

## **В І Д Г У К**

***Офіційного опонента д.т.н., проф. Волошкіної Олени Семенівни***

**на дисертаційну роботу**

**БАРАБАШ ОЛЕНИ ВАСИЛІВНИ « НАУКОВІ ОСНОВИ  
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ БІОТЕСТУВАННЯ ТА БІОІНДИКАЦІЇ В  
СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ СУБ'ЄКТІВ  
ГОСПОДАРЮВАННЯ»**

подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Для опонування було надано автореферат на 38 сторінках та дисертацію повним обсягом 450 сторінки, яка складається з анотації, вступу, шести розділів, списку використаних джерел із 465 найменувань, дванадцять додатків, 5 актів впровадження.

Роботу виконано на кафедрі екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету Міністерства освіти і науки України. Дисертацію та автореферат викладено державною мовою. Графічний матеріал виконано якісно, він повною мірою ілюструє наведені в роботі наукові положення і висновки.

### **Актуальність теми дисертації**

30 вересня 2019 року Президент України видав Указ “Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року” , в якому було підтримано забезпечення досягнення глобальних цілей сталого розвитку та результатів їх адаптації з урахуванням специфіки розвитку України. Для досягнення сталого розвитку надзвичайно важливо гармонізувати три основні взаємопов'язані елементи: економічне зростання, соціальну інтеграцію та охорону навколишнього середовища, що мають вирішальне значення для добробуту як окремих людей, так і суспільства. Запровадження міжнародних стандартів систем екологічного управління на підприємствах і в компаніях, впровадження системи екологічного управління (СЕУ) в Україні відповідно до вимог ДСТУ ISO 14001:2015 сприятиме розвитку системи управління навколишнім природним середовищем та реалізації в Україні міжнародних природоохоронних ініціатив задля сталого розвитку.

Розроблення моніторингу систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання є невід'ємною та обов'язковою складовою на всіх етапах упровадження та функціонування СЕУ. Застосування методів біотестування та біоіндикації, як додаткових інструментів моніторингових досліджень під час розроблення, впровадження та функціонування СЕУ, дасть змогу отримувати більш повну інформацію про стан природних компонентів довкілля в межах впливу суб'єктів господарювання (СГ).

Зважаючи на вищенаведене, актуальність теми дисертаційних досліджень сумніву не викликає, оскільки з одного боку вона спрямована на розробку методології оцінки рівня розвитку систем управління екологічною безпекою СГ, на поєднання визначення комплексного критерію контролю екологічної

діяльності СЕУ та вибору типу моделі СЕУ за ефективністю функціонування, а з другого боку стосується розробки наукових основ забезпечення застосування додаткових методів моніторингу для контролю екологічної діяльності СГ, зокрема методів біоіндикації та біотестування

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Робота виконувалась відповідно до плану наукових досліджень кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету, а саме: «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.

Тематика дисертаційної роботи відповідає пріоритетним напрямкам 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 напрямкам Закону України «Про основи національної безпеки України».

**Обґрунтованість наукових положень дисертаційної роботи, висновків та рекомендацій, повнота їх висвітлення в наукових працях.** Наукові положення дисертаційної роботи забезпечуються всебічним глибоким аналізом стану науково-технічних досягнень із питань та підходів збалансованого розвитку, впливу діяльності суб'єктів господарювання на стан довкілля та шляхів підвищення їх рівня екологічної безпеки; відповідністю методів дослідження поставленим у роботі меті і завданням; коректним застосуванням комплексу сучасних взаємодоповнюючих принципів, методів та засобів проведення дослідження, включаючи репрезативну вибірку багаточисельних результатів експериментальних досліджень, широким застосуванням математичних методів з використанням програмних комплексів *MatLab* та *Process Modeler (ERwin)*, коректним порівнянням теоретичних положень із результатами експериментальних досліджень, апробацією, ґрунтовними науковими публікаціями і практичним впровадженням.

Висновки по роботі відповідають поставленій меті та завданням дослідження.

Матеріали дисертаційної роботи у повній мірі висвітлені у 31 науковій роботі 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, 29 тез доповідей у збірниках доповідей на наукових конференціях та з'їздах, 3 свідоцтва авторського права на твір.

### **Наукова новизна, теоретичне та практичне значення одержаних результатів.**

1). 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.

2). Знайшла подальший розвиток система екологічного управління, яка включає такі підсистеми, як «середовище суб'єкта господарювання», «організаційна структура та лідерство», «планування», «підтримування СЕУ», «виробництво» шляхом розроблення системної моделі, що дозволяє встановити вхідні та вихідні потоки параметрів процесів функціонування та розвитку системи управління екологічною безпекою СГ.

3). Вперше встановлено доцільність застосування методів біотестування та біоіндикації за реакцією-відповіддю біоіндикаторів та тест-систем на скорочення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря суб'єктами господарювання в результаті впровадження систем екологічного управління.

4). Розроблено систему групових критеріїв контролю екологічної діяльності СЕУ, що включають груповий показник екологічної результативності, груповий показник ефективності управління та груповий показник екологічної дієвості (враховує узагальнюючі індикатори стану біосистем та якості довкілля) і дають можливість оцінити екологічну діяльність системи екологічного управління, спрямовану на покращення стану природних компонентів довкілля та рівень екологічної безпеки суб'єктів господарювання після її впровадження.

5). 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.

Теоретичне значення роботи полягає у побудові алгоритму структурної моделі реалізації управлінських підходів на всіх етапах розроблення, впровадження та функціонування систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання для їх оптимального рівня розвитку.

Розроблено метод вибору типу моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування в умовах невизначеності на підставі теорії нечітких множин.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх застосування при:

- виявленні ступеня досягнення СГ екологічних зобов'язань та обов'язкових для дотримання відповідності вимог ДСТУ ISO 14001:2015;
- визначенні рівня організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання в результаті впровадження системи екологічного управління;
- визначенні типу СЕУ за ефективністю функціонування;
- оцінці рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання за організаційними змінами діяльності суб'єктів господарювання та контролем екологічної діяльності СЕУ;

У межах впливу діяльності СГ удосконалення теоретико-методологічного підходу для проведення моніторингових досліджень із застосуванням методів біоіндикації та біотестування для визначення стану біосистем дозволить більш коректно визначати вплив промислових об'єктів на довкілля.

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).

**Оцінка змісту дисертації та її завершеності.** Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків, 465 найменувань використаних джерел і дванадцяти додатків. Матеріали дисертації викладено на 450 сторінках друкованого тексту.

Дисертація написана грамотною технічною українською мовою з використанням сучасної професійної лексики. Ілюстративний матеріал міститься в достатній кількості для повного розуміння виконаної роботи.

Автореферат відповідає змісту дисертації і розкриває основні наукові та практичні результати.

#### **Аналіз викладеного матеріалу за розділами дисертації.**

**Анотацію** до дисертації, як і надалі її текст, виконано згідно з вимогами наказу Міністерства освіти України «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» № 40 від 12.01.2017. В ній стисло представлені основні результати дослідження із зазначенням наукової новизни та практичне значення роботи.

У **вступі** розкрито суть та стан проблеми, обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, сформульовано мету, основні завдання дослідження, наукову новизну отриманих результатів. Розглянуто практичне значення та впровадження результатів дисертації. Наведено відомості про публікації та апробацію роботи.

У **першому розділі** на основі аналізу наукових публікацій та нормативно-законодавчих актів щодо сучасного стану та шляхів удосконалення політики

розвитку та забезпечення екологічної безпеки суб'єктів господарювання та динаміки впровадження систем екологічного управління суб'єктами господарювання доведено актуальність проблеми застосування методів біоіндикації та біотестування для визначення стану природних компонентів довкілля. Вітчизняними та закордонними авторами зазначено, що негативні зміни в параметрах навколишнього середовища внаслідок діяльності СГ потребують удосконалення моніторингу ефективного функціонування механізмів запобігання та зменшення впливу СГ на стан 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 компонентів навколишнього середовища і виявляють ступінь токсичності природних компонентів в межах санітарно-захисної зони СГ. Отже, дослідження цього розділу щодо механізму застосування методів біоіндикації та біотестування для контролю екологічної діяльності та оцінювання ефективності функціонування СЕУ є актуальним і потребує вирішення.

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 суспільства.

В розділі також розглянуто теоретичні і практичні підходи щодо визначення чинників екологічної діяльності суб'єктів господарювання за видами діяльності для забезпечення їх достатнім рівнем екологічної безпеки. Удосконалення нормативно-правової бази розвитку і функціонування СГ повинно забезпечуватися пріоритетами, напрямками та механізмами здійснення довгострокової державної політики, визначеної Законом України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року», а також вимогами гармонізації законодавства України із законодавством ЄС.

У зв'язку з чим обґрунтовується науково-прикладна проблема і актуальність теми дослідження

**Другий розділ** роботи присвячено методології наукових досліджень, яка базується на створенні передумов щодо встановлення рівня екологічної безпеки та організаційних змін суб'єктів господарювання для оцінювання рівня розвитку систем управління екологічною безпекою запропонованими методами, а саме: 1) визначення комплексного критерію екологічної діяльності СЕУ суб'єктів господарювання; 2) вибору типу моделі системи екологічного управління за ефективністю функціонування.

У даному розділі роботи використано комплексний підхід, який включає аналіз і узагальнення світового досвіду та власних досліджень системи екологічного управління що дало змогу розробити системну модель СЕУ, 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. Наведені методи та методики для проведення експериментальних досліджень.

**Третій розділ** присвячено процесам та механізмам постійного поліпшування СЕУ, організації діяльності суб'єкта господарювання через контроль та коригування запропонованих показників (екологічна результативність, ефективність управління та екологічна дієвість), які визначають рівень контролю екологічної діяльності системи екологічного управління.

Дослідження показали, що дані показники залежать від логічних взаємовідносин між рівнями управління та їх функціональною складовою у єдності підсистем та їх елементів: «Внутрішнє середовище», «Зовнішні стейкхолдери», «Довкілля». Автором в даному розділі запропоновано алгоритм вибору та застосування управлінських підходів на етапах розробки, впровадження та функціонування СЕУ. Особливої ваги набуває факт, що розроблена методологія оцінювання розвитку систем управління екологічною безпекою СГ на основі запропонованого методу визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління. На основі експертної оцінки вагомості групових показників, такий підхід дає змогу визначати рівень екологічної безпеки СГ.

Приведені в розділі дослідження дають змогу визначити тип моделі СЕУ за ефективністю функціонування.

**Четвертий розділ** присвячений результатам експериментальних досліджень із застосуванням методів біоіндикації та біотестування до та після впровадження СЕУ в межах впливу СГ, що здійснюють свою діяльність у різних галузях економіки на території адміністративно-територіальних районів м. Києва. В кожному територіально-адміністративному районі міста вибрано ряд підприємств за різними видами господарської діяльності.

Що стосується визначення впливу на атмосферне повітря від діяльності підприємств, то автором експериментально доведено, що організаційні зміни діяльності суб'єктів господарювання під час упровадження СЕУ привели до скорочення викидів твердих частинок в атмосферне повітря від 3 до 21 %, що позначилось на вегетативному розвитку *T. cordata* збільшенням площі листових пластинок від 4,3 до 5,72 см<sup>2</sup> та зменшенням їх пилового забруднення від 31 до 53 %. Визначено, що скорочення потужності викидів забруднювальних речовин СГ від 11 до 24 % спричиняє зміни значення показника флуктуаційної асиметрії *B. pendula* з критичного до середнього рівня. Експериментально доведено, що внаслідок кумулятивного ефекту ґрунту рівень його токсичності залежить від рівня токсичності атмосферних опадів. Зменшення викидів сполук металів у результаті виконання екологічної програми СЕУ досліджуваних СГ на 35 %, приводить до зменшення рівня

біотоксичності атмосферних опадів на 73 % та ґрунтів на 62 % за реакцією *L. sativum*.

Проведені дослідження дозволили автору розрахувати узагальнювальний індикатор стану біосистем у складі комплексного критерію контролю екологічної діяльності системи екологічного управління.

У **п'ятому розділі** на основі апріорної та статистичної інформації СГ сформовано алгоритм визначення комплексного критерію контролю екологічної діяльності. За результатами дослідження окремих одиничних чинників сформовано групи об'єднуючих показників, які дозволили визначити групові показники СЕУ: екологічної результативності (ЕА), ефективності управління (ЕМ) та екологічної дієвості (ЕЕ), а також побудувати математичну модель їх розрахунку.

Абсолютне відхилення чинників за період спостереження вказує на напрямок успішності еколого-економічної політики, зокрема потенційний ризик здоров'ю населення при впливі різних видів забруднюючих речовин, 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.

У **шостому розділі** роботи дослідження стосуються питання розвитку систем управління екологічною безпекою СГ. Аналіз дослідження екологічної результативності суб'єктів господарювання за об'єднуючими показниками було досліджено на основі 10 вибраних СГ в попередніх розділах роботи для різних адміністративних районів м. Києва. 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. Показник рівня ефективності управління. Підприємств, які досліджуються знаходиться в інтервалі 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. Зміни рівня ефективності управління по дослідним СГ змінюється від 0,56 до 0,83.

Нечітке моделювання організаційних змін діяльності суб'єктів господарювання та вибір типу моделей СЕУ за ефективністю функціонування здійснювали з використанням пакета *MatLab* за алгоритмом Мамдані. Щоб сформулювати різні рівні моделі організаційних змін діяльності СГ, використовувався ряд функцій належності. Для перетворення лінгвістичних

змінних як показників функціонування СЕУ СГ ( $K_{i,j}$ ) на етапі фазифікації застосували трапецієподібну функцію належності

**Загальні висновки** до дисертації логічно випливають з викладеного матеріалу і свідчать про виконання завдань дослідження й досягнення поставленої мети.

У додатку **Н** представлені належним чином оформлені акти упровадження результатів дисертаційного дослідження.

При ознайомленні з текстом дисертації виникли наступні **зауваження та запитання**:

1. В першому розділі роботи (стор.67) на рис1.7 наведені дані , які закінчуються 2016роком. Впровадження СЕУ згідно стандарту ISO 14001-2015 на підприємствах згідно даного графіку було почато з 2009 року, тоді на той період діяв інший стандарт, а дія вказаного стандарту розпочалася пізніше.
2. Якими принципами керувався автор під час вибору комплексу некерованих факторів (розділ 2Ю стор.97), адже фактори типу «Законодавство» та «Географічне положення» є частково керованими.
3. Чому при аналізі поверхневих вод (стр.108) в табл. 2.3. не враховано визначення еколого-санітарних показників?
4. В підрозділі 2.3.1.4. «Методика відбору рослинних і тваринних організмів» слід було б, на нашу думку, зупинитися більш детально на виборі біоіндикаторів та тест-об'єктів для проведення моніторингових досліджень. Цей вибір було зроблено для умов м. Києва, або для всіх природно-кліматичних зон України?
5. При моделюванні підсистеми «Внутрішнє середовище» (рис.3.5., підрозділ 3.2.1.) не зовсім зрозуміло як враховуються внутрішні фактори, які створюють небезпечність підприємства і можуть призвести до надзвичайної ситуації ( тиск, вібрація, порожнини з окислювачем тощо), а також екзогенні фактори (підрозділ 3.2.2) на території розташування підприємства – можливість зсувів, підтоплення, які можуть порушити безпечність функціонування підприємства.
6. При розгляді підсистеми «Довкілля» автор виділяє буферну зону (опосередкований вплив забруднювачів на довкілля) В яких розмірах може змінюватися ця зона в межах кризових допустимих меж урбанізованого середовища навколо СГ і чи вона завжди існує?
7. Автором в третьому розділі роботи зазначено, що «Керівництво повинно провести оцінку ризику, що характеризується імовірністю розвитку у населення несприятливих для здоров'я ефектів в результаті реального чи потенційного забруднення довкілля суб'єктом господарювання до і після впровадження СЕУ». Бажано було б привести рекомендовані методики для здійснення такої ризик-орієнтованої оцінки в процесі впровадження СЕУ.
8. Чи можливо Робочій групі на підприємстві (стр 164) орієнтуватися на систему багаторічних моніторингових спостережень для визначення фонових показників? Це дозволило б скоротити час та витрати на проведення підприємством власних лабораторних досліджень.
9. Як визначалися вагові коефіцієнти в матриці об'єднуючого показника, що визначає екологічність сировини (рівняння 3.1., стр.169).



10. На рис 4.2. (стр.206) наведено два графіки щодо ефекту змін некротичних ушкоджень та хлорозів (відділ голонасінні) до і після впровадження СЕУ на СГ. З цих графіків незрозуміло, який з них стосується викидів сполук хлору, а який – сірки в атмосферне повітря. Також не зрозуміло, що ефект змін НП(г) після впровадження СЕУ на другому графіку вище ніж НП(г) і НП(г) до і після впровадження СЕУ.

11. На нашу думку, в четвертому розділі роботи було б доцільно зазначити на яких підставах відбувався вибір підприємств в кожному районі Києва за видами господарської діяльності для проведення досліджень із застосуванням методів біоіндикації та біотестування до та після впровадження СЕУ в зоні впливу СГ.

12. В списку використаних літературних джерел два джерела під номером 452.

13. Вважаємо також за доцільне подальше впровадження результатів досліджень в відомчі нормативні документи.

### ВИСНОВОК

У дисертаційній роботі Барабаш О.В. вирішено актуальну наукову проблему, яка має велике науково-прикладне значення. Розроблені підходи щодо удосконалення ведення системи моніторингових досліджень для встановлення рівня розвитку систем управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання з використанням методів біотестування та біоіндикації.

Представлена робота є завершеним науковим дослідженням у галузі екологічної безпеки, містить нові науково обґрунтовані результати, має практичну значущість. Зміст і реалізація результатів досліджень відповідають паспорту і напрямам досліджень за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. За характером, обсягом і результатами досліджень дисертація відповідає чинним вимогам до докторських дисертацій, зокрема пунктам 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затверджених Постановою КМУ від 24.07.2013 року № 567 та змінам згідно Постанови КМУ від 19.08.2015 року № 656 та № 1159 від 30.12.2015.

Виходячи з викладеного, рекомендую присудити Барабаш Олені Василівні науковий ступінь доктора технічних наук зі спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент, д.т.н., проф.,  
Завідувач кафедри охорони праці та  
Навколишнього середовища  
Київського національного університету  
будівництва і архітектури

О.С. Волошкіна

Підпис проф. Волошкіна О.С. засвідчую

Перший  
проф. Черемисов Д.О.  
Згідно офіційного повідомлення від 14.01.16  
проф. Черемисов Д.О.  
до інспекції Д-26.182