.РД 238 УССР 84001-106-89 Установление допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу предприятиями Минтранса УССР. Киев, 1989.</p>
2	Оболонський	10.11. Виробництво м'яса	<p><i>1.1. Методики, по яких проводились прямі інструментально-лабораторні вимірювання, засоби виміру, їх похибка</i></p>

№	Район	Суб'єкт господарювання	Методики виконання робіт з інвентаризації викидів ЗР
			<p>1. КНД 211.2.3.063-98 Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів. Інструкція.</p> <p>1.2. <i>Методики, які використовувались при визначенні величин викидів розрахунковим методом</i></p> <p>1. Показники емісії викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, Донецьк «УкрНТЕК» Том 1, 2004.</p> <p>2. Методические указания по расчету количественных выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от основного технологического оборудования предприятий агропромышленного комплекса, перерабатывающих сырье животного происхождения (мясокомбинаты, клеевые и желатиновые заводы). Москва, 1987.</p> <p>3. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами, УНЦТЕ, Донецьк, 2004, том-II.</p> <p>4. Руководство по инвентаризации выбросов ЕМЕП/ЕАОС. 6.C.d. Кремация. Сжигание трупов. Сжигание останков, 2009.</p> <p>5. Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами. Затвердженої Держкомстатом України. Вип. ВАТ «УкрНТЕК», 1999.</p>
3	Шевченківський	68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	<p>1.1. <i>Методики виконання робіт з посиланням на стандарти, нормативи, нормативно-методичну літературу та довідковий матеріал</i></p> <p>1. ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. - Ленинград, 1987 г.»</p> <p>2. ДСП-173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Київ, 1996</p> <p>3. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовано безпечні рівні діяння (ОБРД) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Донецьк, 1998</p> <p>4. «Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві, К., 1995 р.»</p> <p>1.2. <i>Методики, по яких проводились прямі інструментально-лабораторні вимірювання, засоби виміру, їх похибка</i></p> <p>1. КНД 211.2.3.063-98 «Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів. Інструкція</p> <p>1.3. <i>Методики, які використовувались при визначенні величин викидів розрахунковим методом</i></p> <p>1. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Донецьк, 2004.</p> <p>2. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів. Затверджено Наказом Держкомстату №452 від 13.11.2008 року.</p> <p>3. Інструкція, затверджена наказом Міністерства транспорту України від 10 лютого 1998 р. № 43 «Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті</p>
4	Дарницький	20.42. Виробництво парфумних і косметичних засобів	<p>1.1. <i>Методики виконання робіт з посиланням на стандарти, нормативи, нормативно-методичну літературу та довідковий матеріал</i></p>

№	Район	Суб'єкт господарювання	Методики виконання робіт з інвентаризації викидів ЗР
			<p>1. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Ленинград, 1987.</p> <p>2. Методические указания «Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях РД 62.04.52-05».</p> <p>3. ДСП-173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Київ, 1996.</p> <p>4. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовано безпечні рівні діяння (ОБРД) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Донецьк, 1998.</p> <p>5. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві, К., 1995 р.</p> <p><i>1.2 Методики, по яких проводились прямі інструментально-лабораторні вимірювання, засоби виміру, їх похибка</i></p> <p>1. КНД 211.2.3.063-98 «Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів. Інструкція».</p> <p><i>1.3. Методики, які використовувались при визначенні величин викидів розрахунковим методом</i> При розрахунках використовувались:</p> <p>1. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами, Донецьк «УкрНТЕК», 2004.</p> <p>2. Сборник методик по расчету содержания загрязняющих веществ в выбросах от неорганизованных источников загрязнения атмосферы. ОАО «УкрНТЭК», Донецк, 1999.</p> <p>3. ГКД 34.02.305-2002 Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення.</p> <p>4. Протокол № 27-08/18 вимірювання змісту забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел від 27.08.2018 року.</p>
5	Дніпровський	26.51. Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації	<p><i>1.1. Методики виконання робіт з посиланням на стандарти, нормативи, нормативно-методичну літературу та довідковий матеріал</i></p> <p>1. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Ленинград, 1987.</p> <p>2. ДСП-173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Київ, 1996.</p> <p>3. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовано безпечні рівні діяння (ОБРД) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Донецьк, 1998.</p> <p>4. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві, Київ, 1995.</p> <p><i>1.2. Методики, по яких проводились прямі інструментально-лабораторні вимірювання, засоби виміру, їх похибка</i></p> <p>1. КНД 211.2.3.063-98 Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів. Інструкція.</p> <p><i>1.3 Методики, які використовувались при визначенні величин викидів розрахунковим методом</i></p>

№	Район	Суб'єкт господарювання	Методики виконання робіт з інвентаризації викидів ЗР
			<p>1. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Донецьк, 2004.</p> <p>2. Протокол №04-04/18 вимірювань вмісту забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел від 4 квітня 2018 року.</p>
6	Деснянський	49.31. Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення	<p><i>1.1. Методики виконання робіт з посиланням на стандарти, нормативи, нормативно-методичну літературу та довідковий матеріал</i></p> <p>1. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві, К., 1995 р.</p> <p>2. ДСП-173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Київ, 1996.</p> <p>3. ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. - Ленинград, 1987.</p> <p>4. Методические указания «Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях РД 62.04.52-05».</p> <p>5. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовано безпечні рівні діяння (ОБРД) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Донецьк, 1998.</p> <p><i>1.2. Методики, по яких проводились прямі інструментально-лабораторні вимірювання, засоби виміру, їх похибка</i></p> <p>1. КНД 211.2.3.063-98 Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів. Інструкція.</p> <p><i>1.3. Методики, які використовувались при визначенні величин викидів розрахунковим методом</i></p> <p>1. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Донецьк «УкрНТЕК» Том III, 2004.</p> <p>2. Монографія В.А. Чикановского Защита атмосферного воздуха от пыли при обработке судов с навалочными и насыпными грузами. Одесса «Астропринт», 2003.</p> <p>3. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Донецьк «УкрНТЕК» Том I, 2004 р.</p> <p>4. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами, Ленинград, Гидрометеиздат, 1986.</p> <p>5. РД 238 УССР 84001-106-89 Установление допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу предприятиями Минтранса УССР. Киев, 1989.</p> <p>6. Протокол № 03-04/19 вимірювань вмісту забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел від 03.04.2019 року.</p>
7	Печерський	56.10 Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування	<p><i>1.1 Методики виконання робіт з посиланням на стандарти, нормативи, нормативно-методичну літературу та довідковий матеріал</i></p> <p>1. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві, К., 1995.</p> <p>2. ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. - Ленинград, 1987 г.».</p>

№	Район	Суб'єкт господарювання	Методики виконання робіт з інвентаризації викидів ЗР
			<p>3. ДСП-173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Київ, 1996.</p> <p>4. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовано безпечні рівні діяння (ОБРД) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Донецьк, 1998.</p> <p>5. Методические указания «Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях РД 62.04.52-05».</p> <p><i>1.2. Методики, по яких проводились прямі інструментально-лабораторні вимірювання, засоби виміру, їх похибка</i></p> <p>1. КНД 211.2.3.063-98 Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів. Інструкція.</p> <p><i>1.3 Методики, які використовувались при визначенні величин викидів розрахунковим методом</i></p> <p>1. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Донецьк, 2004.</p> <p>2. Методические рекомендации по разработке, оформлению и содержанию раздела рабочего проекта «Охрана атмосферного воздуха от загрязнения и удельные выделения и выбросы загрязняющих веществ в атмосферу для предприятий хлебопекарной и макаронной промышленности», Новосибирск, 1990.</p> <p>3. Методические указания по расчеты количественных характеристик выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от основного технологического оборудования рыбоперерабатывающих предприятий, Москва, 1989.</p> <p>4. Протокол № 22-08/18 вимірювання змісту забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел від 22.08.2018 року.</p>
8	Святошинський	47.30 Роздрібна торгівля пальним	<p><i>1.1. Методики виконання робіт з посиланням на стандарти, нормативи, нормативно-методичну літературу та довідковий матеріал</i></p> <p>1. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Ленинград, 1987.</p> <p>2. Методические указания «Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях РД 62.04.52-05».</p> <p>3. ДСП-173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Київ, 1996.</p> <p>4. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовано безпечні рівні діяння (ОБРД) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Донецьк, 1998.</p> <p>5. «Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві, К., 1995 р.».</p> <p><i>1.2. Методики, які використовувались при визначенні величин викидів розрахунковим методом</i></p> <p>1. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами, Ленинград, Гидрометеоздат, 1986.</p>
9	Подільський	81.10. Комплексне обслуговування об'єктів	<p><i>1.1 Методики виконання робіт з посиланням на стандарти, нормативи, нормативно-методичну літературу та довідковий матеріал</i></p>

№	Район	Суб'єкт господарювання	Методики виконання робіт з інвентаризації викидів ЗР
			<p>1. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Ленинград, 1987.</p> <p>2. Методические указания «Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях РД 62.04.52-05».</p> <p>3. ДСП-173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Київ, 1996.</p> <p>4. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовано безпечні рівні діяння (ОБРД) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Донецьк, 1998.</p> <p>5. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві, К., 1995 р.</p> <p><i>1.2. Методики, по яких проводились прямі інструментально-лабораторні вимірювання, засоби виміру, їх похибка</i></p> <p>КНД 211.2.3.063-98 «Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів. Інструкція»</p> <p><i>1.3. Методики, які використовувались при визначенні величин викидів розрахунковим методом</i></p> <p>При розрахунках використовувались:</p> <p>1. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами, Донецьк «УкрНТЕК», 2004 р.</p> <p>2. Методическое пособие по проведению эколого-теплотехнических испытаний котлов, работающих на газе и мазуте», інститут газа Академії наук України, Київ, 1992 р.</p> <p>3. Методика визначення питомих виробничо-технологічних витрат природного газу під час його транспортування газорозподільними мережами» Затверджено Наказом Міністерства палива та енергетики України 30.05.2003 № 264, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 9 липня 2003 р. за №571/7892.</p> <p>4. Протокол №18-03/19 вимірювань вмісту забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел від 18.03.2019 року.</p>
10	Солом'янський	47.11. Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами	<p><i>1.1. Методики виконання робіт з посиланням на стандарти, нормативи, нормативно-методичну літературу та довідковий матеріал</i></p> <p>1. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. - Ленинград, 1987.</p> <p>2. Методические указания «Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях РД 62.04.52-05».</p> <p>3. ДСП-173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Київ, 1996.</p> <p>4. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовано безпечні рівні діяння (ОБРД) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Донецьк, 1998.</p> <p>5. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві, К., 1995 р.</p>

№	Район	Суб'єкт господарювання	Методики виконання робіт з інвентаризації викидів ЗР
			<p><i>1.2. Методики, по яких проводились прямі інструментально-лабораторні вимірювання.</i></p> <p>1. КНД 211.2.3.063-98 Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів. Інструкція</p> <p>2. МВВ 081/12-0161-05 Викиди газопилові промислові. Методика виконання вимірювань масової концентрації речовин у вигляді суспендованих твердих частинок в організованих викидах стаціонарних джерел гравіметричним методом</p> <p>3. Методика фотоколориметрического определения акролеина</p> <p>4. МВВ 081/12-0572-08 Викиди газопилові промислові. Методика виконання вимірювань масової концентрації ацетальдегіду в організованих викидах стаціонарних джерел фотоколориметричним методом</p> <p>5. МВВ 081/12-0574-08 Викиди газопилові промислові. Методика виконання вимірювань масової концентрації лугів їдких (гідроксиду натрію та гідроксиду калію) в організованих викидах стаціонарних джерел титриметричним методом</p> <p><i>1.3. Методики, які використовувались при визначенні величин викидів розрахунковим методом</i></p> <p>1.Методические рекомендации по разработке, оформлению и содержанию раздела рабочего проекта «Охрана атмосферного воздуха от загрязнения и удельные выделения и выбросы загрязняющих веществ в атмосферу для предприятий хлебопекарной и макаронной промышленности», Новосибирск, 1990.</p> <p>2.Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами, ВАТ «УкрНТЕК», Донецьк, 1999.</p> <p>3.Протокол №14-08/19 вимірювань вмісту забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел від 14.08.2019 року.</p>

Додаток Г

**Фрагмент результатів математичної обробки експериментальних даних
для визначення фітотоксичного ефекту атмосферних опадів до та після
впровадження СЕУ**

Контроль НПП «Голосіївський»

Таблиця Г. 1 - Параметри контрольних проб

Кількість насінин	Довжина пагона, мм		
	Проба №1	Проба №1	Проба №1
1	30	30	30
2	21	21	21
3	24	24	24
4	25	25	25
5	18	18	18
6	15	15	15
7	21	21	21
8	38	38	38
9	31	31	31
10	27	27	27
11	32	32	32
12	26	26	26
13	49	49	49
14	17	17	17
15	20	20	20

Таблиця Г. 2 - Середні арифметичні значення ростових параметрів (мм)

Варіант	Довжина пагона		
	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Контроль	26,3	30,0	26,3

Таблиця Г.3 - Математичні розрахунки дисперсії для кожної повторності варіанту

Кількість насінин	Проба №1			Проба №2			Проба №3		
	Н (мм)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	Н (мм)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	Н (мм)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	30	3,7	13,69	18	-12	144	21	-5,3	28,09
2	21	-5,3	28,09	24	-6	36	15	-11,3	127,69
3	24	-2,3	5,29	26	-4	16	17	-9,3	86,49
4	25	-1,3	1,69	52	22	484	25	-1,3	1,69
5	18	-8,3	68,89	21	-9	81	32	5,7	32,49
6	15	-11,3	127,69	34	4	16	51	24,7	610,09
7	21	-5,3	28,09	42	12	144	18	-8,3	68,89
8	38	11,7	136,89	16	-14	196	24	-2,3	5,29
9	31	4,7	22,09	23	-7	49	15	-11,3	127,69
10	27	0,7	0,49	28	-2	4	22	-4,3	18,49
11	32	5,7	32,49	15	-15	225	44	17,7	313,29
12	26	-0,3	0,09	39	9	81	32	5,7	32,49
13	49	22,7	515,29	44	14	196	24	-2,3	5,29
14	17	-9,3	86,49	37	7	49	42	15,7	246,49
15	20	-6,3	39,69	26	-4	16	13	-13,3	176,89
\bar{x}	26,3			30,0			26,3		
$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$			1106,95			1737			1881,35
s^2			73,8			115,8			125,42

Фітотоксичний ефект (%) у контрольній пробі:

Значення довжини пагона у посуді з контрольним субстратом для кожної проби:

$$M_o^1 = 394/15 = 26,27$$

$$M_o^2 = 445/15 = 29,67$$

$$M_o^3 = 395/15 = 26,33$$

Середнє значення довжини пагона у посуді з контрольним субстратом:

$$M_o = (M_o^1 + M_o^2 + M_o^3)/3 = 1234/3 = 411,33$$

1) Голосіївський район (42.11. Будівництво доріг та автострад (СЗЗ – 100 м)

1.1) Результати до впровадження СЕУ

Таблиця Г. 4 - Параметри проб

Кіл-ть насінин	Довжина пагона, мм		
	Проба №1	Проба №1	Проба №1
1	16	13	11
2	19	25	14
3	17	31	30
4	14	23	26
5	22	15	13
6	18	23	24
7	29	14	15
8	13	24	15
9	15	10	12
10	27	32	0
11	34	17	0
12	0	22	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

Таблиця Г. 5 - Середні арифметичні значення ростових параметрів (мм)

До впровадження СЕУ	Довжина пагона		
	Проба №1	Проба №2	Проба №3
	14,9	16,6	10,7

Таблиця Г. 6 - Математичні розрахунки дисперсії для кожної повторності варіанту

Кількість насінин	Проба №1			Проба №2			Проба №3		
	Н (мм)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	Н (мм)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	Н (мм)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	16	1,1	1,21	13	-3,6	12,96	11	0,3	0,09
2	19	4,1	16,81	25	8,4	70,56	14	3,3	10,89
3	17	2,1	4,41	31	14,4	207,36	30	19,3	372,49
4	14	-0,9	0,81	23	6,4	40,96	26	15,3	234,09
5	22	7,1	50,41	15	-1,6	2,56	13	2,3	5,29
6	18	3,1	9,61	23	6,4	40,96	24	13,3	176,89
7	29	14,1	198,81	14	-2,6	6,76	15	4,3	18,49
8	13	-1,9	3,61	24	7,4	54,76	15	4,3	18,49
9	15	0,1	0,01	10	-6,6	43,56	12	1,3	1,69
10	27	12,1	146,41	32	15,4	237,16	0	-10,7	114,49
11	34	19,1	364,81	17	0,4	0,16	0	-10,7	114,49
12	0	-14,9	222,01	22	5,4	29,16	0	-10,7	114,49
13	0	-14,9	222,01	0	-16,6	275,56	0	-10,7	114,49
14	0	-14,9	222,01	0	-16,6	275,56	0	-10,7	114,49
15	0	-14,9	222,01	0	-16,6	275,56	0	-10,7	114,49
\bar{x}	14,9			16,6			10,7		
$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$			1684,95			1573,6			1525,35
s^2			112,33			104,91			101,69

Таблиця Г.7 - Значення помилки середнього арифметичного

До впровадження СЕУ	Помилка середнього арифметичного за ознакою		
	Довжина пагона		
	Проба №1	Проба №2	Проба №3
	2,74	2,64	2,6

Таблиця Г. 8 - Середнє значення дисперсії

Довжина пагона	106,31
----------------	--------

Таблиця Г. 9 - Загальне середнє значення ростових параметрів (мм)

Значення	До впровадження СЕУ
	Довжина пагона
\bar{x}_1	14,9
\bar{x}_2	16,6
\bar{x}_3	10,7
\bar{x}	14,07

Таблиця Г. 10 - Помилка загального середнього арифметичного (довжина коріння)

	m_1	m_2	m_3	m_1^2	m_2^2	m_3^2	$m_1^2 + m_2^2 + m_3^2$	$\sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2}$	\bar{m}
До впровадження СЕУ	2,74	2,64	2,6	7,51	6,97	6,76	21,24	4,61	1,54

Таблиця Г. 11 - Загальне середнє значення і помилка загального середнього арифметичного

Довжина пагона	$14,07 \pm 1,54$
----------------	------------------

Таблиця Г. 12 - Математичні розрахунки t-критерію

До впровад ження СЕУ	\bar{x}_1	\bar{x}_2	$ \bar{x}_1 - \bar{x}_2 $	\bar{m}_1	\bar{m}_2	\bar{m}_1^2	\bar{m}_2^2	$\bar{m}_1^2 + \bar{m}_2^2$	$\sqrt{\bar{m}_1^2 + \bar{m}_2^2}$	$t_{факт}$
	27,53	14,07	13,46	1,53	1,54	2,34	2,37	4,71	2,17	6,2

Математичні розрахунки числа ступенів свободи (за ознакою довжини пагона)

1) для оцінки токсичності проби, що була взята до впровадження СЕУ:

$$k = n - 1 + \frac{2n - 2}{s_1^2 / s_2^2 + s_2^2 / s_1^2} = 15 - 1 + \frac{2 * 15 - 2}{105.01 / 106.31 + 106.31 / 105.01} = 14 + \frac{28}{0.99 + 1.01} = 28$$

Таблиця Г.13 - Значення $t_{факт}$, числа ступенів свободи і t_{st} (при $P=0,05$ та певних значеннях ступенів свободи)

Варіант	Довжина пагона		
	$t_{факт}$	Число ступенів свободи	t_{st}
	6,2	28	2,048

Фітотоксичний ефект (%) до впровадження СЕУ:

$$M_o^1 = 224 / 15 = 14,93$$

$$M_o^2 = 249 / 15 = 16,6$$

$$M_o^3 = 160 / 15 = 10,67$$

$$M_o = 633 / 3 = 211,0$$

$$\Phi E = \frac{M_o - M_x}{M_o} * 100\% = \frac{411,33 - 211,0}{411,33} * 100\% = 48,7$$

1.2) Результати після впровадження СЕУ

Таблиця Г. 14 - Параметри відібраних проб після впровадження СЕУ

Кількість насінин	Довжина пагона, мм		
	Проба №1	Проба №1	Проба №1
1	39	43	38
2	47	42	36
3	19	36	44
4	28	51	17
5	40	55	33
6	22	18	29
7	24	21	24
8	12	24	45
9	19	39	30
10	53	46	16
11	36	0	0
12	41	0	0
13	30	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

Таблиця Г. 15 - Середні арифметичні значення ростових параметрів (мм)

Після впровадження СЕУ	Довжина пагона		
	Проба №1	Проба №2	Проба №3
	27,3	25	20,8

Таблиця Г. 16 - Математичні розрахунки дисперсії для кожної повторності варіанту

Кількість насінин	Проба №1			Проба №2			Проба №3		
	Н (мм)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	Н (мм)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	Н (мм)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	39	11,7	136,89	43	18	324	38	17,2	295,84
2	47	19,7	388,09	42	17	289	36	15,2	231,04
3	19	-8,3	68,89	36	11	121	44	23,2	538,24
4	28	0,7	0,49	51	26	676	17	-3,8	14,44
5	40	12,7	161,29	55	30	900	33	12,2	148,84
6	22	-5,3	28,09	18	-7	49	29	8,2	67,24
7	24	-3,3	10,89	21	-4	16	24	3,2	10,24
8	12	-15,3	234,09	24	-1	1	45	24,2	585,64
9	19	-8,3	68,89	39	14	196	30	9,2	84,64
10	53	25,7	660,49	46	21	441	16	-4,8	23,04
11	36	8,7	75,69	0	-25	625	0	-20,8	432,64
12	41	13,7	187,69	0	-25	625	0	-20,8	432,64
13	30	2,7	7,29	0	-25	625	0	-20,8	432,64
14	0	-27,3	745,29	0	-25	625	0	-20,8	432,64
15	0	-27,3	745,29	0	-25	625	0	-20,8	432,64
\bar{x}	27,3			25			20,8		
$\sum_{i=1}^{\pi} (x_i - \bar{x})^2$			3519,35			6138			4162,4
s^2			234,62			409,2			277,49

Таблиця Г. 17 - Значення помилки середнього арифметичного

Після впровадження СЕУ	Помилка середнього арифметичного за ознакою		
	Довжина пагона		
	Проба №1	Проба №2	Проба №3
	3,95	5,22	4,3

Таблиця Г. 18 - Середнє значення дисперсії

Довжина пагона	307,1
----------------	-------

Таблиця Г. 19 - Загальне середнє значення ростових параметрів (мм)

Значення	До впровадження СЕУ
	Довжина пагона
\bar{x}_1	27,3
\bar{x}_2	25
\bar{x}_3	20,8
\bar{x}	24,37

Таблиця Г.20 - Помилка загального середнього арифметичного (довжина пагона)

	m_1	m_2	m_3	m_1^2	m_2^2	m_3^2	$m_1^2 + m_2^2 + m_3^2$	$\sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2}$	\bar{m}
Після впровадження СЕУ	3,95	5,22	4,3	15,6	27,25	18,49	61,34	7,83	2,61

Таблиця Г. 21 - Загальне середнє значення і помилка загального середнього арифметичного

Довжина пагона	$24,37 \pm 2,61$
----------------	------------------

Таблиця Г.22 - Математичні розрахунки t-критерію

Після впровадження СЕУ	\bar{x}_1	\bar{x}_2	$ \bar{x}_1 - \bar{x}_2 $	\bar{m}_1	\bar{m}_2	\bar{m}_1^2	\bar{m}_2^2	$\bar{m}_1^2 + \bar{m}_2^2$	$\sqrt{\bar{m}_1^2 + \bar{m}_2^2}$	$t_{факт}$
	27,53	24,37	3,16	1,53	2,61	2,34	6,81	9,15	3,02	1,05

Математичні розрахунки числа ступенів свободи (за ознакою довжини пагона)

1) для оцінки токсичності проби, що була взята після впровадження СЕУ:

$$k = n - 1 + \frac{2n - 2}{s_1^2 / s_2^2 + s_2^2 / s_1^2} = 15 - 1 + \frac{2 * 15 - 2}{105.01 / 307.1 + 307.1 / 105.01} = 14 + \frac{28}{0.34 + 2.92} = 14$$

Таблиця Г. 23 - Значення $t_{факт}$, числа ступенів свободи і t_{st} (при P=0,05 та певних значеннях ступенів свободи)

Після впровадження СЕУ	Довжина пагона		
	$t_{факт}$	Число ступенів свободи	t_{st}
	1,05	14	2,145

Фітотоксичний ефект (%) після впровадження СЕУ:

$$M_o^1 = 410/15 = 27,33$$

$$M_o^2 = 375/15 = 25,0$$

$$M_o^3 = 312/15 = 20,8$$

$$M_o = 1097/3 = 365,67$$

$$FE = \frac{M_o - M_x}{M_o} * 100\% = \frac{411,33 - 365,67}{411,33} * 100\% = 11,1$$

Додаток Д

Шляхи потрапляння забруднюючих речовин від діяльності виробничих потужностей суб'єктів господарювання

Таблиця Д.1 – Інвентаризація джерел викидів забруднюючих речовин досліджуваних суб'єктів господарювання

№	СГ	Адміністративно-територіальний район м. Києва	Дільниця СГ	Надходження ЗР в атмосферне повітря	Джерело викидів ЗР (організоване/неорганізоване)	Наявність лабораторії моніторингових досліджень
1.	<i>Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами</i>	Солом'янський	Пекарня	труби (ДВ № 1, 2)	організоване	відсутня
			Кондитерська	труби (ДВ № 3, 4)	організоване	
			Кулінарія	труби (ДВ № 5, 6, 7)	організоване	
			Мийка тари	труби (ДВ № 8)	організоване	
			Торговий зал	-	організоване	
			Компресорна	труби (ДВ № 9, 10, 11, 12)	організоване	
			Рампа для прийому товару з вантажного транспорту	ДВ № 13	пересувне, неорганізоване	
2.	<i>Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації</i>	Дніпровський	Котельні	труби (ДВ №1-4;	організоване	відсутня
			Штампкування	місцева витяжна установка. (ДВ №5) двері робочого приміщення. (ДВ № 6)	організоване неорганізоване	
			Зварювання	двері робочого приміщення. (ДВ №7)	неорганізоване	
			Фарбування	труби (ДВ №8 -10; 12-15) двері виробничого приміщення. (ДВ №11)	організоване неорганізоване	
			Порізка ДСП	двері робочого приміщення. (ДВ №16, 17)	неорганізоване	
			Обробка каменю	пиловиділення відсутнє за рахунок постійної подачі води при роботі верстату	-	
			Збірка	двері виробничого приміщення. (ДВ №18)	неорганізоване	

№	СГ	Адміністративно-територіальний район м. Києва	Дільниця СГ	Надходження ЗР в атмосферне повітря	Джерело викидів ЗР (організоване/неорганізоване)	Наявність лабораторії моніторингових досліджень
			Піскоструйна обробка	циклон ЦН-15	організоване	
3.	<i>Виробництво парфумних і косметичних засобів</i>	Дарницький	Склад сировини	витяжна труба (ДВ №3).	організоване	В наявності
			Варочний цех	витяжні труби (ДВ №№ 4, 5)	організоване	
			Фасувальний цех	витяжні труби (ДВ № 6, 7)	організоване	
			Цех видуву тари	витяжна труба (ДВ №8)	організоване	
			Контроль якості сировини та якості продукції	шафи витяжні ШВ-1 витяжної труби (ДВ №9)	організоване	
			Пост зарядки акумуляторів	двері робочого приміщення (ДВ №10)	неорганізоване	
			Мийка тари	витяжна труба (ДВ № 12)	організоване	
4.	<i>Комплексне обслуговування об'єктів</i>	Подільський	Відвід димових газів	труби (ДВ №№1, 2, 3)	організоване	відсутня
			Шафовий газорегуляторний пункт	ЗСК (ДВ №4 залпове)	організоване	
			Продувка обладнання ШРП	свічки (ДВ №№5, 6 залпове)	організоване	
5.	<i>Діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування</i>	Печерський	Кухня	вентиляційні труби (ДВ №1 ,2,3)	організоване	відсутня
			Кондитерський цех	труба (ДВ 4)	організоване	
			Охолоджуючі установки	двері цокольного поверху (ДВ№ 5)	неорганізоване	
6.	<i>Роздрібна торгівля пальним</i>	Святошинський	Підземні двохстінні металеві резервуари	дихальні клапани типу СМДК-50 (ДВ №1, 2)	організоване	відсутня
			Колонка двостороння	паливо-роздавальні пістолети (ДВ № 3, 4, 5, 6);	організоване	

№	СГ	Адміністративно-територіальний район м. Києва	Дільниця СГ	Надходження ЗР в атмосферне повітря	Джерело викидів ЗР (організоване/неорганізоване)	Наявність лабораторії моніторингових досліджень
7.	<i>Будівництво доріг та автострад</i>	Голосіївський	Склад пересипки та зберігання щебню, гранвідсіву та піску	двері складу (ДВ №1)	неорганізоване	відсутня
			Відкритий склад сипучих матеріалів	двері складу (ДВ №2)	неорганізоване	
			Склад асфальтобетонного грануляту	двері складу (ДВ №3)	неорганізоване	
			Приймальний бункер щебня та гранвідсіву	двері бункеру(ДВ №4)	неорганізоване	
			Конвеєрна стрічка для щебня та гранвідсіву	двері (ДВ №5)	неорганізоване	
			Похилий конвеєр	двері (ДВ №6)	неорганізоване	
			Наземні горизонтальні ємності з масляним підігрівом для зберігання бітуму	дихальний клапан (ДВ №7)	організоване	
			Маслонагрівальна станція	димову трубу (ДВ №8)	організоване	
			перевантаженні мінерального порошку до силосів	труби у верхній частині силосу (ДВ №9, 10)	організоване	
			Автоматична установка целюлозних добавок	труба силосу (ДВ № 11)	організоване	

№	СГ	Адміністративно-територіальний район м. Києва	Дільниця СГ	Надходження ЗР в атмосферне повітря	Джерело викидів ЗР (організоване/неорганізоване)	Наявність лабораторії моніторингових досліджень
			Сушильний барабан	труба (ДВ №12)	організоване	
			Вивантаження пилу з рукавного фільтру до автотранспорту	труба ДВ №13	неорганізоване	
			Бункер готового асфальту	труба ДВ №14	неорганізоване	
			Бетонозмішувальна установка	труба ДВ №15	неорганізоване	
			Прямий конвеєр	труба ДВ №16	неорганізоване	
			Похилий конвеєр	труба ДВ №17	неорганізоване	
			силос зберігання цементу	труба ДВ №18	неорганізоване	
			Виготовлення бетонних розчинів	труба ДВ №19	неорганізоване	
			Приймальні бункери агрегату живлення ґрунтозмішувальної установки	труба ДВ №20	неорганізоване	
			Пересипка сумішей з бункерів на конвеєрну стрічку	труба ДВ №21	неорганізоване	
			Пересипка до ґрунтозмішувальної установки	труба ДВ №22	неорганізоване	

№	СГ	Адміністративно-територіальний район м. Києва	Дільниця СГ	Надходження ЗР в атмосферне повітря	Джерело викидів ЗР (організоване/неорганізоване)	Наявність лабораторії моніторингових досліджень
			Завантаження цементу до силосу зберігання	труба у верхній частині силосу (ДВ №23)	організоване	
			Виготовлення холодної асфальтобетонної суміші	труба ДВ №24	неорганізоване	
			Дільниця заправки автомобілів	труба ДВ №25, 26	організоване	
			Стоянка для автомобілів	труба ДВ №27, 28	пересувне, неорганізоване	
8.	Виробництво м'яса	Оболонський	Опалення прохідної	труба ДВ №1	Організоване	відсутня
			Топкова забійного цеху	труба ДВ №2	Організоване	
			Цех ошпарювання туш	труба ДВ№3, ДВ№4	Організоване	
			Мийка машин та тари	труба ДВ№5	Організоване	
			Забійний цех	Труба ДВ №6, ДВ №7	організоване	
			Цех заточки інструментів	Дверний отвір ДВ№8	неорганізоване	
			Цех обпалювання шерсті	труба ДВ№9	Організоване	
			Цех охолодження продукції	труба ДВ№10, ДВ №11	Організоване	
			Ковбасний цех	труба ДВ№12	Організоване	
			Цех виготовлення копчених виробів	труба ДВ№13	Організоване	

№	СГ	Адміністративно-територіальний район м. Києва	Дільниця СГ	Надходження ЗР в атмосферне повітря	Джерело викидів ЗР (організоване/неорганізоване)	Наявність лабораторії моніторингових досліджень
			Приміщення дезінфекції тари	труба ДВ№14	Організоване	
			Транспортування виготовленої продукції	ДВ №15	пересувне	
9.	<i>Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення</i>	Деснянський	Паливно-роздавальна колонка	ДВ№1	неорганізоване	відсутня
			Залив пального з автоцистерн	ДВ №2, ДВ№3	неорганізоване	
			Стоянка гаражного типу	ДВ №4	пересувне	
			Зварювальний пост	труба ДВ №5	організоване	
			Пост газорізки	труба ДВ №6	організоване	
			Пост зарядки акумуляторів свинцевих (кислотних)	труба ДВ №7	організоване	
			Кузня	труба ДВ №8	організоване	
			Наземні резервуари для зберігання дизельного палива ємністю 75, 25, 25, 50, 50, 10, 10, 10 м ³	дихальні клапани ДВ №9, ДВ №10, ДВ №11, ДВ №12, ДВ №13, ДВ №14, ДВ №15, ДВ №16	неорганізоване	
			Чотири резервуари для зберігання масла ємністю 5 м ³	дихальні клапани ДВ №17, ДВ №18, ДВ №19, ДВ №20	неорганізоване	

№	СГ	Адміністративно-територіальний район м. Києва	Дільниця СГ	Надходження ЗР в атмосферне повітря	Джерело викидів ЗР (організоване/неорганізоване)	Наявність лабораторії моніторингових досліджень
10	Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна	Шевченківський	обігріву приміщень	Труби ДВ №1-3	організоване	відсутня
			Дільниця розпилу дерева	двері виробничого приміщення ДВ №4	неорганізоване	
			Приміщення пайки поліпропіленових труб	примусова витяжна вентиляція ДВ №5	організоване	
			Акумуляторна дільниця	примусова витяжна вентиляція ДВ №6	організоване	
			Приміщення збірки	примусова витяжна вентиляція ДВ №7	організоване	
			Приміщення пайки металевих деталей	примусова витяжна вентиляція ДВ №8	організоване	
			Майстерня механічної обробки металу та зварювання	двері виробничого приміщення ДВ №9	неорганізоване	
			Цех термопластичної обробки	вентиляційні труби ДВ №10, ДВ №11	організоване	
			Дільниця ремонтно-будівельних робіт	труба бензогенератора ДВ №12.	організоване	
			Стоянка автомобілей	ДВ №13	пересувне	

Додаток Е

Визначення значення групового показника екологічної результативності (ЕА)

Таблиця Е.1 – Результати дослідження окремих чинників об'єднуючого показника «Сировина – ЕА(Р)»

№ СГ	Склад сировини, включаючи наявність шкідливих речовин, %			ЕА(Р) ₁	Токсичні речовини в технологічних процесах, %			ЕА(Р) ₂	Матеріали, які використовуються повторно, %			ЕА(Р) ₃	Впроваджена СЕУ у постачальників сировини, %			ЕА(Р) ₄	ЕА(Р)
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		
1	72	64	8	0,65	41	35	6	0,69	12	20	8	0,81	50	50	0	0,50	0,66
2	64	38	26	1,00	27	25	2	0,56	6	11	5	0,69	-	-	-	0,50	0,69
3	68	61	7	0,64	48	42	6	0,69	18	24	6	0,73	-	-	-	0,50	0,64
4	76	53	23	0,94	81	75	6	0,69	14	25	11	0,92	15	23	8	0,60	0,79
5	34	22	12	0,73	42	38	4	0,63	14	17	3	0,62	-	-	-	0,50	0,62
6	85	81	4	0,58	34	29	5	0,66	13	26	13	1,00	5	10	5	0,56	0,70
7	12	8	4	0,58	39	23	16	1,00	17	22	5	0,69	-	-	-	0,50	0,69
8	92	88	4	0,58	42	31	11	0,84	12	18	6	0,73	40	80	40	1,00	0,79
9	83	83	0	0,50	95	90	5	0,66	10	10	0	0,50	-	-	-	0,50	0,54
10	53	46	7	0,64	15	10	5	0,66	7	15	8	0,81	8	16	8	0,60	0,67
Максимальне значення			26				16				13				40		
Мінімальне значення			0				2				0				0		

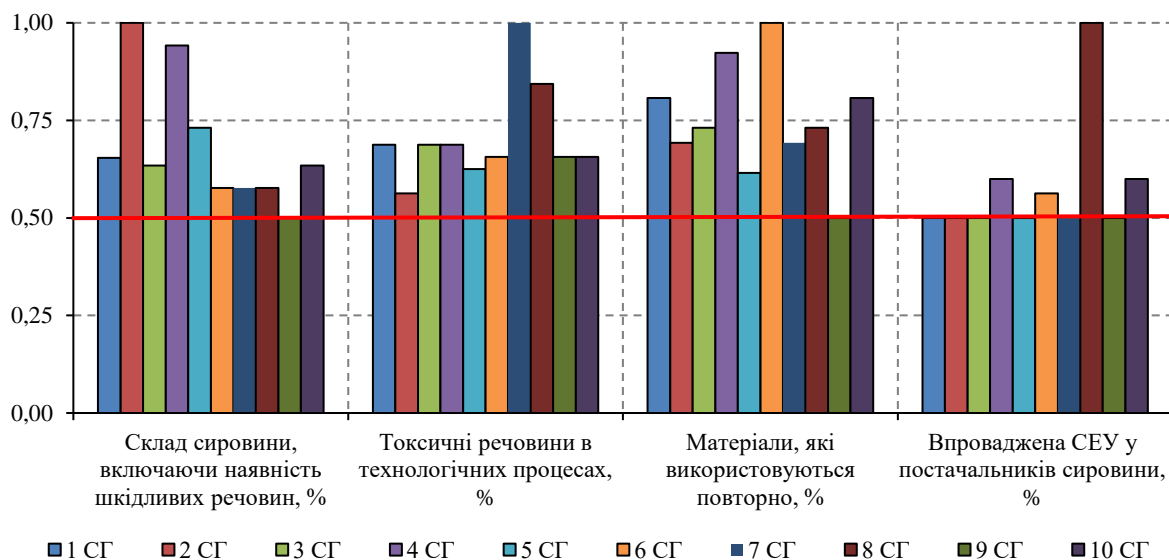


Рисунок Е.1 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника «Сировина – $EA(R)$ »

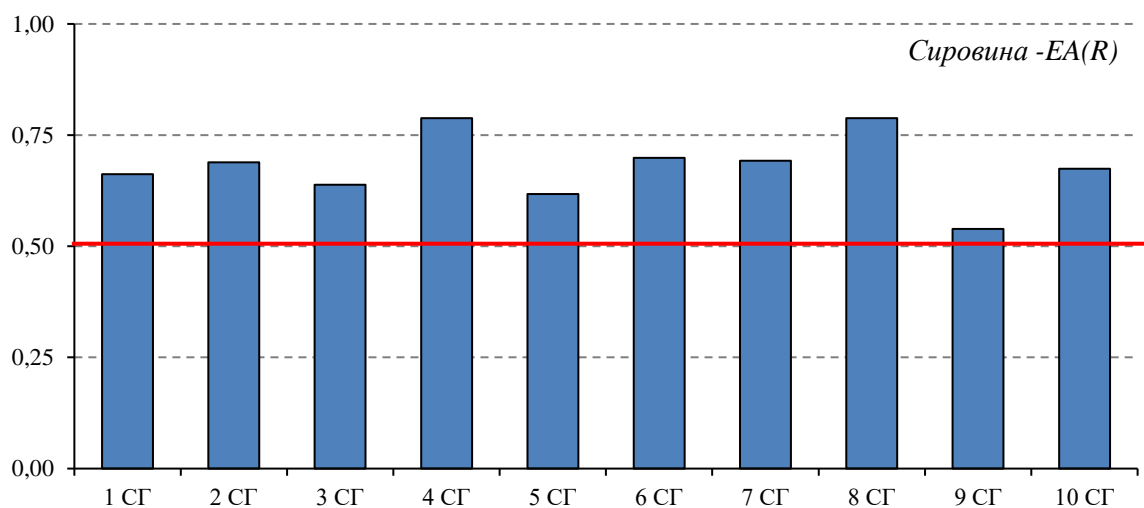


Рисунок Е.2 – Аналіз організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання за об'єднуючим показником «Сировина – $EA(R)$ »

Таблиця Е.2 – Результати дослідження окремих чинників об'єднуючого показника «Продукція - $EA(P)$ »

№ СГ	Технології утилізації упаковки/продукції, од.			$EA(P)_1$	Вода, яка використовується на одиницю продукції, m^3			$EA(P)_2$	Електроенергія, яка використовується на одиницю продукції, кВт			$EA(P)_3$	Продукція, яка після закінчення терміну служби може бути використана чи відновлена, %			$EA(P)_4$	$EA(P)$
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		
1	1	1	0	0,50	40,31	25,74	14,57	0,90	44,40	34,10	10,30	0,96	20	30	10	0,83	0,80
2	1	1	0	0,50	35,86	26,31	9,55	0,76	52,10	43,20	8,90	0,90	70	85	15	1,00	0,79
3	1	1	0	0,50	36,99	26,73	10,26	0,78	53,20	42,10	11,10	1,00	30	37	7	0,73	0,75
4	1	3	2	1,00	47,47	29,32	18,15	1,00	46,10	39,80	6,30	0,78	65	78	13	0,93	0,93
5	1	1	0	0,50	49,62	34,77	14,85	0,91	57,10	47,40	9,70	0,94	37	43	6	0,70	0,76
6	1	1	0	0,50	41,27	29,39	11,88	0,83	52,30	48,90	3,40	0,65	25	28	3	0,60	0,65
7	1	1	0	0,50	31,25	22,80	8,45	0,73	40,00	34,70	5,30	0,74	73	84	11	0,87	0,71
8	1	1	0	0,50	35,20	28,66	6,54	0,68	47,60	42,80	4,80	0,72	35	40	5	0,67	0,64
9	1	1	0	0,50	34,01	25,74	8,27	0,73	48,20	45,60	2,60	0,62	35	40	5	0,67	0,63
10	1	1	0	0,50	31,63	26,44	5,19	0,64	50,00	45,30	4,70	0,71	60	75	15	1,00	0,71
Максимальне значення			2				18,15				11,10				15		
Мінімальне значення			0				5,19				2,60				3		

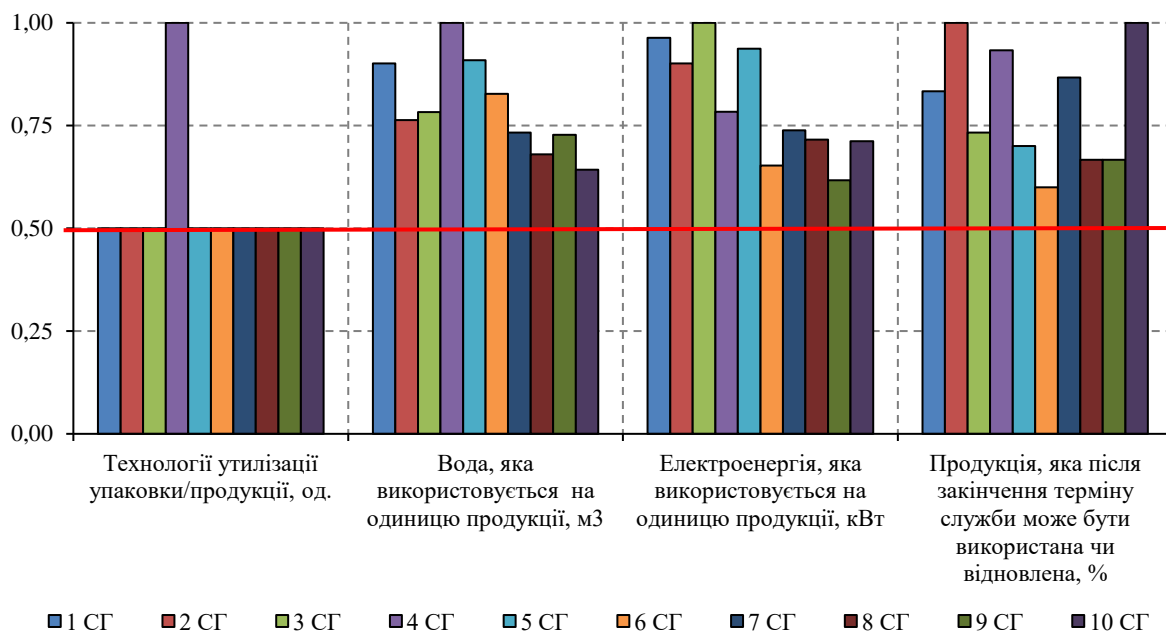


Рисунок Е.3 – Порівняльний аналіз окремих показників об'єднуючого показника «Продукція – $EA(P)$ »

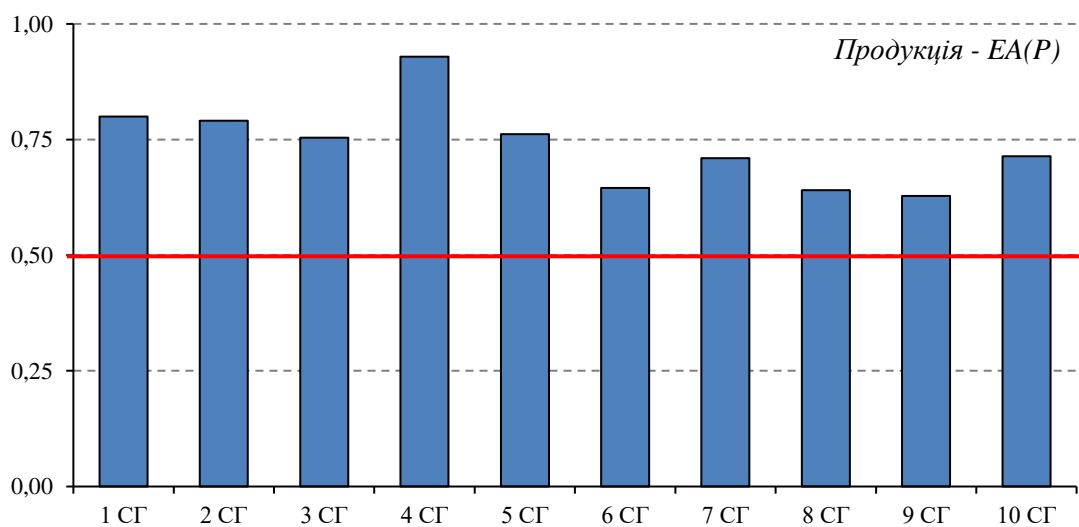


Рисунок Е.4 – Аналіз об'єднуючого показника «Продукція – $EA(P)$ » за суб'єктами господарювання

Таблиця Е.3 – Результати дослідження окремих чинників об'єднуючого показника «Постачання - EA(S)»

№ СГ	Вантажні перевезення транспортними засобами, од.			EA(S) ₁	Витрати палива транспортним парком, тис.г			EA(S) ₂	Транспортні засоби обладнані технологічними пристроями для зниження шкідливих викидів, од.			EA(S) ₃	EA(S)
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		
1	21	21	0	0,50	52,5	46,2	6,3	0,55	5	7	2	0,70	0,58
2	8	6	2	1,00	12,4	11	1,4	0,51	1	6	5	1,00	0,84
3	14	14	0	0,50	10	80	-70	0,00	8	12	4	0,90	0,47
4	4	4	0	0,50	100	88	12	0,59	1	4	3	0,80	0,63
5	2	2	0	0,50	1,4	1,1	0,3	0,50	2	2	0	0,50	0,50
6	59	59	0	0,50	309,75	250,62	59,13	0,92	10	15	5	1,00	0,81
7	4	4	0	0,50	10	9	1	0,51	2	3	1	0,60	0,54
8	6	6	0	0,50	14,7	12,5	2,2	0,52	3	3	0	0,50	0,51
9	2	2	0	0,50	0,7	0,5	0,2	0,50	1	1	0	0,50	0,50
10	38	38	0	0,50	475	418	57	0,91	7	11	4	0,90	0,77
Максимальне значення			2				59,13				5		
Мінімальне значення			0				-70				0		

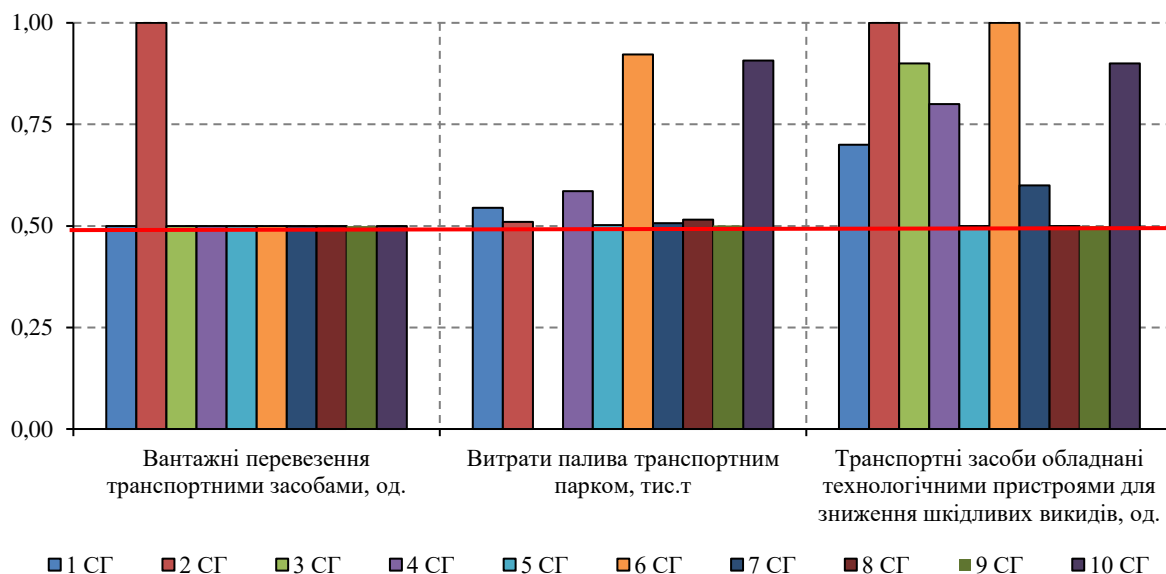


Рисунок Е.5 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника «Постачання – $EA(S)$ »

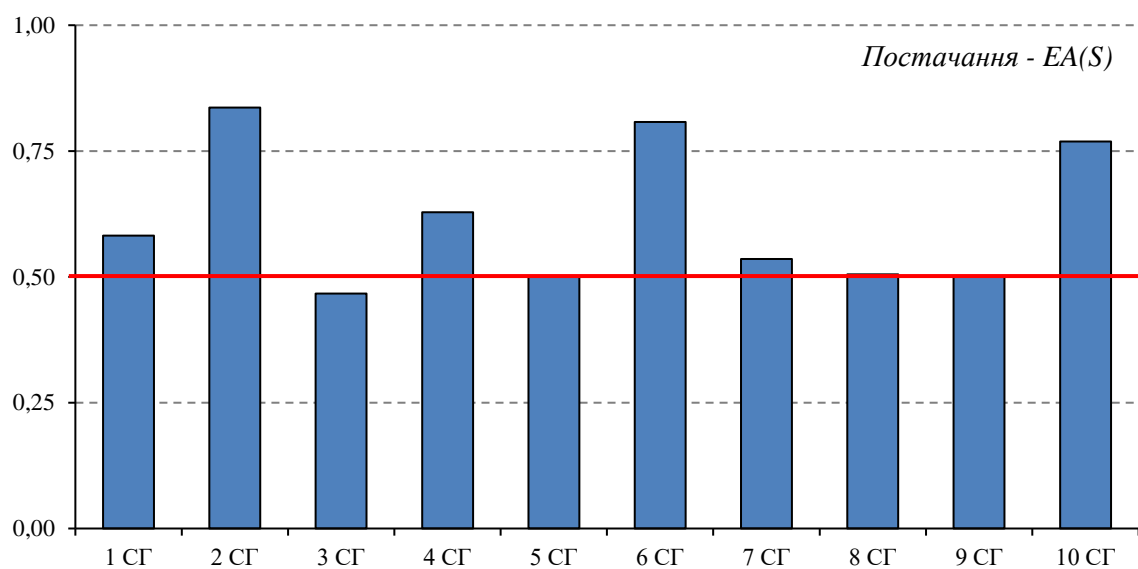


Рисунок Е.6 – Аналіз об'єднуючого показника «Постачання – $EA(S)$ » за суб'єктами господарювання

Таблиця Е.4 – Результати дослідження по об'єднуючому показнику «Технології і обладнання – $EA(TE)$ »

№ СГ	Впровадження нових технологій, од.			$EA(TE)_1$	Застосування нового, більш еколого-економічного обладнання, од.			$EA(TE)_2$	$EA(TE)$
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		
1	1	3	2	0,70	10	40	30	0,88	0,79
2	4	5	1	0,60	10	20	10	0,63	0,61
3	2	3	1	0,60	10	30	20	0,75	0,68
4	3	8	5	1,00	20	60	40	1,00	1,00
5	1	2	1	0,60	5	15	10	0,63	0,61
6	1	1	0	0,50	20	45	25	0,81	0,66
7	1	4	3	0,80	10	30	20	0,75	0,78
8	1	3	2	0,70	10	30	20	0,75	0,73
9	1	2	1	0,60	10	10	0	0,50	0,55
10	2	6	4	0,90	20	40	20	0,75	0,83
Максимальне значення			5				40		
Мінімальне значення			0				0		

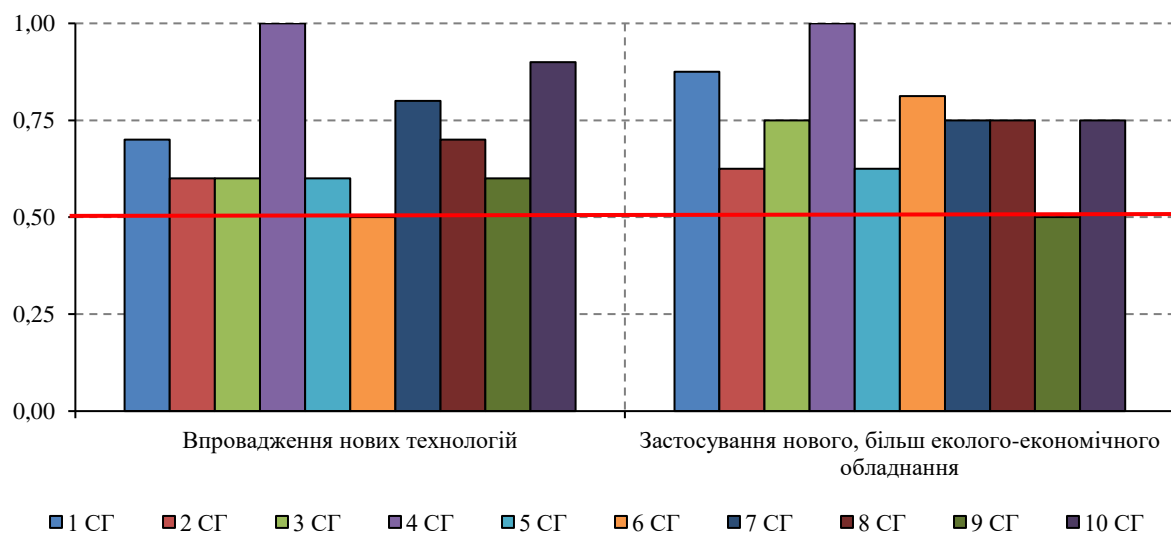


Рисунок Е.7 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника «Технології і обладнання – $EA(TE)$ »

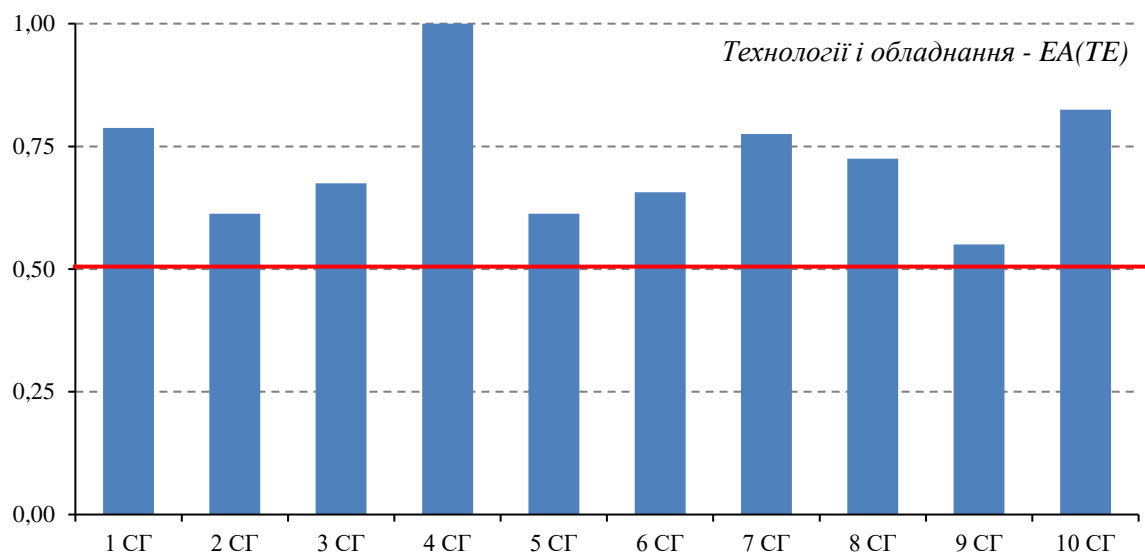


Рисунок Е.8 – Аналіз об'єднуючого показника «Технології і обладнання – $EA(TE)$ » за суб'єктами господарювання

Додаток Є

Визначення значення групового показника ефективності управління (ЕМ)

Таблиця Є.1 – Результати дослідження по об'єднуючому показнику «Виробництво – ЕМ(А)»

№ СГ	Аварії на виробництві, од.			$EM(A)_1$	Нещасні випадки на виробництві, од.			$EM(A)_2$	Тренування для забезпечення готовності до аварійних ситуацій, од.			$EM(A)_3$	$EM(A)$
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		
1	2	1	1	0,56	5	3	2	0,83	0	1	1	0,75	0,72
2	0	0	0	0,50	1	3	-2	0,17	0	1	1	0,75	0,47
3	1	1	0	0,50	2	4	-2	0,17	1	1	0	0,50	0,39
4	4	2	2	0,63	2	0	2	0,83	2	2	0	0,50	0,65
5	2	0	2	0,63	0	0	0	0,50	1	1	0	0,50	0,54
6	17	9	8	1,00	1	1	0	0,50	2	2	0	0,50	0,67
7	3	2	1	0,56	4	1	3	1,00	2	2	0	0,50	0,69
8	1	1	0	0,50	0	0	0	0,50	2	4	2	1,00	0,67
9	2	1	1	0,56	2	1	1	0,67	1	2	1	0,75	0,66
10	7	9	-2	0,38	7	5	2	0,83	1	2	1	0,75	0,65
Максимальне значення			8				3				2		
Мінімальне значення			-2				-2				0		

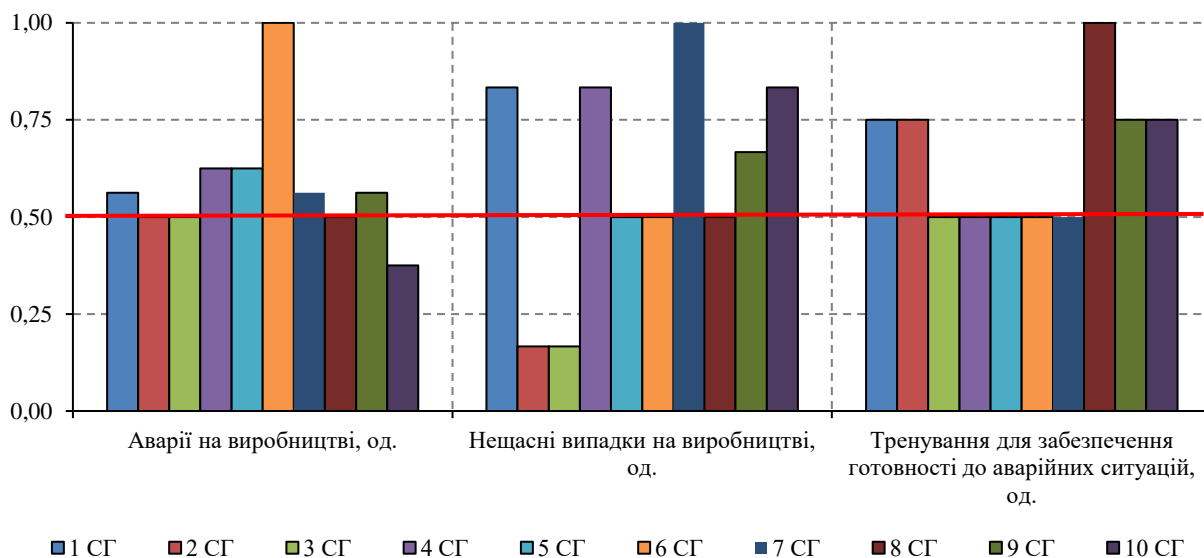


Рисунок С.1 – Порівняльний аналіз окремих показників об'єднуючого показника «Виробництво – $EM(A)$ »

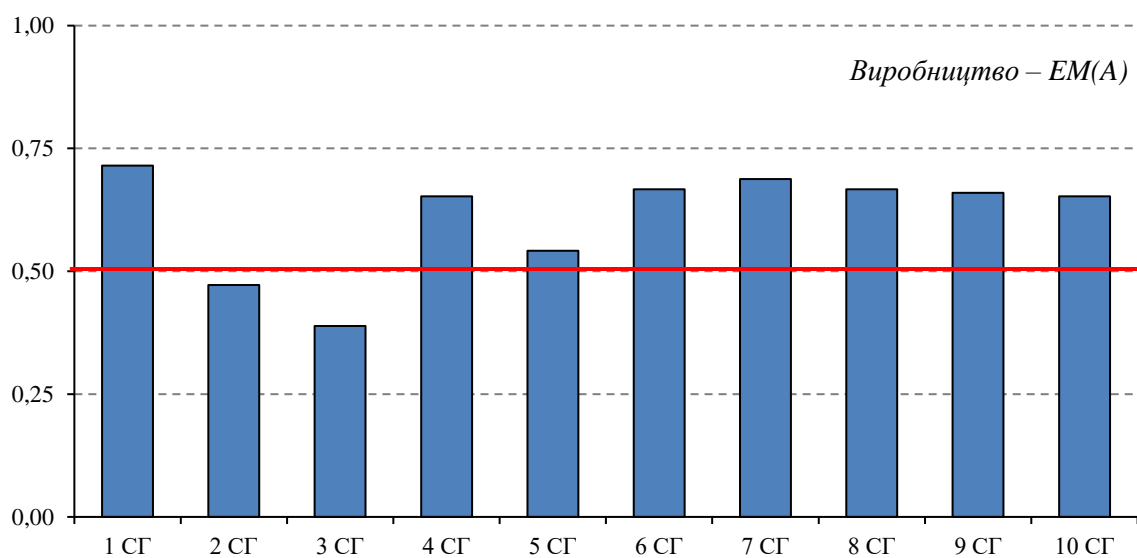


Рисунок С.2 – Аналіз об'єднуючого показника «Виробництво – $EM(A)$ » за суб'єктами господарювання

Таблиця Є.2 – Результати дослідження за об'єднуючим показником «Фінанси – $EM(F)$ »

№ СГ	Наявність штрафних санкцій за порушення екологічних нормативів, од.			$EM(F)_1$	Мотивація персоналу (премії), тис.грн.			$EM(F)_2$	Суттєві екологічні аспекти, тис.грн.			$EM(F)_3$	Економія досягнута в результаті впровадження СЕУ, тис.грн.			$EM(F)_4$	Обладнання підприємства, тис.грн.			$EM(F)_5$	Природоохоронні заходи, тис.грн.			$EM(F)_6$	Навчання та підвищення кваліфікації працівників, тис.грн.			$EM(F)_7$	Витрати на екологічні проекти та наукові дослідження, тис.грн.			$EM(F)_8$	$EM(F)$
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		
1	2	1	1	0,75	0	100	100	0,64	12	30	18	0,56	10	4	6	0,83	10	40	30	0,88	0	3	3	0,69	0	15	15	0,75	0	2	2	0,67	0,72
2	1	1	0	0,50	0	50	50	0,57	5	9	4	0,51	2	2	0	0,50	10	20	10	0,63	0	2	2	0,63	0	15	15	0,75	0	0	0	0,50	0,57
3	4	2	2	1,00	0	20	20	0,53	12	18	6	0,52	14	5	9	1,00	10	30	20	0,75	0	2	2	0,63	0	15	15	0,75	0	0	0	0,50	0,71
4	3	2	1	0,75	0	200	200	0,79	100	250	150	1,00	15	6	9	1,00	20	60	40	1,00	0	5	5	0,81	5	25	20	0,83	4	10	6	1,00	0,90
5	0	0	0	0,50	0	50	50	0,57	13	21	8	0,53	12	9	3	0,67	5	15	10	0,63	0	3	3	0,69	0	15	15	0,75	0	0	0	0,50	0,60
6	5	3	2	1,00	0	150	150	0,71	11	50	39	0,63	16	13	3	0,67	20	45	25	0,81	0	3	3	0,69	0	15	15	0,75	0	0	0	0,50	0,72
7	1	1	0	0,50	0	120	120	0,67	16	24	8	0,53	25	22	3	0,67	10	30	20	0,75	0	5	5	0,81	0	15	15	0,75	0	0	0	0,50	0,65
8	6	4	2	1,00	0	50	50	0,57	15	40	25	0,58	11	8	3	0,67	10	30	20	0,75	0	4	4	0,75	0	15	15	0,75	0	3	3	0,75	0,73
9	1	1	0	0,50	0	7	7	0,51	10	20	10	0,53	7	5	2	0,61	10	10	0	0,50	0	2	2	0,63	0	10	10	0,67	0	0	0	0,50	0,56
10	0	0	0	0,50	0	350	350	1,00	13	35	22	0,57	30	23	7	0,89	20	40	20	0,75	0	8	8	1,00	0	30	30	1,00	0	0	0	0,50	0,78
Максимальне значення	2				350				150				9				40				8				30				6				
Мінімальне значення	0				7				4				0				0				2				10				0				

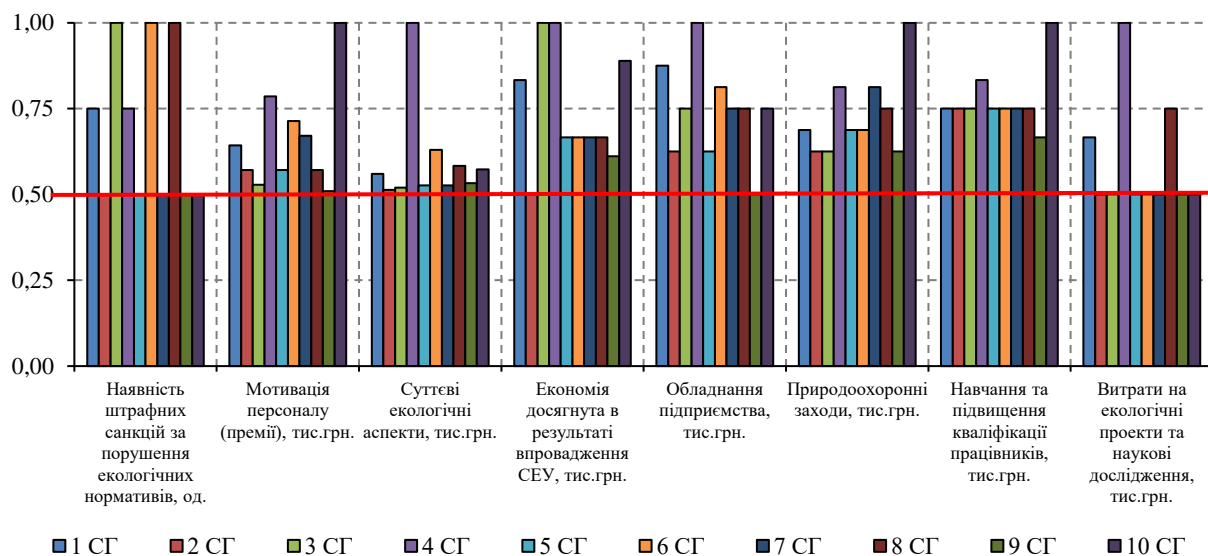


Рисунок Є.3 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника «Фінанси – $EM(F)$ »

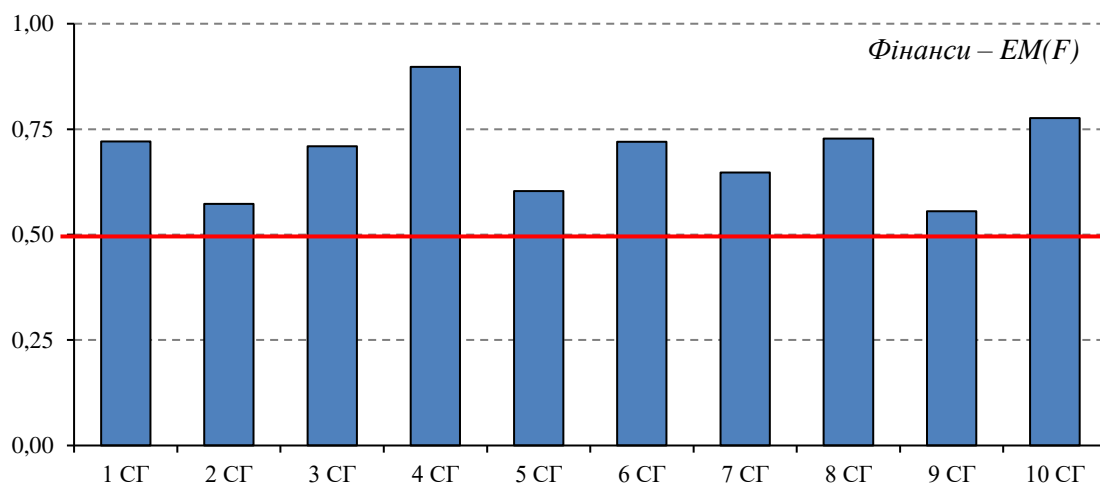


Рисунок Є.4 – Аналіз об'єднуючого показника «Фінанси – $EM(F)$ » за суб'єктами господарювання

Таблиця Є.3 – Результати дослідження по об'єднуючому показнику «Документація та функціонування СЕУ – *EM(D)*»

№ СГ	Екологічні цільові і планові показники, од.			<i>EM(D)</i> ₁	Досягнення цільових і планових показників екологічної програми, од.			<i>EM(D)</i> ₂	Досягнення цілей екологічної політики, %			<i>EM(D)</i> ₃	Екологічний аудит, од.			<i>EM(D)</i> ₄	Процедури, од.			<i>EM(D)</i> ₅	Моніторинг, од.			<i>EM(D)</i> ₆	<i>EM(F)</i>
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		
1	0	3	3	0,71	10	9	-1	0,33	6	8	2	0,70	2	2	0	0,50	1	5	4	1,00	0	0	0	0,50	0,62
2	0	3	3	0,71	12	12	0	0,50	3	6	3	0,80	2	1	1	1,00	1	4	3	0,88	0	0	0	0,50	0,73
3	0	5	5	0,86	9	9	0	0,50	6	7	1	0,60	2	2	0	0,50	1	5	4	1,00	0	0	0	0,50	0,66
4	0	7	7	1,00	16	19	3	1,00	6	9	3	0,80	2	1	1	1,00	3	7	4	1,00	1	2	1	1,00	0,97
5	0	1	1	0,57	11	11	0	0,50	3	5	2	0,70	2	1	1	1,00	1	5	4	1,00	0	1	1	1,00	0,80
6	0	2	2	0,64	12	12	0	0,50	6	7	1	0,60	2	1	1	1,00	1	2	1	0,63	0	0	0	0,50	0,64
7	0	1	1	0,57	9	10	1	0,67	4	7	3	0,80	2	2	0	0,50	1	3	2	0,75	0	0	0	0,50	0,63
8	0	3	3	0,71	6	7	1	0,67	3	8	5	1,00	2	2	0	0,50	2	4	2	0,75	0	1	1	1,00	0,77
9	0	1	1	0,57	9	8	-1	0,33	3	6	3	0,80	2	3	-1	0,00	1	2	1	0,63	0	0	0	0,50	0,47
10	0	6	6	0,93	17	17	0	0,50	9	9	0	0,50	2	2	0	0,50	1	5	4	1,00	0	1	1	1,00	0,74
Максимальне значення			7				3				5				1				4				1		
Мінімальне значення			1				-1				0				-1				1				0		

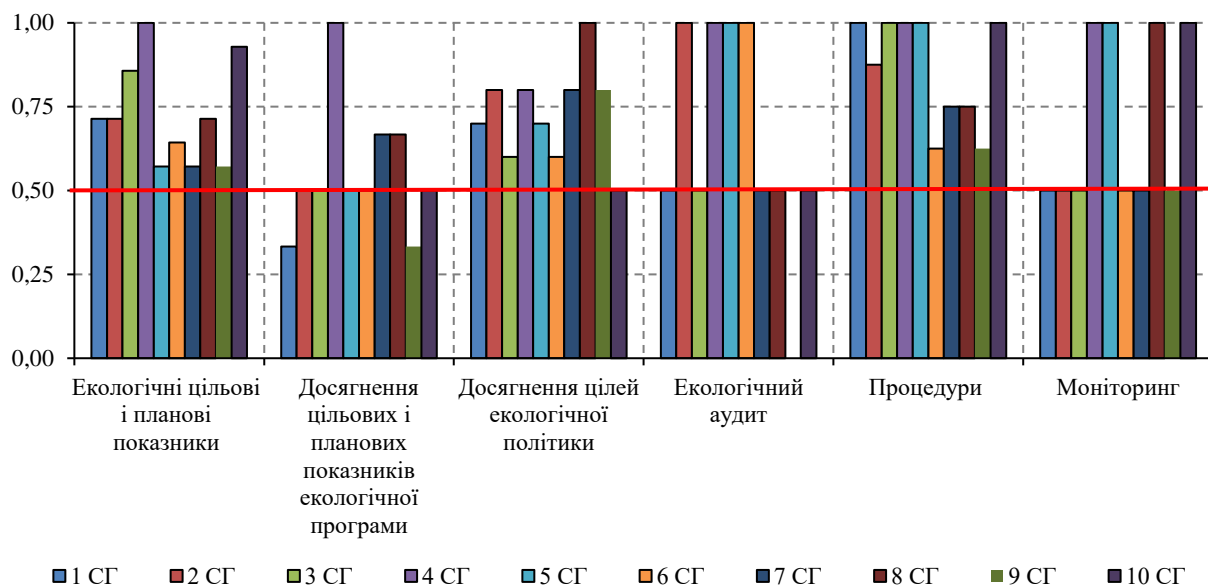


Рисунок Є.5 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника «Документація та функціонування СЕУ – $EM(D)$ »

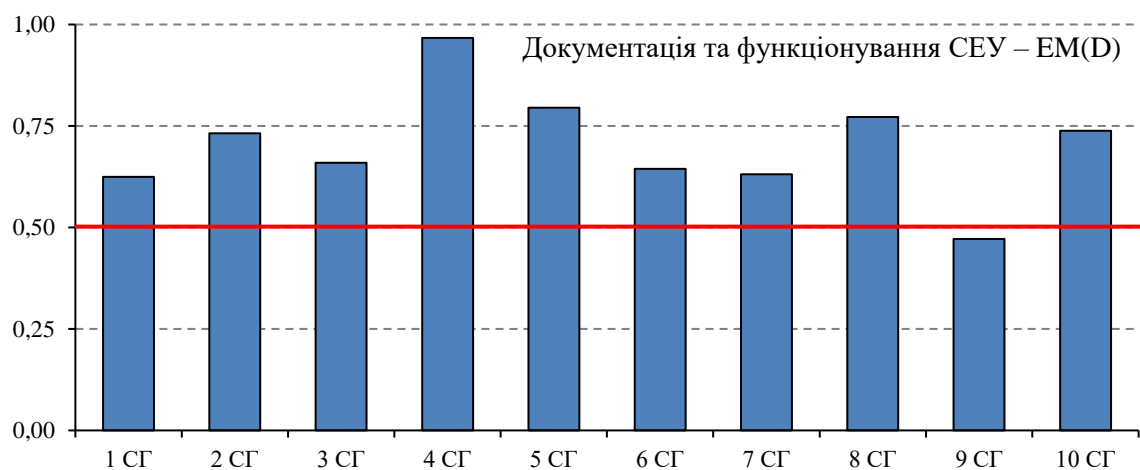


Рисунок Є.6 – Аналіз групового критерію «Документація та функціонування СЕУ – $EM(D)$ » за суб'єктами господарювання

Таблиця Є.4 – Результати дослідження по об'єднуючому показнику «Персонал – $EM(Per)$ »

№ СГ	Екологічні курси, чол.			$EM(D)_1$	Курси підвищення кваліфікації, чол.			$EM(D)_2$	Впровадження у виробництво, од.			$EM(D)_3$	Досвід працівників, чол.			$EM(D)_4$	Освіта працівників, чол.			$EM(D)_5$	Результати тестування та перевірки знань працівників, чол.			$EM(D)_6$	$EM(F)$
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		
1	0	7	7	0,63	5	7	2	0,59	1	3	2	1,00	34	34	0	0,50	7	8	1	0,57	8	8	0	0,50	0,63
2	0	8	8	0,64	2	4	2	0,59	0	0	0	0,50	12	12	0	0,50	8	8	0	0,50	8	8	0	0,50	0,54
3	0	12	12	0,71	3	5	2	0,59	0	0	0	0,50	12	12	0	0,50	12	12	0	0,50	12	14	2	0,83	0,61
4	0	28	28	1,00	15	26	11	1,00	1	2	1	0,75	61	62	1	0,58	165	169	4	0,79	165	168	3	1,00	0,85
5	0	10	10	0,68	5	9	4	0,68	1	1	0	0,50	36	38	2	0,67	45	47	2	0,64	45	45	0	0,50	0,61
6	0	5	5	0,59	6	8	2	0,59	2	4	2	1,00	112	115	3	0,75	34	35	1	0,57	34	34	0	0,50	0,67
7	0	5	5	0,59	3	5	2	0,59	0	0	0	0,50	21	19	-2	0,33	32	33	1	0,57	32	31	-1	0,33	0,49
8	0	4	4	0,57	0	0	0	0,50	0	0	0	0,50	5	5	0	0,50	5	5	0	0,50	5	6	1	0,67	0,54
9	0	0	0	0,50	5	7	2	0,59	0	0	0	0,50	2	2	0	0,50	2	2	0	0,50	2	1	-1	0,33	0,49
10	0	15	15	0,77	12	22	10	0,95	1	2	1	0,75	156	150	-6	0,00	205	198	-7	0,00	205	205	0	0,50	0,50
Максимальне значення			28				11				2				1				4				3		
Мінімальне значення			0				0				0				-1				-7				-1		

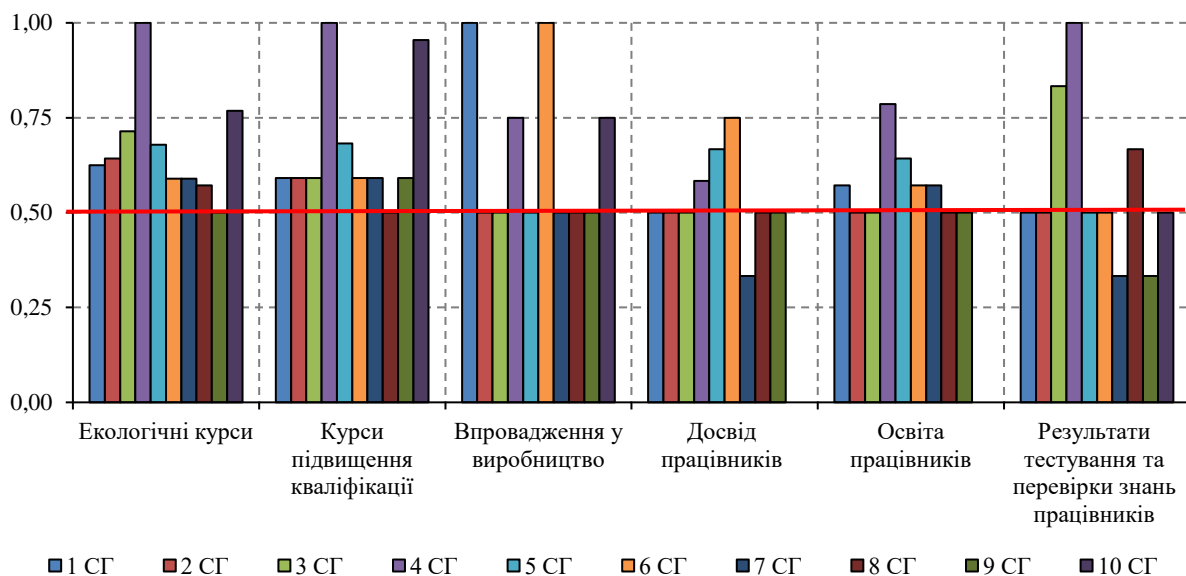


Рисунок Є.7 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника «Персонал – $EM(Per)$ »

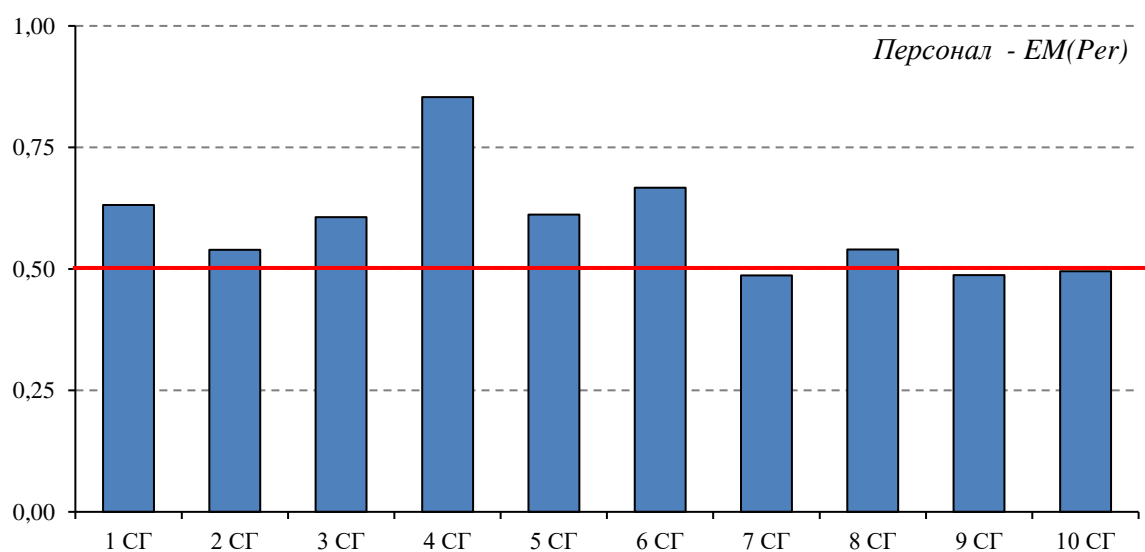


Рисунок Є.8 – Аналіз об'єднуючого показника «Персонал – $EM(Per)$ » за суб'єктами господарювання

Таблиця Є.5 – Результати дослідження по об'єднуючому показнику «Зовнішнє оточення – $EM(Ext)$ »

№ СГ	Скарги, од.			$EM(Ext)_1$	Публікації в ЗМІ щодо екологічної дієвості підприємства, од.			$EM(Ext)_2$	Програми для екологічного навчання населення, од.			$EM(Ext)_3$	$EM(Ext)$
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		
1	2	2	0	0,50	0	2	2	0,83	0	1	1	0,67	0,67
2	8	5	3	0,58	0	1	1	0,67	0	1	1	0,67	0,64
3	4	3	1	0,53	0	1	1	0,67	0	1	1	0,67	0,62
4	12	7	5	0,63	2	4	2	0,83	1	3	2	0,83	0,77
5	5	3	2	0,55	0	1	1	0,67	0	1	1	0,67	0,63
6	27	15	12	0,82	0	2	2	0,83	0	3	3	1,00	0,88
7	13	6	7	0,68	1	3	2	0,83	0	1	1	0,67	0,73
8	7	4	3	0,58	1	1	0	0,50	0	1	1	0,67	0,58
9	14	12	2	0,55	0	1	1	0,67	0	1	1	0,67	0,63
10	37	18	19	1,00	2	5	3	1,00	1	4	3	1,00	1,00
Максимальне значення			19				3				3		
Мінімальне значення			0				0				1		

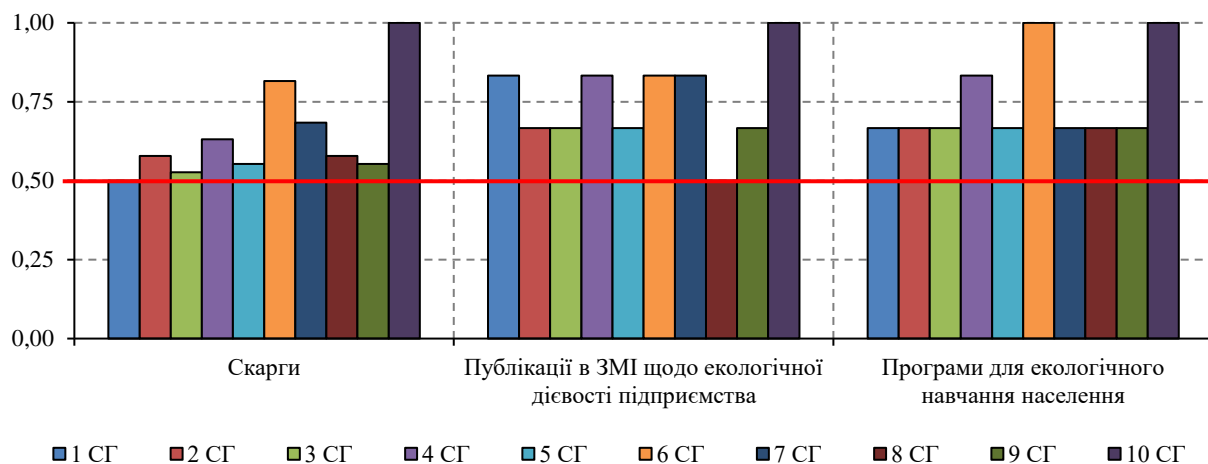


Рисунок Є.9 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника «Зовнішнє оточення – $EM(Ext)$ »

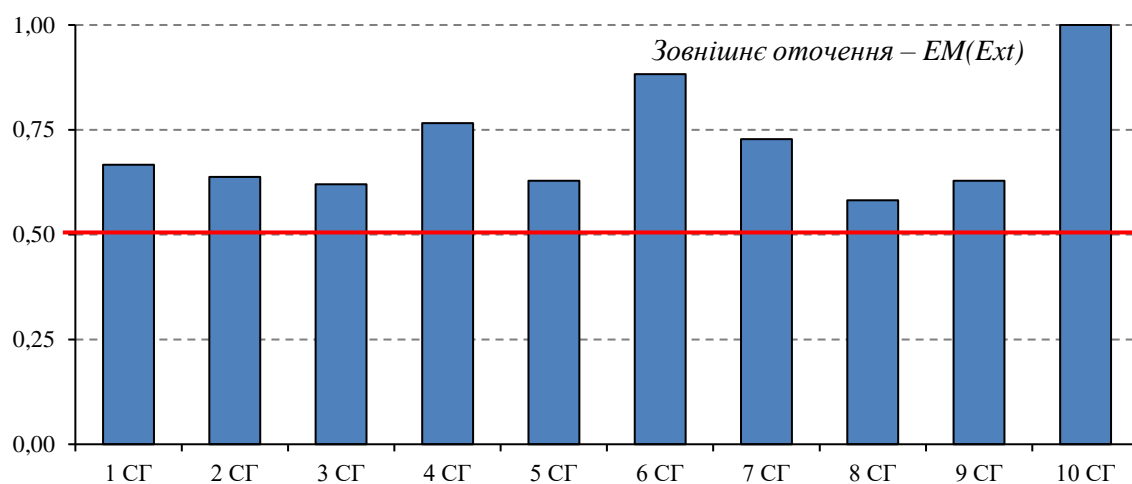


Рисунок Є.10 – Аналіз об'єднуючого показника «Зовнішнє оточення – $EM(Ext)$ » за суб'єктами господарювання.

Додаток Ж

Визначення значення узагальнювального індикатора якості довкілля (EEq)

Таблиця Ж.1 – Результати дослідження по об'єднуючому показнику «Атмосферне повітря – $EEq(Air)$ » – «Рівень потенційного ризику здоров'ю населення при комплексному впливі декількох домішок, що потрапляють через атмосферне повітря $EEb(Air)_I$ »

№ СГ	Забруднююча речовина	ГДКс.д., мг/м ³	клас небезпеки	До впровадження СЕУ			Після впровадження СЕУ			Напрямок зміни	$EEb(Air)_I$
				Потужність викиду ЗР, т/рік	Потенційний ризик	Сумарний ризик	Потужність викиду ЗР, т/рік	Потенційний ризик	Сумарний ризик		
1	Оксиди азоту (NO)	0,06	3	5,27656	0,1816	0,5063	5,275	0,1816	0,4458	↓	0,5542
	Речовини у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом СЕУ	0,15	3	11,991293	0,2912		9,515	0,2390			
	Азоту діоксид (NO ₂)	0,04	2	0,00066	0,0117		0,00062	0,0108			
	Руть та її сполуки	0,0003	1	0,000000662	0,1387		0,000000572	0,1005			
2	Оксиди азоту (NO)	0,06	3	0,7076247	0,0265	0,5768	0,708	0,0265	0,5735	↓	0,4265
	Речовини у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом СЕУ	0,15	3	0,370809	0,0136		0,370	0,0136			
	Диоксид сірки	0,05	3	0,7684581	0,1800		0,7684211	0,1800			
	Аміак (NH ₃)	0,04	4	0,004338	0,1497		0,004021	0,1409			
	Кадмій та його сполуки	0,0003	1	3,6E-09	0,0351		3,4E-09	0,0307			
	Азоту діоксид (NO ₂)	0,04	2	0,008912	0,2815		0,008723	0,2751			

№ СТ	Забруднююча речовина	ГДКс.д., мг/м ³	клас небезпеки	До впровадження СЕУ			Після впровадження СЕУ			Напря́м зміни	EEb(Air) ₁
				Потужність викиду ЗР, т/рік	Потенційний ризик	Сумарний ризик	Потужність викиду ЗР, т/рік	Потенційний ризик	Сумарний ризик		
	Свинець та його сполуки	0,0003	1	0,00000002	0,0089		1,98E-08	0,0087			
	Фреон	10	4	0,009	0,0286		0,009	0,0286			
	Манган та його сполуки	25	3	0,0000708	0,0011		0,0000701	0,0011			
	Руть та її сполуки	0,0003	1	0,000001	0,0743		0,000001	0,0743			
	Хром та його сполуки	0,0015	1	9,7E-09	0,0002		9,51E-09	0,0002			
	Мідь та її сполуки	0,002	2	8,9E-09	0,0009		8,64E-09	0,0009			
	Заліза оксид (у перерахунку на залізо)	0,04	3	0,0006492	0,0019		0,006265	0,0180			
3	Оксиди азоту (NO)	0,06	3	0,073641	0,0028	0,1676	0,073	0,0028	0,1600	↓	0,8400
	Речовини у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом СЕУ	0,15	3	0,13896	0,0051		0,113	0,0041			
	Диоксид сірки	0,05	3	0,03162811	0,0081		0,03121315	0,0080			
	Аміак (NH ₃)	0,04	4	1,5444E-07	0,0979		1,5124E-07	0,0962			
	Азоту діоксид (NO ₂)	0,04	2	0,001121339	0,0230		0,001101123	0,0225			
	Свинець та його сполуки	0,0003	1	3,15E-09	0,0001		2,97E-09	0,0001			
	сполуки сірки	0,005	2	0,000646	0,0021		0,000581	0,0018			
	Титан та його сполуки	10	4	0,000098	0,0010		0,000098	0,0010			
	Манган та його сполуки	25	3	0,000326	0,0050		0,000212	0,0033			
	Сульфатна кислота (сірчана)	0,1	2	0,000108	0,0316		0,0001	0,0286			
	Заліза оксид (у перерахунку на залізо)	0,04	3	0,0012	0,0035		0,001	0,0029			
4	Оксиди азоту (NO)	0,06	3	0,26947	0,0102	0,6623	0,269	0,0102	0,6495	↓	0,3505
	Речовини у вигляді суспендованих ТЧ	0,15	3	0,1807	0,0066		0,177	0,0065			

№ СГ	Забруднююча речовина	ГДКс.д., мг/м ³	клас небезпеки	До впровадження СЕУ			Після впровадження СЕУ			Напря́м зміни	EEb(Air) ₁
				Потужність викиду ЗР, т/рік	Потенційний ризик	Сумарний ризик	Потужність викиду ЗР, т/рік	Потенційний ризик	Сумарний ризик		
	недиференційованих за складом СЕУ										
	Диоксид сірки	0,05	3	0,08484	0,0217		0,08371	0,0214			
	Азоту діоксид (NO ₂)	0,04	2	0,00605	0,1824		0,006	0,1807			
	Свинець та його сполуки	0,0003	1	0,0004758	0,1632		0,0004753	0,1629			
	Хлористий водень	0,2	2	0,000078	0,0660		0,000071	0,0588			
	Сульфатна кислота (сірчана)	0,1	2	0,000077	0,0206		0,000071	0,0186			
	Руть та її сполуки	0,0003	1	0,0000158	0,2025		0,0000152	0,1866			
	Хром та його сполуки	0,0015	1	0,002696	0,1570		0,002678	0,1548			
	Мідь та її сполуки	0,002	2	0,000872	0,1742		0,000864	0,1723			
5	Оксиди азоту (NO)	0,06	3	0,245367	0,0093	0,5757	0,245	0,0093	0,5369	↓	0,4631
	Речовини у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом СЕУ	0,15	3	1,242362	0,0448		1,234	0,0445			
	Органічні аміни	0,003	2	0,00486	0,0525		0,00471	0,0504			
	Азоту діоксид (NO ₂)	0,04	2	0,007626	0,2373		0,007512	0,2333			
	Епіхлоргідрин (1-хлор-2,3-епіксипропан)	0,2	2	0,031788	0,0512		0,031533	0,0507			
	Манган та його сполуки	25	3	0,004129	0,0620		0,003053	0,0462			
	Хром та його сполуки	0,0015	1	0,00035	0,0959		0,00029	0,0627			
	Заліза оксид (у перерахунку на залізо)	0,04	3	0,09269	0,2361		0,08353	0,2155			
6	Оксиди азоту (NO)	0,06	3	0,035336	0,0013	0,1655	0,035	0,0013	0,1654	↓	0,8346
	Речовини у вигляді суспендованих ТЧ	0,15	3	0,213191	0,0078		0,213	0,0078			

№ СГ	Забруднююча речовина	ГДКс.д., мг/м ³	клас небезпеки	До впровадження СЕУ			Після впровадження СЕУ			Напря́м зміни	EEb(Air) ₁
				Потужність викиду ЗР, т/рік	Потенційний ризик	Сумарний ризик	Потужність викиду ЗР, т/рік	Потенційний ризик	Сумарний ризик		
	недиференційованих за складом СЕУ										
	Диоксид сірки	0,05	3	0,010638	0,0027		0,010321	0,0027			
	Азоту діоксид (NO ₂)	0,04	2	0,0021315	0,0516		0,0021309	0,0516			
	Свинець та його сполуки	0,0003	1	0,0000018	0,0884		0,0000018	0,0884			
	Руть та її сполуки	0,0003	1	0,000000015	0,0045		0,000000015	0,0045			
	Хром та його сполуки	0,0015	1	0,0000081	0,0054		0,0000081	0,0054			
	Мідь та її сполуки	0,002	2	0,0000026	0,0036		0,0000026	0,0036			
	Заліза оксид (у перерахунку на залізо)	0,04	3	0,003834	0,0111		0,003834	0,0111			
7	Оксиди азоту (NO)	0,06	3	0,0269	0,0010	0,1741	0,026	0,0010	0,1276	↓	0,8724
	Речовини у вигляді суспендованих ТЧ недиференційованих за складом СЕУ	0,15	3	0,0112	0,0004		0,011	0,0004			
	Аміак (NH ₃)	0,04	4	0,00048	0,1170		0,00046	0,1130			
	Азоту діоксид (NO ₂)	0,04	2	0,0005	0,0082		0,0005	0,0082			
	Фреон	10	4	0,02	0,0565		0,002	0,0078			
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
9	Оксиди азоту (NO)	0,06	3	0,77532	0,0290	0,1946	0,775	0,0290	0,1892	↓	0,8108
	Речовини у вигляді суспендованих ТЧ	0,15	3	0,02184	0,0008		0,022	0,0008			
	Азоту діоксид (NO ₂)	0,04	2	0,00159	0,0357		0,00154	0,0343			
	Руть та її сполуки	0,0003	1	0,00000159	0,1641		0,00000157	0,1597			
10	Фреон	10	4	0,042	0,1049	0,1049	0,041	0,1028	0,1028	↓	0,8972

Таблиця Ж.2 – Результати дослідження по об'єднуючому показнику

«Атмосферне повітря – $EEq(Air)$ »

№ СГ	Потужність викиду ЗР всього , т/рік			$EEq(Air)_1$	Рівень потенційного ризик здоров'ю населення при комплексному впливі декількох домішок, що надходять через атмосферне повітря $EEq(Air)_2$	$EEq(Air)$
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ			
1	542,80	483,09	59,71	1,00	0,55	0,78
2	234,65	230,64	4,01	0,53	0,43	0,48
3	32,76	7,86	24,90	0,71	0,84	0,77
4	305,09	253,22	51,86	0,93	0,35	0,64
5	198,80	188,86	9,94	0,58	0,46	0,52
6	55,90	54,47	1,43	0,51	0,83	0,67
7	69,24	66,21	3,03	0,53	0,87	0,70
8	0,17	0,15	0,02	0,50	-	0,50
9	963,59	934,68	28,91	0,74	0,81	0,78
10	0,37	0,35	0,02	0,50	0,90	0,70
Максимальне значення			59,71			
Мінімальне значення			0,02			

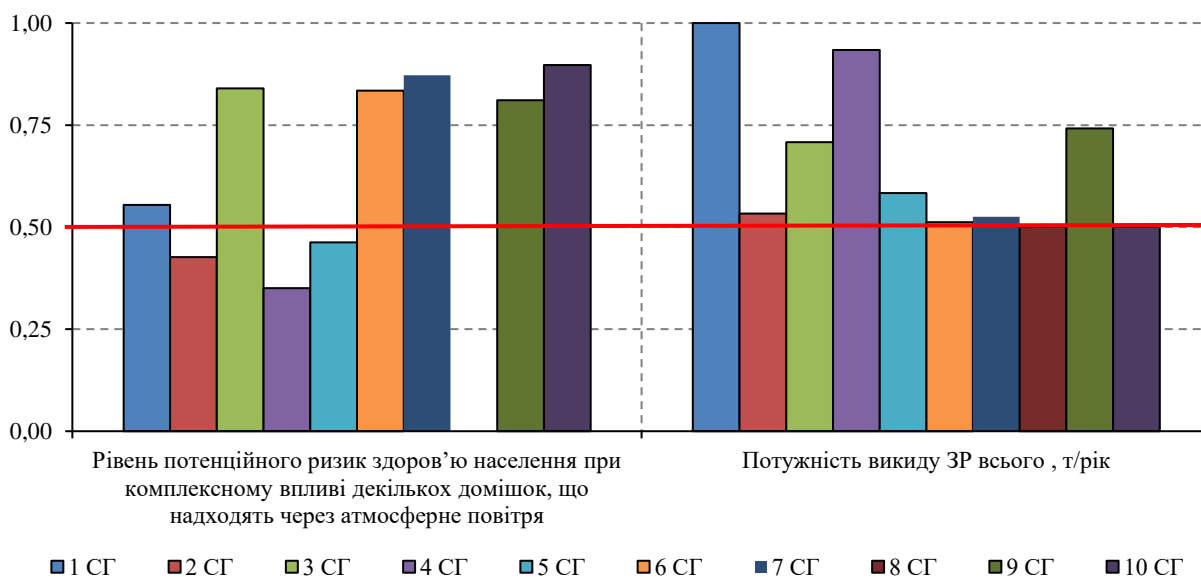


Рисунок Ж.1 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника

«Атмосферне повітря – $EEq(Air)$ »

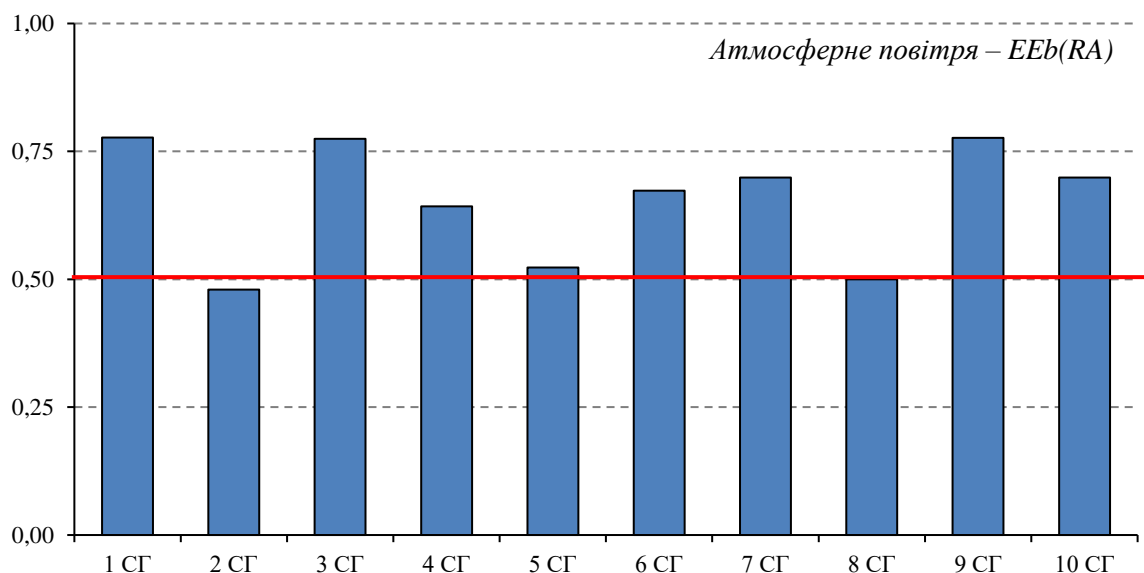


Рисунок Ж.2 – Аналіз об'єднуючого показника «Атмосферне повітря – $EEq(Air)$ » за суб'єктами господарювання

Таблиця Ж.3 – Результати дослідження по об'єднуючому показнику «Водні об'єкти – $EEq(W)$ » – «Рівень потенційного ризику здоров'ю населення при комплексному впливі декількох домішок, що потрапляють через водне середовище $EEb(W)_I$ »

№ СГ	Забруднююча речовина	ГДКс.д., мг/дм ³	Коефіцієнт запасу Кз	До впровадження СЕУ			Після впровадження СЕУ			Напрямі зміни	$EEb(W)_I$
				Концентрація я, мг/л	Потенційний ризик	Сумарний ризик	Концентрація я, мг/л	Потенційний ризик	Сумарний ризик		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Fe	0,1	10	0,13	0,0224	0,055	0,13	0,0224	0,045		0,955
	Zn	0,01		0,003	0,0052		0,003	0,0052			
	NO ₂	0,05		0,08	0,0275		0,05	0,0173			
	NO ₃ ⁻	2		0,08	0,0007		0,07	0,0006			
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Fe	0,1	10	0,12	0,0207	0,073	0,12	0,0207	0,054		0,946
	Zn	0,01		0,003	0,0052		0,003	0,0052			
	NO ₂	0,05		0,09	0,0309		0,06	0,0207			
	NO ₃ ⁻	2		2,1	0,0181		1,01	0,0088			
5	Fe	0,1	10	0,1	0,0173	0,045	0,1	0,0173	0,045		0,955
	Zn	0,01		0,004	0,0069		0,004	0,0069			
	NO ₂	0,05		0,06	0,0207		0,06	0,0207			
	NO ₃ ⁻	2		0,08	0,0007		0,09	0,0008			
6	Fe	0,1	10	0,09	0,0156	0,048	0,09	0,0156	0,045		0,955
	Zn	0,01		0,003	0,0052		0,003	0,0052			
	NO ₂	0,05		0,08	0,0275		0,07	0,0241			
	NO ₃ ⁻	2		0,09	0,0008		0,08	0,0007			

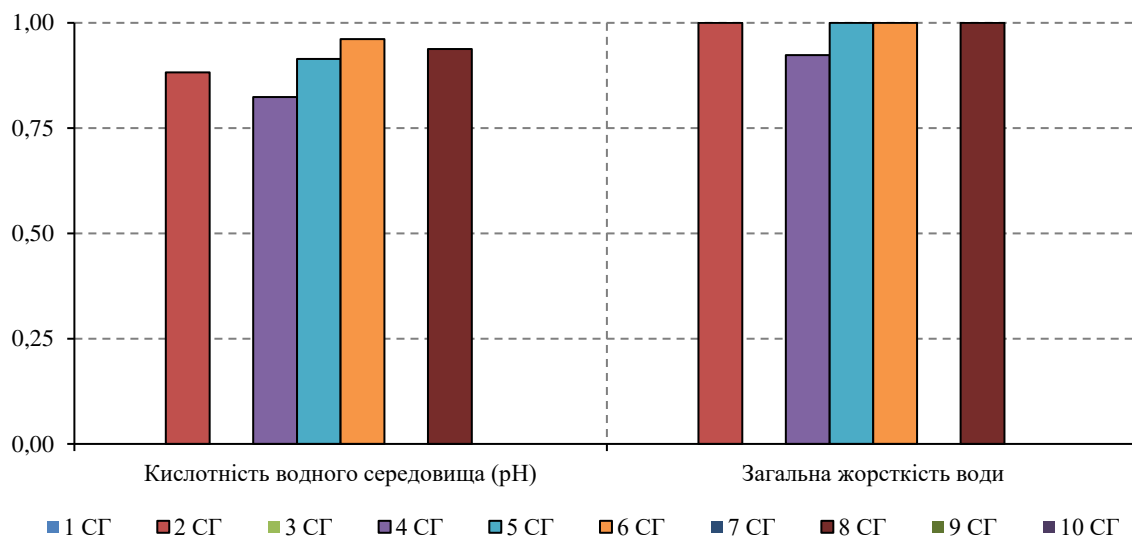


Рисунок Ж.3 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника «Водні об'єкти – $EEq(W)$ »: «Кислотність водних об'єктів рН» та «Загальна жорсткість води»

Таблиця Ж.5 – Результати дослідження окремого чинника об'єднуючого показника «Водні об'єкти – $EEq(W)$ »

№ СГ	Використання води, тис. м ³ /рік			$EEq(W)_4$
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ	
1	1,33	1,21	0,12	0,54
2	3,90	2,85	1,05	0,83
3	2,45	1,98	0,47	0,65
4	0,87	0,75	0,12	0,54
5	0,75	0,64	0,11	0,53
6	3,82	2,21	1,62	1,00
7	2,93	2,85	0,09	0,53
8	0,64	0,55	0,09	0,53
9	0,34	0,23	0,11	0,53
10	4,60	4,45	0,15	0,55
	Максимальне значення		1,620	
	Мінімальне значення		0,09	

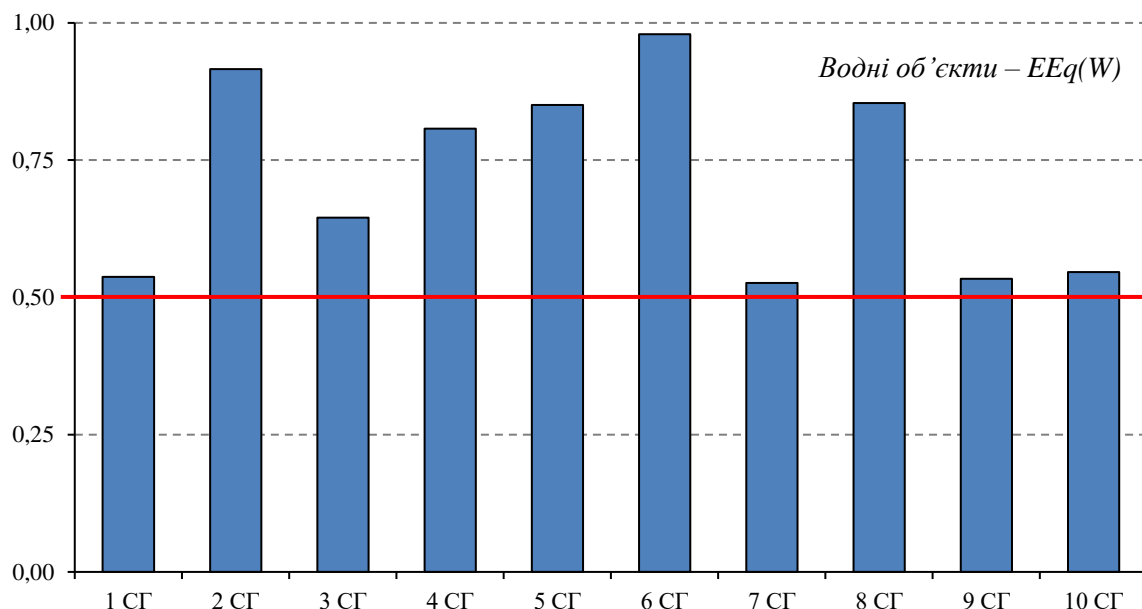


Рисунок Ж.4 – Аналіз об'єднуючого показника «Водні об'єкти – EEq(W)» за суб'єктами господарювання

Таблиця Ж.6 – Результати дослідження по об'єднуючому показнику «Кислотність середовища – EEq(pH)»

№ СГ	Кислотність атмосферних опадів					Кислотність ґрунтового покриву					Кислотність середовища – EEq(pH)
	до впровадження СЕУ		після впровадження СЕУ		Напрямок зміни	до впровадження СЕУ		після впровадження СЕУ		Напрямок зміни	
	експериментальне значення	кратність	експериментальне значення	кратність (EEq(pH) ₁)		експериментальне значення	кратність	експериментальне значення	кратність (EEq(pH) ₂)		
1	5,12	0,76	5,25	0,77	↑	5,03	0,82	5,14	0,83	↑	0,80
2	7,09	0,95	6,59	0,89	↓	7,15	0,91	7,09	0,92	↑	0,90
3	7,24	0,97	6,74	0,91	↓	7,43	0,87	7,06	0,92	↑	0,91
4	8,18	0,92	7,32	0,98	↑	8,25	0,79	7,2	0,90	↑	0,94
5	6,98	0,94	6,37	0,87	↓	7,06	0,92	6,85	0,95	↑	0,91
6	7,13	0,95	6,01	0,83	↓	7,24	0,90	6,91	0,94	↑	0,89
7	5,17	0,76	5,32	0,77	↑	4,76	0,79	5,02	0,81	↑	0,79
8	5,04	0,75	5,22	0,77	↑	4,74	0,79	5,01	0,81	↑	0,79
9	5,11	0,76	5,18	0,76	↑	4,48	0,76	4,77	0,79	↑	0,78
10	5,24	0,77	5,47	0,79	↑	5,01	0,81	5,11	0,82	↑	0,81

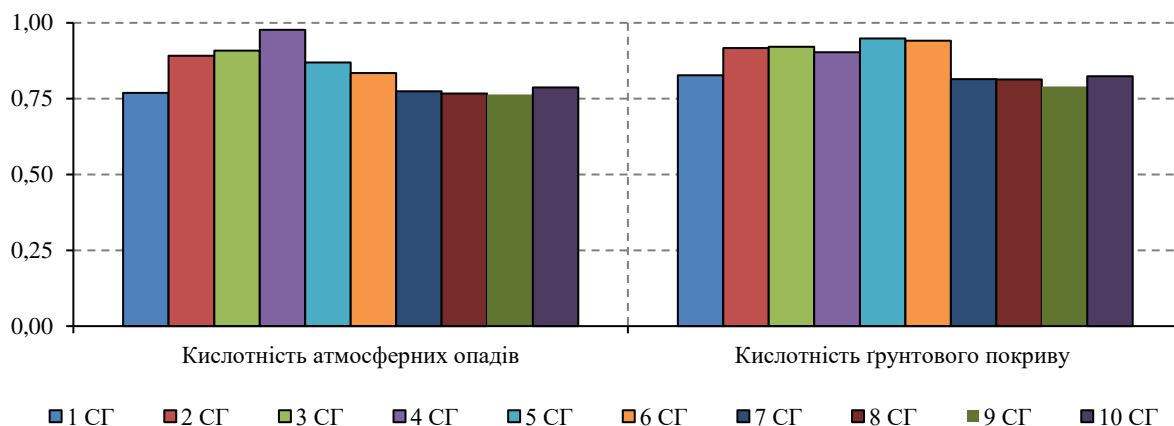


Рисунок Ж.5 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника «Кислотність середовища – $EEq(pH)$ »

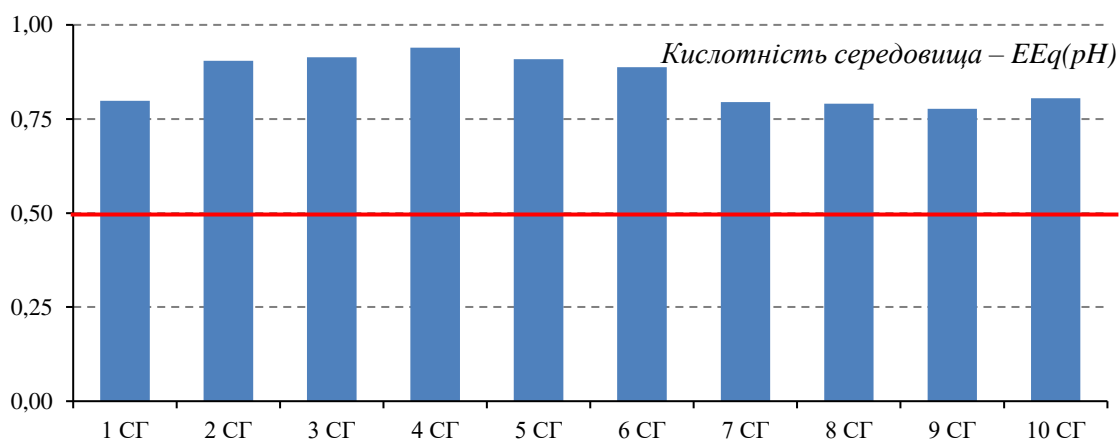


Рисунок Ж.6 – Аналіз об'єднуючого показника «Кислотність середовища – $EEq(pH)$ » за суб'єктами господарювання

Таблиця Ж.7 – Результати дослідження по окремому показнику «Відходи – $EEq(Was)$ »

№ СГ	Впровадження нових технологій, од.			$EEq(Was)$
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ	
1	6278,1	5814,5	463,6	0,75
2	1750,3	1340,6	409,7	0,72
3	2560,7	2100,3	460,4	0,75
4	917,87	810,56	107,3	0,56
5	7884,8	6950,4	934,4	1,00
6	3685,1	3158,5	526,6	0,78
7	1137,1	1050,2	86,9	0,55
8	1678,1	1234,6	443,5	0,74
9	2867,4	2804,8	62,6	0,53
10	4600	4450,5	149,5	0,58
Максимальне значення			934,4	
Мінімальне значення			62,6	

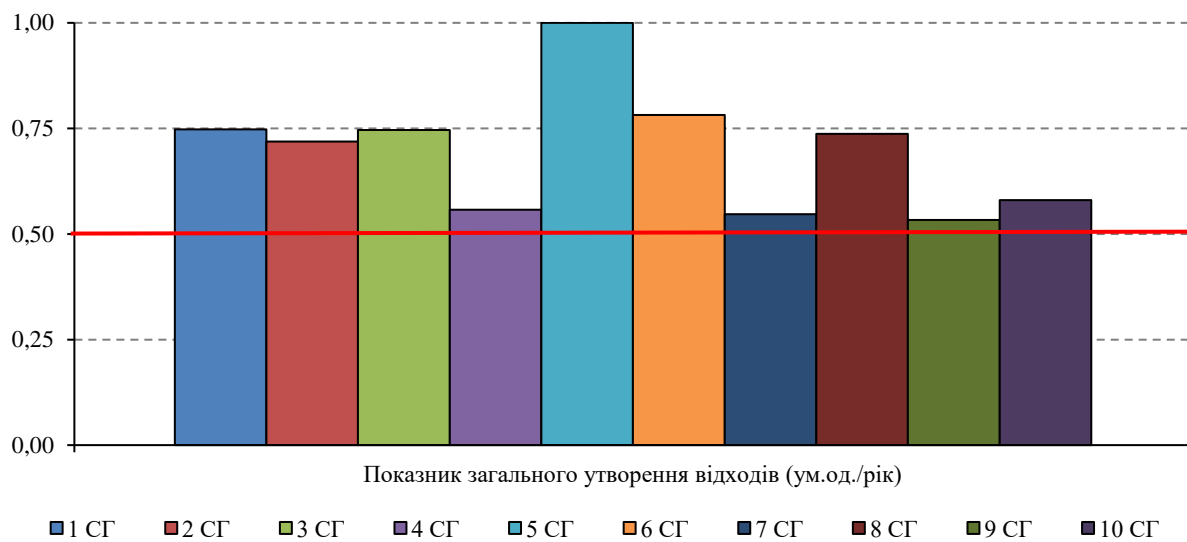


Рисунок Ж.7 – Аналіз окремого показника «Відходи – $EEq(Was)$ »

Додаток К

Визначення значення узагальнювального індикатора стану біосистем (*EEb*)

Таблиця К.1 – Результати дослідження по об'єднуючому показнику

«Атмосферне повітря – *EEb(RA)*»

№ СГ	Кількість пилу на площу листкової пластинки, (мг/см ²)			<i>EEb(RA)₁</i>	Площа листкової пластинки, см ²			<i>EEb(RA)₂</i>	<i>EEb(RA)</i>
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		
1	0,088	0,041	0,047	1,00	30,53	36,25	5,72	1,00	1,00
2	0,052	0,044	0,008	0,59	28,79	32,23	3,44	0,80	0,69
3	0,051	0,032	0,019	0,70	26,6	31,79	5,19	0,95	0,83
4	0,038	0,031	0,007	0,57	30,87	35,17	4,30	0,88	0,73
5	0,064	0,052	0,012	0,63	31,44	34,58	3,14	0,77	0,70
6	0,053	0,039	0,014	0,65	28,41	32,31	3,90	0,84	0,74
7	0,054	0,046	0,008	0,59	28,41	32,31	3,90	0,84	0,71
8	0,042	0,041	0,001	0,51	35,29	37,1	1,81	0,66	0,58
9	0,042	0,035	0,007	0,57	30,52	33,66	3,14	0,77	0,67
10	0,044	0,038	0,006	0,56	28,83	30,06	1,23	0,61	0,59
Максимальне значення	0,047				5,72				
Мінімальне значення	0,001				1,23				

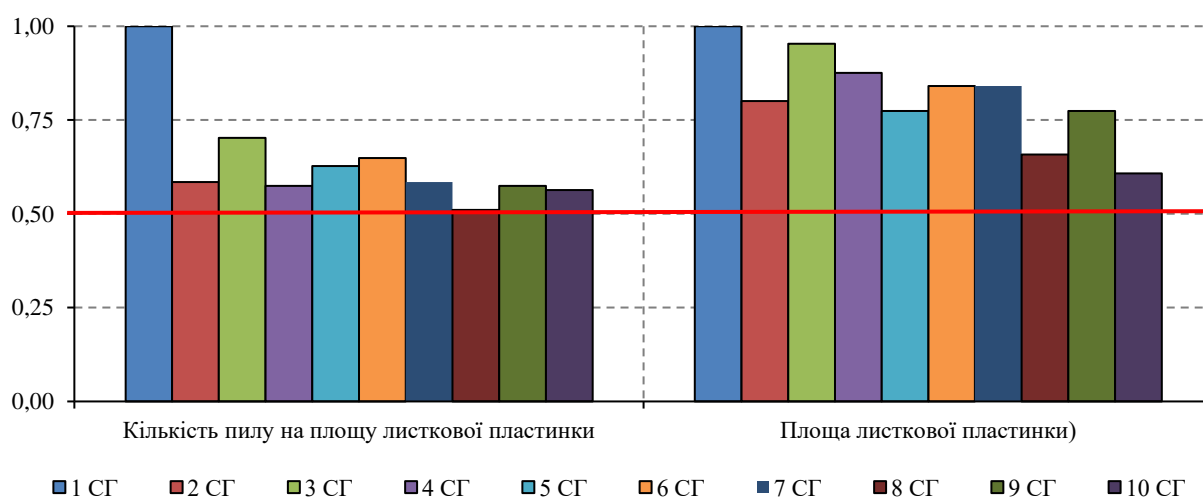


Рисунок К.1 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника

«Атмосферне повітря – *EEb(RA)*»

Таблиця К.2 – Результати дослідження по об'єднуючому показнику
«Некротичні пошкодження листкових пластинок – *EEb(ND)*»

№ СГ	Покритонасінні. Тест-функція <i>T.cordata</i>			<i>EEb(ND)₁</i>	Голонасінні. Тест-функція <i>P.sylvestris</i> (некроз)			<i>EEb(ND)₂</i>	Голонасінні. Тест-функція <i>P.sylvestris</i> (хлороз)			<i>EEb(ND)₃</i>	<i>EEb(ND)</i>
	до впровад- ження СЕУ	після впровад- ження СЕУ	Δ		до впровад- ження СЕУ	після впровад- ження СЕУ	Δ		до впровад- ження СЕУ	після впровад- ження СЕУ	Δ		
1	44,2	30,6	13,6	0,82	48	41	7	0,94	13	10	3	0,69	0,81
2	43,2	31,1	12,1	0,78	18	16	2	0,63	13	11	2	0,63	0,68
3	58,1	36,7	21,4	1,00	42	34	8	1,00	24	16	8	1,00	1,00
4	44,3	29,4	14,9	0,85	38	32	6	0,88	16	12	4	0,75	0,82
5	53	41,3	11,7	0,77	0	0	0	0,50	0	0	0	0,50	0,59
6	43,5	34,7	8,8	0,71	20	18	2	0,63	24	18	6	0,88	0,74
7	39,8	27,9	11,9	0,78	0	0	0	0,50	0	0	0	0,50	0,59
8	40,2	35,4	4,8	0,61	0	0	0	0,50	0	0	0	0,50	0,54
9	40,2	35,4	4,8	0,61	0	0	0	0,50	0	0	0	0,50	0,54
10	37,8	32,4	5,4	0,63	0	0	0	0,50	0	0	0	0,50	0,54
Максимальне значення			21,4									8	
Мінімальне значення			4,8									0	

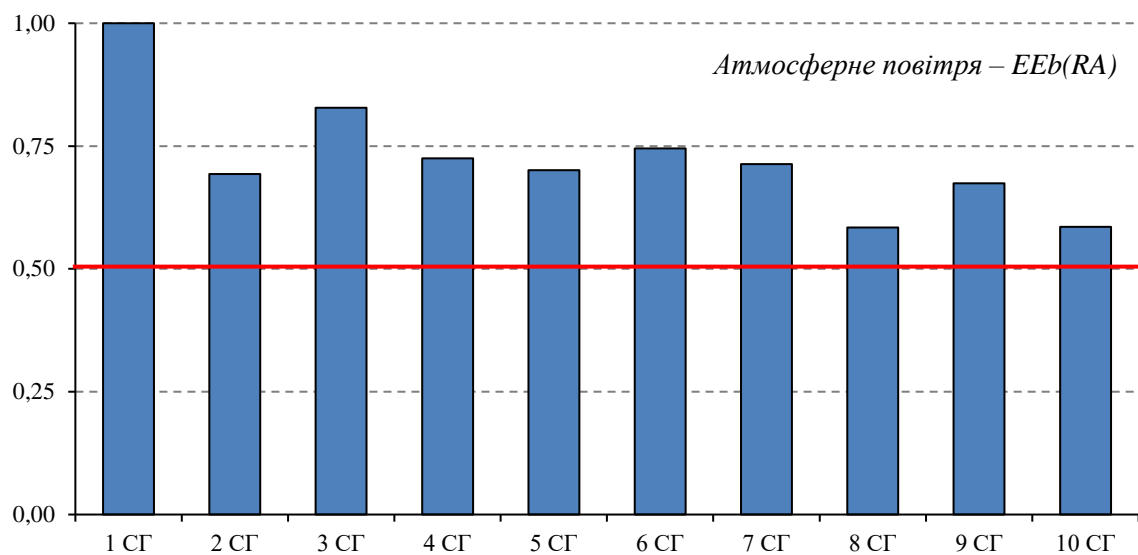


Рисунок К. 2 – Аналіз об'єднуючого показника «Атмосферне повітря – EEb(RA)» за суб'єктами господарювання

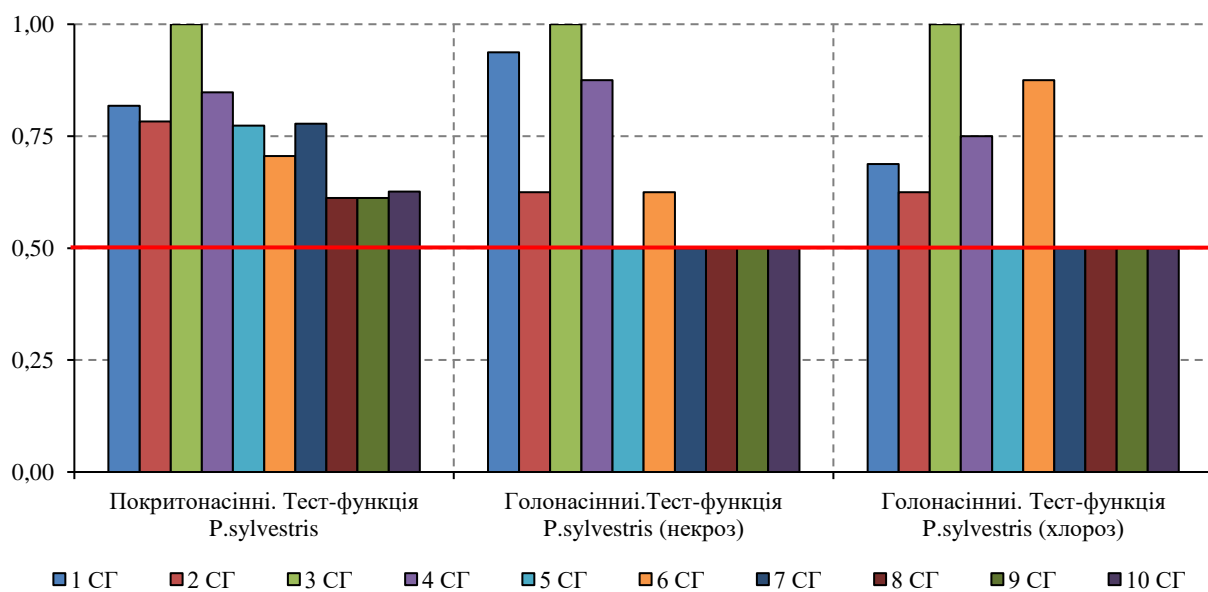


Рисунок К.3 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника «Некротичні пошкодження листкових пластинок – EEb(ND)»

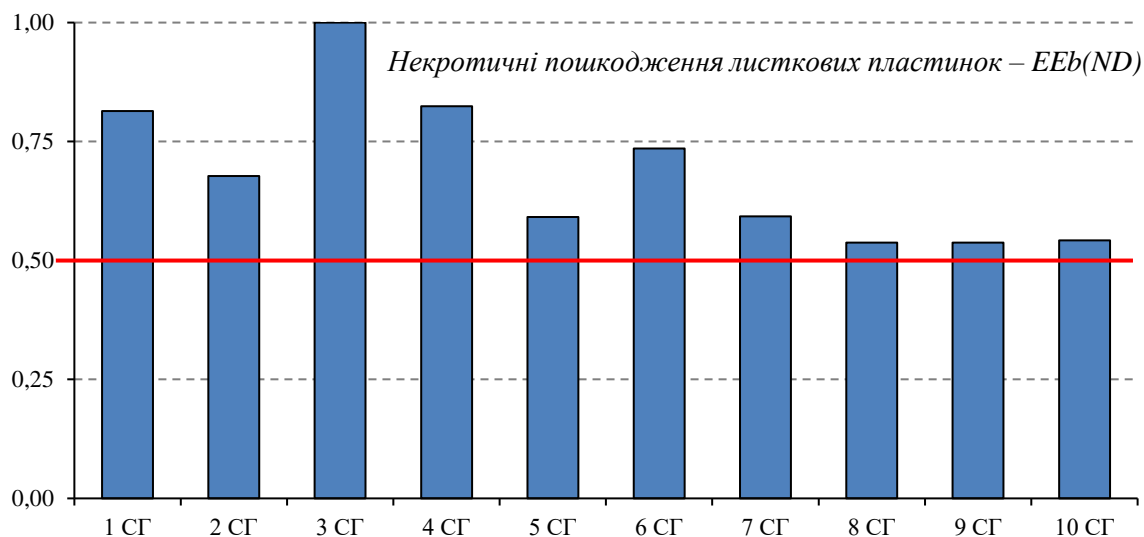


Рисунок К.4 – Аналіз об'єднуючого показника «Некротичні пошкодження листкових пластинок – $EEb(ND)$ » за суб'єктами господарювання

Таблиця К.3 – Результати дослідження по об'єднуючому показнику «Ростовий тест – $EEb(GT)$ »

№ СГ	Атмосферні опади. Фітотоксичний ефект			$EEb(GT)_1$	Ґрунтовий покрив. Фітотоксичний ефект			$EEb(GT)_2$	$EEb(GT)$
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		
1	48,70	11,10	37,60	0,92	58,40	33,77	24,63	0,84	0,88
2	74,31	56,40	17,91	0,70	71,68	59,11	12,57	0,67	0,69
3	56,81	15,51	41,30	0,96	62,57	46,47	16,10	0,72	0,84
4	62,72	17,42	45,30	1,00	65,54	43,73	21,81	0,80	0,90
5	53,57	13,21	40,36	0,95	58,93	22,53	36,40	1,00	0,97
6	53,97	13,32	40,65	0,95	60,79	47,13	13,66	0,69	0,82
7	38,25	17,26	20,99	0,73	53,51	31,06	22,45	0,81	0,77
8	43,84	18,15	25,69	0,78	56,27	44,26	12,01	0,66	0,72
9	47,41	15,64	31,77	0,85	57,47	34,03	23,44	0,82	0,84
10	36,71	21,15	15,56	0,67	50,32	41,50	8,82	0,62	0,65
Максимальне значення			45,30				36,40		
Мінімальне значення			15,56				8,82		

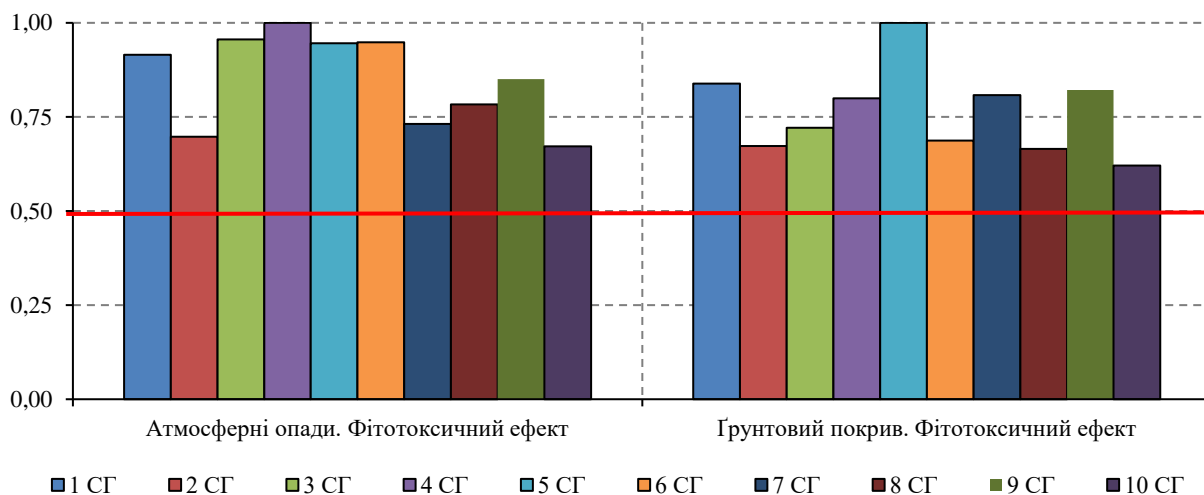


Рисунок К.5 – Порівняльний аналіз окремих чинників об'єднуючого показника «Ростовий тест – $EEb(GT)$ »

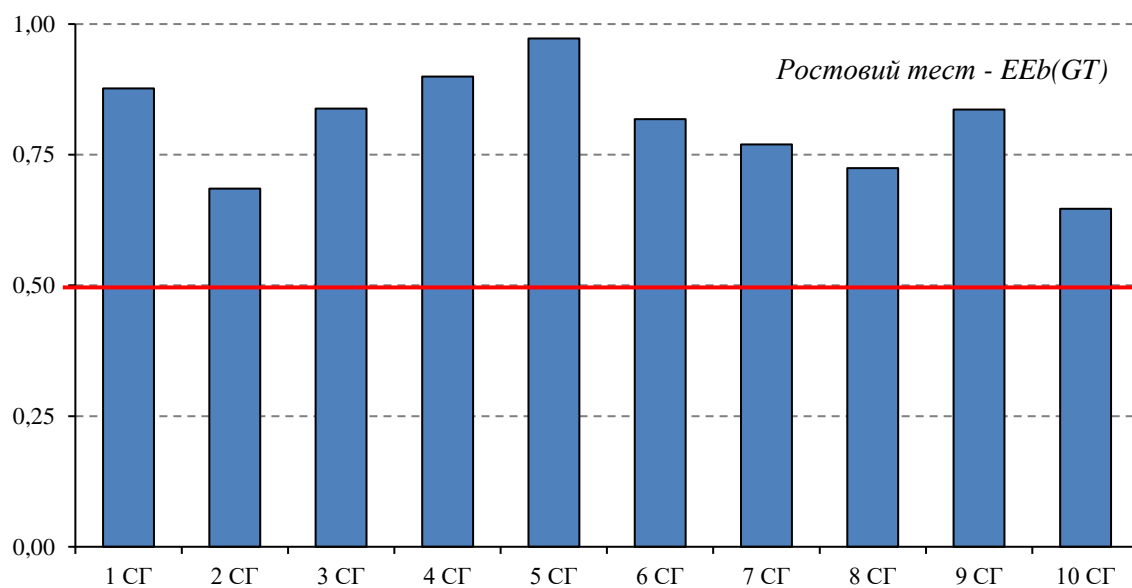


Рисунок К.6 – Аналіз об'єднуючого показника «Ростовий тест – $EEb(GT)$ » за суб'єктами господарювання

Таблиця К.4 – Результати дослідження по окремим чинникам «Стабільність розвитку деревних насаджень – $EEb(SD)$ » та «Ступінь токсичності поверхневих вод – $EEb(QW)$ »

№ СГ	Стабільність розвитку деревних насаджень – $EEb(SD)$				Ступінь токсичності поверхневих вод – $EEb(QW)$			
	Реакція-відповідь деревних насаджень на стан природних компонентів довкілля			$EEb(SD)$	Тест-функція <i>D.magna</i>			$EEb(QW)$
	до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ		до впровадження СЕУ	після впровадження СЕУ	Δ	
1	0,047	0,045	0,002	0,58	0	0	0	0,50
2	0,046	0,043	0,003	0,63	69	58	11	1,00
3	0,057	0,045	0,012	1,00	0	0	0	0,50
4	0,049	0,044	0,005	0,71	75	72	3	0,64
5	0,044	0,043	0,001	0,54	75	69	6	0,77
6	0,045	0,041	0,004	0,67	31	28	3	0,64
7	0,044	0,042	0,002	0,58	0	0	0	0,50
8	0,052	0,049	0,003	0,63	56	51	5	0,73
9	0,057	0,051	0,006	0,75	0	0	0	0,50
10	0,043	0,04	0,003	0,63	0	0	0	0,50
Максимальне значення			0,012				11	
Мінімальне значення			0,001				0	

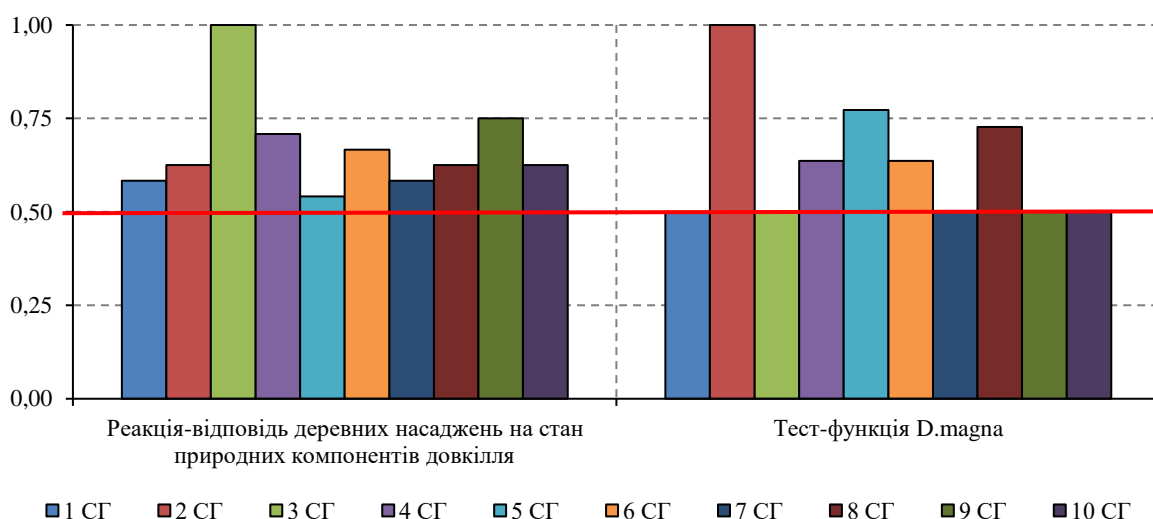


Рисунок К.7 – Аналіз окремих показників «Стабільність розвитку деревних насаджень – $EEb(SD)$ » та «Ступінь токсичності поверхневих вод – $EEb(QW)$ » за суб'єктами господарювання

Додаток Л

Результати експериментальних досліджень (анкетування СГ)

Таблиця Л.1 – Результати експериментальних досліджень стану системи екологічного управління за складовими показниками на дослідних СГ

Показники	№ СГ	Значення складових показників (за шкалою від 0 до 10)									
		1 СГ	2 СГ	3 СГ	4 СГ	5 СГ	6 СГ	7 СГ	8 СГ	9 СГ	10 СГ
		Район	Голосіївський	Оболонський	Шевченківський	Дарницький	Дніпровський	Десянський	Печерський	Святошинський	Подільський
Показник стратегії екологічної дієвості суб'єктів господарювання (Strategy of environmental efficiency – SEE)	K(1,1)	8	4	5	9	2	7	2	1	2	3
	K(1,2)	8	3	7	10	1	8	1	2	2	5
	K(1,3)	8	3	8	9	3	6	3	3	4	5
	K(1,4)	9	4	7	10	3	6	4	4	1	3
Організація і управління суб'єктів господарювання (Organization and management – OM)	K(2,1)	8	4	8	10	3	6	1	3	1	4
	K(2,2)	8	3	7	9	2	7	1	3	4	5
	K(2,3)	10	3	5	9	1	7	3	1	1	3
	K(2,4)	10	4	5	8	5	8	3	2	2	3
Моніторинг (Monitoring – M)	K(3,1)	9	4	5	10	4	8	2	4	1	4
	K(3,2)	10	4	8	10	3	8	1	3	3	4
	K(3,3)	9	5	8	10	2	6	1	1	1	5
	K(3,4)	10	4	5	8	2	8	1	2	1	3
Стандарти (Standards – S)	K(4,1)	8	4	7	10	4	8	2	3	3	4
	K(4,2)	10	4	7	8	3	7	1	4	1	4
	K(4,3)	9	5	6	10	1	8	1	4	2	3

Таблиця Л.2 – Результати експериментальних досліджень стану системи екологічного управління за складовими показниками на дослідних СГ

Показники	№ СГ	Значення складових показників (за шкалою від 0 до 10)									
		1 СГ	2 СГ	3 СГ	4 СГ	5 СГ	6 СГ	7 СГ	8 СГ	9 СГ	10 СГ
		Район	Голосіївський	Оболонський	Шевченківський	Дарницький	Дніпровський	Десянський	Печерський	Святошинський	Подільський
Задоволення зовнішніх стейкхолдерів (Pleasure of the external environment – PEE)	K(5,1)	10	4	5	8	4	7	4	1	2	4
	K(5,2)	9	3	6	10	1	7	1	3	2	4
	K(5,3)	9	5	6	9	1	8	1	3	1	5
	K(5,4)	8	3	5	10	3	6	2	2	1	5
Громадська участь (Public participation – PP)	K(6,1)	8	4	6	10	3	8	3	3	2	4
	K(6,2)	9	4	7	9	3	7	2	4	1	3

Показники	№ СГ	Значення складових показників (за шкалою від 0 до 10)									
		1 СГ	2 СГ	3 СГ	4 СГ	5 СГ	6 СГ	7 СГ	8 СГ	9 СГ	10 СГ
		Район	Голосіївський	Оболонський	Шевченківський	Дарницький	Дніпровський	Деснянський	Печерський	Святошинський	Подільський
Популяризація діючої СЕУ СГ для покращення громадської думки (Promotion – P)	K(7,1)	8	5	7	10	3	8	2	4	1	4
	K(7,2)	10	5	6	10	2	6	1	3	2	3
	K(7,3)	10	3	8	10	2	8	1	2	1	5
	K(7,4)	8	3	8	9	3	6	2	2	1	5

Таблиця Л.3 – Результати експериментальних досліджень стану системи екологічного управління за складовими показниками на дослідних СГ

Показники	№ СГ	Значення складових показників (за шкалою від 0 до 10)									
		1 СГ	2 СГ	3 СГ	4 СГ	5 СГ	6 СГ	7 СГ	8 СГ	9 СГ	10 СГ
		Район	Голосіївський	Оболонський	Шевченківський	Дарницький	Дніпровський	Деснянський	Печерський	Святошинський	Подільський
Безпека та охорона (Safety and security – SS)	K(8,1)	10	5	8	9	2	7	2	3	1	5
	K(8,2)	8	5	5	10	3	8	2	2	2	5
Управління кризами та надзвичайними ситуаціями (Management of crisis and emergency – MCE)	K(9,1)	8	5	7	10	3	8	2	3	2	3
	K(9,2)	10	4	8	10	1	7	2	4	1	3
	K(9,3)	8	5	8	9	4	7	3	2	1	3
	K(9,4)	7	5	5	10	2	6	3	2	1	4
Екологічні ризики (Environmental risks – ER)	K(10,1)	9	3	7	10	3	8	1	1	2	4
	K(10,2)	9	5	8	9	3	7	4	3	3	5
	K(10,3)	9	3	5	9	2	7	1	3	4	5
Захист біосистем (Safety of biosystems – SB)	K(11,1)	8	5	5	9	1	8	2	3	2	3
	K(11,2)	7	4	3	9	3	7	2	2	1	4

Таблиця Л.4 – Результати експериментальних досліджень стану системи екологічного управління за складовими показниками на дослідних СГ

Показники	№ СГ	Значення складових показників (за шкалою від 0 до 10)									
		1 СГ	2 СГ	3 СГ	4 СГ	5 СГ	6 СГ	7 СГ	8 СГ	9 СГ	10 СГ
		Район	Голосіївський	Оболонський	Шевченківський	Дарницький	Дніпровський	Деснянський	Печерський	Святошинський	Подільський
Викиди парникових газів (Greenhouse gas emissions – GGE)	K(12,1)	7	4	7	10	2	8	2	3	1	5
	K(12,2)	9	4	6	10	3	7	1	3	3	3
	K(12,3)	9	4	8	9	2	8	1	4	2	5

Показники	№ СГ	Значення складових показників (за шкалою від 0 до 10)										
		1 СГ	2 СГ	3 СГ	4 СГ	5 СГ	6 СГ	7 СГ	8 СГ	9 СГ	10 СГ	
		Район	Голосіївський	Оболонський	Шевченківський	Дарницький	Дніпровський	Десянський	Печерський	Святошинський	Подільський	Солом'янський
		<i>K(12,4)</i>	10	4	5	8	3	6	1	5	2	3
Енергозбереження (Energy saving – ES)	<i>K(13,1)</i>	8	4	5	9	4	8	1	3	2	3	
	<i>K(13,2)</i>	9	3	7	9	1	7	2	3	1	5	
	<i>K(13,3)</i>	7	4	5	10	3	6	1	2	1	4	
Скорочення твердих відходів (Reduction of solid waste – RSW)	<i>K(14,1)</i>	9	4	6	9	1	7	1	2	2	3	
	<i>K(14,2)</i>	10	5	7	10	3	7	1	3	2	4	
	<i>K(14,3)</i>	8	5	6	10	4	6	2	1	1	3	
	<i>K(14,4)</i>	8	4	5	9	2	7	1	3	2	4	
Шумове забруднення (Noise pollution – NP)	<i>K(15,1)</i>	8	4	6	9	3	8	3	3	4	5	
	<i>K(15,2)</i>	10	5	7	9	3	9	4	4	1	5	
	<i>K(15,3)</i>	10	3	6	10	2	7	2	5	1	4	

Таблиця Л.5 – Результати експериментальних досліджень стану системи екологічного управління за складовими показниками на дослідних СГ

Показники	№ СГ	Значення складових показників (за шкалою від 0 до 10)										
		1 СГ	2 СГ	3 СГ	4 СГ	5 СГ	6 СГ	7 СГ	8 СГ	9 СГ	10 СГ	
		Район	Голосіївський	Оболонський	Шевченківський	Дарницький	Дніпровський	Десянський	Печерський	Святошинський	Подільський	Солом'янський
		<i>K(16,1)</i>	7	8	8	10	4	6	4	3	4	4
Система контролю використання води (Control of water use - WU)	<i>K(16,2)</i>	9	7	6	9	3	6	3	4	1	5	
	<i>K(16,3)</i>	9	5	6	10	2	7	1	1	1	5	
	<i>K(17,1)</i>	7	8	8	10	4	6	4	3	4	4	
Система контролю скидів у водні об'єкти (Control of discharges into water bodies – WD)	<i>K(17,2)</i>	9	7	6	9	3	6	3	4	1	5	
	<i>K(17,3)</i>	9	5	6	10	2	7	1	1	1	5	
	<i>K(18,1)</i>	8	4	7	10	5	8	1	4	2	5	
Система контролю якості води (Water quality control – WQ)	<i>K(18,2)</i>	9	5	7	9	3	7	2	2	2	5	
	<i>K(18,3)</i>	9	4	8	9	3	8	1	3	1	3	
	<i>K(19,1)</i>	9	3	5	10	3	8	1	3	2	6	
Система рециклінгу водних ресурсів (Water recycling – WR)	<i>K(19,2)</i>	7	5	6	10	3	7	2	1	1	7	
	<i>K(19,3)</i>	9	4	7	9	1	9	1	3	1	8	

Додаток Н

ТОВ «НВП ВАЛСА-ГТВ»
 Поштова адреса: 09108, Україна, Київська обл.,
 м. Біла Церква, вул. Леваневського, 91
 тел/факс: +380 (4563) 3-71-57
 e-mail: sale@valsa-nvp.com



«SIC VALSA-GTV» LLC

Post address: 09108, Ukraine, Kyiv Region,
 Bila Tserkva, Levanevskogo str., 91
 tel/fax: +380 (4563) 3-71-57
 e-mail: sale@valsa-nvp.com

www.valsa-nvp.com

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи
 на тему: «НАУКОВІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ БІОТЕСТУВАННЯ ТА
 БІОІНДИКАЦІЇ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ
 СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ»
 Барабаш Олени Василівни

Результати дисертаційної роботи Барабаш О. В. були використані ТОВ «НВП ВАЛСА-ГТВ» для формування організаційно-методичних засад застосування біоіндикації та біотестування як ефективних методів біологічного моніторингу під час функціонування системи екологічного управління відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 14001:2015 «Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування».

Розробка інтегрованої експрес-оцінки на основі методів біотестування та біоіндикації для ТОВ «НВП ВАЛСА-ГТВ» на всіх етапах функціонування системи екологічного управління здійснювалась на основі існуючих міжнародних та національних стандартів – ДСТУ ISO 14001:2015, ДСТУ ISO 10381-5:2009, ДСТУ ISO 11269-2:2002, ДСТУ 4173:2003 з врахуванням виду економічної діяльності підприємства та етапу функціонування системи екологічного управління. Результати роботи використані в Тимчасових методичних рекомендаціях із формування стратегії моніторингу ТОВ «НВП ВАЛСА-ГТВ» для визначення ступеня хімічного забруднення та антропогенних змін, типу системи екологічного управління за ефективністю впровадження на основі критеріїв та індикаторів екологічної результативності та дієвості.

Оцінка типу системи екологічного управління за типом ефективності впровадження здійснювалась на основі розробленої автором узагальненої моделі оцінки ефективності СЕУ у вигляді множини критеріїв, які формувалися за допомогою інтегральної оцінки методом збалансованих показників. Використання запропонованого автором комплексу окремих, групових та інтегральних критеріїв дозволило сформулювати цільові функції для впровадження екологічно дієвої та результативної системи екологічного управління.

Запропонована автором інтегральна експрес-оцінка стану навколишнього середовища ТОВ «НВП ВАЛСА-ГТВ», яка описує дії, необхідні для отримання інформації під час та після впровадження СЕУ за реакцією-відповіддю живих організмів, дозволяє здійснювати постійний моніторинг, контролювати зміни стану навколишнього середовища та розробляти заходи для покращення функціонування системи управління для підвищення рівня екологічної безпеки ТОВ «НВП ВАЛСА-ГТВ».

Директор
 ТОВ «НВП ВАЛСА-ГТВ»



В. О. Калашніков

ISO 9001:2015 | ISO 14001:2015
 OHSAS 18001:2007
 Management System





ДЕПАРТАМЕНТ ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ
КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

вул. Басейна, 1/2А, м. Київ, 01004; тел. (044) 279-01-58; fax (044) 234-96-15; ел. пошта eko.koda@ukr.net; Код ЄДРПОУ 38750794

від 30.01.2020 р. № 06.2.02.2-09/811 На № _____ від _____ 20__ р.

Висновок

**про використання результатів дисертаційної роботи
Барабаш Олени Василівни**

**на тему: «НАУКОВІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ
БІОТЕСТУВАННЯ ТА БІОІНДИКАЦІЇ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ
ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ»**

Розроблена автором Барабаш О.В. ідентифікація типу системи екологічного управління за ефективністю впровадження на основі розрахунку основних показників екологічної дієвості та результативності дозволила суб'єктам господарювання м. Києва змінювати та покращувати свою систему управління відповідно до вимог ДСТУ ISO14001:2015.

Запропонована автором методологія функціонування ефективної системи екологічного управління із обґрунтуванням необхідності застосування методів біотестування та біоіндикації як додаткових для проведення моніторингових досліджень є універсальною як для суб'єктів господарювання, які вже впровадили, так і для тих, які знаходяться на етапах розробки системи екологічного управління.

Запропонований алгоритм вибору застосування під час кожного етапу розробки, впровадження та функціонування системи екологічного управління комплексу управлінських підходів, дозволяє керівництву організацій та підприємств розставити чіткі пріоритети для досягнення екологічно дієвої та результативної СЕУ.

Проведений автором аналіз системи «Суб'єкт господарювання» та виявлення трьох підсистем – «Навколишнє середовище», «Зовнішні стейкхолдери», «Внутрішнє середовище» та їх елементів, дозволяє керівництву визначати контекст підприємства та методи, за допомогою яких буде здійснюватись контроль та постійне поліпшення СЕУ.

Запропоновані критерії, індикатори та розраховані на їх основі коефіцієнти, що відповідають типу ефективності впровадженої СЕУ надають можливість швидко реагувати та усувати невідповідності й покращувати на

Продов. дод. Н

підприємстві екологічну результативність (сфера управління людськими ресурсами, екологічними аспектами, програмами, цілями) та екологічну дієвість, основними ознаками якої є якість навколишнього середовища та рівень збереження (або відновлення) екологічних властивостей природних компонентів довкілля, порушених внаслідок емісійного, фоново-параметричного, ландшафтно-деструктивного впливу, пов'язаного з діяльністю суб'єкта господарювання.

Директор департаменту



Вікторія КИРЕЄВА

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ПРОМЕКОПРОЕКТ»

www.prom-eco.com.ua



(044) 465-65-34

ПРОМЕКОПРОЕКТ

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи
на тему: «НАУКОВІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ БІОТЕСТУВАННЯ ТА
БІОІНДИКАЦІЇ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ
СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ»
БАРАБАШ Олени Василівни

Результати дисертаційної роботи Барабаш О. В. були використані ТОВ «Промекопроект» для формування організаційно-методичних засад для кожного етапу розробки та впровадження системи екологічного управління відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 14001:2015 «Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування».

Запропоновані автором алгоритми вибору та застосування управлінських підходів на кожному етапі розробки, впровадження та функціонування системи екологічного управління (СЕУ), на основі поєднання методологій стратегічного інтеграційного підходу до управління організаційними змінами та для функціонування екологічно дієвої та результативної системи екологічного управління, використані в Тимчасових методичних рекомендаціях для формування плану заходів та механізмів управління підсистемами суб'єктів господарювання.

Алгоритм вибору управлінського підходу на кожному етапі розробки та впровадження СЕУ запропонований автором дозволив оперативно визначати і застосовувати їх, що дозволяє у мінімальні строки вибудувати організаційну структуру, визначити місію суб'єкта господарювання та розрахувати економічний ефект від впровадження екологічно дієвої та результативної СЕУ.

Побудований автором алгоритм застосування комбінованих управлінських підходів для кожного етапу розробки та впровадження системи екологічного управління враховуючи вимоги ДСТУ ISO 14001:2015, став основою Рекомендацій ТОВ «Промекопроект» для суб'єктів господарювання під час визначення їх контексту, реального економічного стану, можливостей для розвитку, та переходу від етапу філософії змін між підсистемами суб'єкта господарювання до етапу встановлення функціональних зв'язків по вертикалі та по горизонталі між усіма учасниками перетворень для впровадження екологічно дієвої та результативної СЕУ.

Директор
ТОВ «Промекопроект»



Н. М. Бельська

Провідний еколог ТОВ «Промекопроект»

А. П. Парасочка

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ПРОЕКТНО - ЕКОЛОГІЧНИЙ КОНСАЛТИНГ»

+38 (044) 500-62-24



pec.com.ua

+38 (044) 466-66-24

PROJECT - ECOLOGICAL CONSULTING

Висновок

**про використання результатів дисертаційної роботи
Барабаш Олени Василівни**

**на тему: «НАУКОВІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ
БІОТЕСТУВАННЯ ТА БІОІНДИКАЦІЇ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ
ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ»**

Результати дисертаційної роботи Барабаш О. В. впроваджені в роботі ТОВ «Проектно-екологічний консалтинг» для формування організаційно-методичних засад застосування методів біотестування та біоіндикації в системах екологічного управління суб'єктів господарювання при реалізації державних цільових програм оцінки впливу на довкілля, яка здійснюється відповідно до Закону України “Про оцінку впливу на довкілля”, інших нормативно-правових актів та Тимчасових методичних рекомендацій.

Автором запропоновано понятійний апарат та алгоритм застосування методів біотестування та біоіндикації в системах екологічного управління, розроблені критерії та індикатори встановлення типу системи екологічного управління за ефективністю функціонування дозволяють формувати єдині вимоги при розробці систем екологічною безпекою суб'єктів господарювання. Розроблені системна модель екологічно дієвої та результативної системи екологічного управління та методологічна модель біотестування та біоіндикації в системах управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання передбачають інтеграцію біодіагностування в методологію впровадження системи екологічного управління, дозволяють не тільки сформулювати стратегію екологічного управління на основі сучасного наукового підходу, але й розробити методичні рекомендації застосування методів біотестування та біоіндикації в системах управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання. Впровадження та виділення моделей за типів ефективності впровадженої СЕУ дозволило визначити передумови формування екологічно дієвої та результативної системи екологічного управління.

Директор
ТОВ «Проектно-екологічний консалтинг»

Д. О. Личкін

Провідний спеціаліст
відділу оцінки впливу на довкілля

О. Ю. Чергік



010334



УКРАЇНА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, т.ф. +38 (044) 280 82 03, т. +38 (044) 280 87 65
 e-mail: general@ntu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02070915

14.01.2020 № 109/01

на № _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи
 на тему: «НАУКОВІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ
 БІОТЕСТУВАННЯ ТА БІОІНДИКАЦІЇ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ
 ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ»

Барабаш Олени Василівни

Отримані та обґрунтовані наукові результати в докторській дисертації Барабаш Олени Василівни на тему «Наукові основи застосування методів біотестування та біоіндикації в системах управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання» на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека мають наукову новизну та практичну цінність, апробовані і використовуються у навчальному процесі Національного транспортного університету.

Результати роботи Барабаш О. В. були впроваджені при підготовці освітньо-професійних програм галузей знань 10 «Природничі науки», 18 «Виробництво та технології», 07 «Управління та адміністрування», спеціальностей 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища»; 073 «Менеджмент» спеціалізація «Менеджмент в природоохоронній діяльності» для першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти. Контроль знань здобувачів освітньо-професійної програми «Екологія» показав, що за рахунок поєднання навчально-методичного забезпечення з дистанційними курсами зріс рівень та ефективність отриманих знань. При порівнянні результатів екзаменаційних сесій (2015-2019 навчальних років) встановлено, що якісна успішність з дисциплін «Екологічний аудит на підприємстві» зросла на 33,4%; «Екологічного менеджменту» – 38,7%, «Біоіндикації» – 28,8%, що підтверджує рівень якості комплексного підходу до навчання здобувачів.

Проректор з навчальних робіт,
 к.т.н., професор



О. К. Гришук