

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ХАРЛАМОВА ОЛЕНА ВОЛОДИМИРІВНА**



УДК: 504.1/.7:502.13:502.175(043.3)

**НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ  
БЕЗПЕКОЮ В УМОВАХ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННОГО  
НАВАНТАЖЕННЯ**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Суми – 2018

Дисертація є кваліфікаційною науковою працею на правах рукопису.  
Робота виконана в Кременчуцькому національному університеті імені Михайла Остроградського Міністерства освіти і науки України.

**Науковий  
консультант**

доктор технічних наук, професор  
**Мальований Мирослав Степанович,**  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Міністерства освіти і науки України,  
завідувач кафедри екології та збалансованого  
природокористування, м. Львів.

**Офіційні  
опоненти**

доктор технічних наук, професор  
**Волошкіна Олена Семенівна,**  
Київський національний університет будівництва і  
архітектури Міністерства освіти і науки України,  
завідувач кафедри охорони праці та навколишнього  
середовища, м. Київ;

доктор технічних наук, професор  
**Вамболь Віола Владиславівна,**  
Національний університет цивільного захисту  
України Державної служби з надзвичайних ситуацій  
України, професор кафедри охорони праці та  
техногенно-екологічної безпеки, м. Харків;

доктор технічних наук, доцент  
**Гурець Лариса Леонідівна,**  
Сумський державний університет Міністерства освіти  
і науки України, доцент кафедри прикладної екології,  
м. Суми.

Захист відбудеться «18» січня 2019 р. о 12<sup>00</sup> на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 55.051.04 Сумського державного університету за адресою: 40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, корп. Ц, ауд. 204.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Сумського державного університету за адресою: 40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2 та на сайті спеціалізованої вченої ради Д 55.051.04 за електронною адресою: <http://sumdu.edu.ua/ukr/scientific/scientific-council/32-scientific/scientific-council/5367.html>.

Автореферат розісланий «17» грудня 2018 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради Д 55.051.04



І. Ю. Аблеєва

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Екологічна безпека, на наш погляд, який підкріплений результатами аналізу літературних джерел та власних досліджень, охоплює практично всі сфери життєдіяльності суспільства. Тому проблеми екологічної безпеки багатогранні, що визначає широкий спектр напрямів наукових досліджень у цій галузі. Стрімкий розвиток науки та техніки, зумовлений потребами економіки, призвів до появи небезпеки для здоров'я людини та навколишнього середовища. У створеній техносфері виникла суттєва потенційна небезпека від антропогенних чинників, дія яких одного порядку або перевищує вплив природних екологічних чинників на людину та середовище її існування. А сумісна дія природних та антропогенних чинників може суттєво підвищити рівень екологічної небезпеки. Це потребує проведення серйозних наукових досліджень задля гарантування захисту людини та довкілля від впливу природно-антропогенних чинників. Літературні дані щодо структурно-логічної ієрархічної моделі екологічної небезпеки та особливостей її формування не дають повного уявлення стосовно природно-антропогенного типу небезпеки, в першу чергу техногенного впливу (та можливості його мінімізації) на об'єкти гідросфери і літосфери.

Аналіз результатів наукових досліджень із розробки способів та методів зниження рівня природно-техногенного навантаження на гідросферу, ослаблення впливу літосферних процесів техногенного походження й об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, одержання ефективних адсорбентів із відходів та застосування їх для очищення компонентів довкілля від забруднення показав недостатню розвиненість комплексного підходу до вирішення зазначених проблем. Недостатня увага науковців приділяється встановленню закономірностей та вивченню особливостей впливу природної складової екологічної небезпеки на умови формування та поширення у просторово-часовому континуумі небезпеки антропогенного походження.

Таким чином, розвиток науково-методологічних засад управління екологічною безпекою в умовах природно-антропогенного навантаження є актуальною *науково-прикладною проблемою*.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тематика дисертаційної роботи відповідає пріоритетним напрямам діяльності, окресленим в «Основних напрямках державної політики України в області охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки», затверджених Постановою Верховної Ради України № 188/98-ВР від 05.03.1998 року. Дисертаційну роботу виконано відповідно до «Основних засад (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2020 року», затверджених Законом України № 2818-VI від 21.12.2010 року, а також плану науково-дослідних робіт Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (КрНУ) та кафедри екологічної безпеки та організації природокористування (ЕБОП). В основу дисертації покладено результати науково-дослідних робіт, у яких автор брав участь як виконавець: «Розробка програми постійного контролю та спостереження

«моніторингу» за забрудненням атмосферного повітря в м. Кременчуці на відповідність вмісту забруднюючих речовин нормам ГДК, інтегровану з існуючою системою моніторингу лабораторії спостереження за забрудненням атмосферного повітря (ЛСЗА) м. Кременчука» (№ ДР 0117U001768); «Дослідження санітарно-гігієнічного стану чагарниково-деревинного складу на території парку «Воїнів-Інтернаціоналістів», як складової частини регіонального ландшафтного парку «Кагамлицький»» (№ ДР 0118U001470); «Переробка жирових відходів з отриманням біодизельного палива» (№ ДР 0118U001458); «Наукова еколого-експертна оцінка матеріалів «Екологічна ситуація, що склалась у районі Північного промвузла м. Кременчука, до якого належать потужні підприємства-забруднювачі (ПАТ «Укртатнафта», філія Кременчуцька ТЕЦ ПАТ «Полтаваобленерго», ПАТ «КЗТВ», промивально-пропарювальна станція ВП «Вагонне депо Кременчук» та ін.)»» (№ ДР 0118U005136).

**Мета і завдання дослідження.** *Мета* наукового дослідження полягає у розробленні теоретичних основ та практичних рішень щодо управління екологічною безпекою в умовах природно-антропогенного навантаження на основі закономірностей формування екологічної небезпеки в соціально-економічній зоні.

Для досягнення мети в роботі поставлено та вирішено такі **завдання**:

- розробити методологічні аспекти дисертаційного дослідження, виявити та застосувати ефективні апробовані методи проведення теоретичних та прикладних досліджень;

- розширити та поглибити наукові уявлення щодо закономірностей та особливостей виникнення і поширення екологічної небезпеки в умовах дії природно-антропогенних чинників. Розробити модель формування екологічної небезпеки в соціально-економічній зоні під впливом природно-антропогенних чинників;

- обґрунтувати загальні теоретичні положення щодо управління екологічною безпекою в умовах природно-антропогенного навантаження. Розробити схему реалізації наукових досліджень задля забезпечення ефективного управління безпекою у соціально-економічній зоні;

- провести наукове обґрунтування методології аналізу можливих проявів екологічної небезпеки стосовно об'єктів підвищеної небезпеки в соціально-економічній зоні (СЕЗ). Розробити універсальний підхід щодо надійної структуризації СЕЗ із застосуванням параметрів радіємності як індикатора впливу різноманітних природно-антропогенних чинників на біоту;

- здійснити моніторингові дослідження формування та просторового поширення багатопротильної екологічної небезпеки на прикладі Кременчуцької СЕЗ;

- провести експериментальні дослідження способів та засобів управління екологічною безпекою;

- розробити комплексну систему регулювання стану екологічної безпеки СЕЗ

в умовах природно-антропогенного навантаження на основі проведення моніторингу формування та проявів небезпеки, створення та удосконалення технічних засобів, що забезпечують обмеження (запобігання) негативного впливу на людину і навколишнє середовище.

*Об'єкт дослідження* – процеси формування та поширення екологічної небезпеки в умовах природно-антропогенного навантаження під впливом соціогенних і техногенних чинників.

*Предмет дослідження* – управління екологічною безпекою в техногенно навантаженій соціально-економічній зоні.

**Методи дослідження.** Теоретичні дослідження методично забезпечені класичними методами наукового пізнання: логічного аналізу інформації, наукового узагальнення, дедукції та аналогій. У процесі проведення практичних та експериментальних досліджень використані такі методи: електронної мікроскопії, рентгенофазового аналізу, інфрачервоної спектрофотометрії, фотоколориметрії – для дослідження складу, структури і властивостей розроблених адсорбентів; реєстрації механічних коливань із аналізом амплітудно-частотних параметрів – для вивчення наслідків впливу землетрусів техногенного походження; біотестування – для оцінювання екологічного стану водного середовища; регресивно-кореляційного аналізу – для оцінки впливу проявів екологічної небезпеки на стан здоров'я населення; статистичної ідентифікації даних моделям – для перевірки однорідності та достовірності експериментальних даних. Обробка результатів експериментів проводилась із використанням математичної статистики в пакеті MS Excel та графоаналітичних методів за допомогою прикладного пакету Advanced Grapher.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає у такому:

– *вперше* розроблено модель формування екологічної небезпеки в соціально-економічній зоні під впливом природно-антропогенних чинників, яка включає сукупність внутрішньозонових чинників та враховує зовнішній природно-антропогенний вплив і поширення небезпеки за межі зони. Використання моделі дає змогу ефективно здійснювати моніторинг станів небезпеки та визначати заходи із управління екологічною безпекою;

– *вперше* науково обґрунтовано загальні теоретичні положення щодо управління екологічною безпекою в умовах природно-антропогенного навантаження (послаблення наслідків проявів екологічної небезпеки здійснюється унаслідок оптимального впливу на параметри середовища її поширення; мінімізація одночасної присутності складових екологічної небезпеки зменшує ступінь впливу на людей та довкілля; реалізація заходів із управління екологічною безпекою та зниження ступеня проявів небезпеки під їх впливом можуть бути розосереджені як в просторі, так і у часі), які є науковим підґрунтям для розроблення ефективних технічних рішень з управління екологічною безпекою у конкретній соціально-економічній зоні;

– *вперше* створено наукові засади реалізації ієрархічної схеми досліджень процесу управління природно-антропогенною складовою екологічної безпеки у соціально-економічній зоні (СЕЗ), що включає: встановлення ролі природних

чинників у формуванні та поширенні небезпеки, виявлення антропогенних джерел небезпеки, аналіз проявів небезпеки, дослідження зміни показників стану природного середовища, розроблення заходів з управління екологічної безпекою;

– *вперше* з позицій системного аналізу науково обґрунтовано методологію аналізу можливих впливів на біоту та довкілля об'єктів підвищеної небезпеки в СЕЗ, яка структурована на етапи (декомпозиція СЕЗ на підсистеми, визначення особливостей функціонування кожної підсистеми у взаємодії з іншими, встановлення інтегральних параметрів для СЕЗ). Визначено універсальний підхід щодо надійної структуризації СЕЗ, який полягає у встановленні параметрів радіємності та застосуванні їх як індикатора стану екологічної безпеки;

– *вперше* науково обґрунтовано полістадійний спосіб отримання адсорбенту підвищеної поглинальної здатності на основі відходів агропромислового комплексу, який включає обробку сировини сульфатною кислотою, механохімічне модифікування, електростатичну сепарацію (для забезпечення однорідності гранулометричного складу) та стадію кавітації (для збільшення ступеню поризації). У результаті застосування способу підвищується рівень екологічної безпеки за рахунок ефективного вилучення забруднень в геосферах та економії природних ресурсів, що використовувались у традиційних способах отримання адсорбенту;

– *розширено наукові уявлення* щодо закономірностей та особливостей виникнення і поширення екологічної небезпеки в умовах дії природно-антропогенних чинників, що визначається, в першу чергу, структуризацією небезпеки – виявленням для конкретної СЕЗ тільки її властивих домінуючих за інтенсивністю можливого впливу складових небезпеки з урахуванням ефекту синергії; встановленням особливостей розміщення джерел небезпеки відносно певних об'єктів з урахуванням параметрів середовища, в якому вона поширюється. Зазначене є теоретичним фундаментом для практичного визначення станів екологічної небезпеки;

– *набуло подальшого розвитку* наукове обґрунтування використання параметрів деградації ґрунтово-рослинного покриву як індикатора стану формованої екологічної небезпеки в СЕЗ в умовах природно-антропогенного навантаження шляхом встановлення кореляції між показниками накопичення важких металів у ґрунтах та листі дерев, кислотної деградації і дегуміфікації ґрунту, ступеня пошкодження листя і хвої рослин та рівнем антропогенної складової екологічної небезпеки;

– *набули подальшого розвитку* наукові засади управління екологічною безпекою за умови впливу літосферних процесів техногенного походження шляхом розроблення за результатами екологічного моніторингу системи технічних заходів, зокрема, зміни параметрів середовища між джерелом небезпеки та об'єктом, на який вона впливає.

### **Практичне значення отриманих результатів:**

1. Застосування у практичній діяльності встановлених закономірностей та особливостей виникнення і поширення екологічної небезпеки, розробленої моделі формування небезпеки в СЕЗ під впливом природно-антропогенних чинників

дозволяє забезпечити розробку ефективних технічних рішень для управління екологічною безпекою.

2. Розроблена на основі встановлених закономірностей управління екологічною безпекою система регулювання її стану в умовах природно-антропогенного навантаження дає можливість впливати на еколого-енергетичну безпеку соціально-економічної зони, знижувати вплив на людей та довкілля шкідливих хімічних та фізичних чинників.

3. Практична реалізація комплексного підходу щодо утилізації відходів в полістадійному процесі виготовлення адсорбентів та застосування останніх для очищення компонентів довкілля дозволяє підвищити рівень екологічної безпеки у місцях складування відходів за рахунок вилучення забруднень, а також отримати енергоносії (біодизельне паливо, біогаз і т.і.), що сприяє забезпеченню енергетичної безпеки.

4. Застосування пошарової схеми очищення забруднених нафтопродуктами технологічних ставків із використанням біодеструктора нафти для знешкодження твердих донних відкладень дозволило довести вміст залишкових забруднень на технологічному об'єкті Кременчуцької СЕЗ до значень, нижчих за ГДК. Регулювання рівня екологічної безпеки запропонованим способом може бути реалізовано в техногенно навантажених регіонах, де поширені забруднення територій нафтою та продуктами її переробки.

5. Розроблена на основі теоретичних положень формування природно-антропогенної складової екологічної небезпеки система технічних рішень щодо зниження впливу різних типів джерел техногенних землетрусів реалізована шляхом штучної зміни параметрів середовища в напрямку проходження механічних хвиль. Система може бути реалізована для забезпечення екологічної безпеки у різних техногенно навантажених урбосистемах.

*Технічну новизну* запропонованих у роботі рішень із розробки полістадійного способу отримання адсорбенту підвищеної поглинальної здатності на основі відходів агропромислового комплексу та способу отримання біогазу із синьо-зелених водоростей підтверджено 3-ма патентами України на корисну модель (пат. № 119632, №121757 та №105896).

*Практична цінність* результатів підтверджена 4 актами впровадження. Розроблені у дисертаційній роботі наукові положення щодо моніторингу проявів екологічної небезпеки використані відділом екологічної безпеки виконавчого комітету Кременчуцької міської ради (акт впровадження від 07.07.17). «Програму постійного контролю та спостереження (моніторингу) за забрудненням атмосферного повітря в м. Кременчуці» затверджено рішенням Виконавчого комітету Кременчуцької міської ради (рішення №1159 від 30.10.2017). Полістадійний спосіб отримання адсорбенту підвищеної поглинальної здатності на основі відходів агропромислового комплексу апробовано в науково-виробничій фірмі "Реагент" (акт впровадження від 12.05.18). Отриманий адсорбент використано на станції приймання стоків ТзОВ «ПАНСЕМАЛ» для очищення забруднених технологічним мастилом стоків (акт впровадження від 17.05.18). Технічні рішення щодо зниження впливу різних типів джерел техногенних землетрусів впроваджено в практичну роботу Науково-технічного

центру Полтавського відділення Інженерної академії наук України (акт впровадження від 18.04.18). Результати дисертаційного дослідження використовуються у навчальному процесі у Кременчуцькому національному університеті імені Михайла Остроградського: на лекційних та практичних заняттях з навчальної дисципліни «Екологічна безпека» підготовки бакалаврів, а також у виконанні випускних кваліфікаційних робіт; у навчальній та науковій складових підготовки доктора філософії зі спеціальності 101 «Екологія» (акт впровадження від 02.02.18).

**Особистий внесок здобувача.** У дисертації узагальнені результати досліджень, в яких автор брав безпосередню участь. Особисто дисертанту належить формулювання наукової проблеми, мети й завдань досліджень, обґрунтування положень наукової новизни, встановлення практичної значимості результатів, формулювання висновків. Автором проведено аналіз літературних джерел за темою дисертаційної роботи; обґрунтовано методологію та визначено ефективні методи досліджень; проведено експериментальні та прикладні дослідження; здійснено обробку даних та їх інтерпретацію; встановлено закономірності і особливості функціонування екологічної небезпеки та розроблено загальні теоретичні положення і конкретні технічні рішення щодо управління екологічною безпекою в умовах дії природно-антропогенних чинників; запропоновано полістадійний спосіб отримання адсорбенту підвищеної поглинальної здатності.

Внесок автора у роботи, які виконані у співавторстві, полягає у наступному. У монографіях [1, 2] дисертанту належить «наукове обґрунтування теоретичних та практичних аспектів надійної структуризації соціально-економічної зони, що включає об'єкти підвищеної екологічної небезпеки» та «створення методології теоретичних і експериментальних досліджень, проведення моніторингу станів екологічної небезпеки, розробка теоретичних основ аналізу формування екологічної небезпеки та системи управління безпекою», відповідно. У колективних монографіях [3–5] викладено результати наступних досліджень автора: «визначення екологічної ефективності використання отриманого із відходів біодизельного палива», «обґрунтування технологічних прийомів підвищення ефективності процесу біологічного очищення господарсько-побутових стічних вод», «визначення шляхів уникнення екологічної небезпеки у водосховищах Дніпровського каскаду», відповідно. У наукових статтях внесок автора наступний: [6] – розроблення класифікації методів оцінки стану екологічної небезпеки на основі інтегральних і диференціальних підходів, [7] – виявлення проявів екологічної небезпеки у штучно створених об'єктах гідросфери, [8] – встановлення можливості та доцільності виробництва енергоносіїв із синьо-зелених водоростей, [9] – обґрунтування застосування ГІС-технологій та методів нечіткого логічного аналізу в системі управління екологічною безпекою щодо об'єктів підвищеної небезпеки, [10] – експериментальні дослідження впливу поля гідродинамічної кавітації на біомасу, [11] – встановлення ефективності застосування стадії кавітації, визначення складу відпрацьованої біомаси, [12] – наукове обґрунтування системного підходу до аналізу формування екологічної небезпеки в умовах природно-техногенного



впливу, розробка теоретичних основ управління екологічною безпекою, [13] – визначення впливу бенз[а]пірену на стан екологічної безпеки харчових продуктів та компонентів довкілля, [18] – моніторинг станів екологічної небезпеки у Кременчуцькій СЕЗ, [19] – наукове обґрунтування використання ґрунтово-рослинного покриву як індикатора рівня формованої екологічної небезпеки, [21] – математичне моделювання процесу виробництва біогазу із мікроводоростей, підтвердження адекватності теоретичних розробок експериментальним даним, [22] – обґрунтування можливості застосування природних адсорбентів для виробництва органо-мінерального добрива із використанням аграрних відходів, [23] – дослідження суміші дизельного палива з біопаливом, виготовленим із залученням відходів, [25] – оцінка техногенного ризику в процесі експлуатації обладнання на об'єктах підвищеної екологічної небезпеки, обґрунтування використання магніторідинних герметизаторів для зниження рівня екологічної небезпеки, [26] – розроблення теоретичних засад та практичних заходів з управління екологічною безпекою у соціально-економічній зоні, [28] – наукове обґрунтування етапів комплексної технології утилізації мікроводоростей, [29] – моніторинг станів екологічної небезпеки в водах дніпровських водосховищ на території Кременчуцької СЕЗ, [30] – розроблення методологічних підходів до моніторингу станів екологічної небезпеки, [31] – експериментальні дослідження застосування інгібіторів корозії в системах зворотного водопостачання для зниження рівня екологічної небезпеки, [32] – дослідження процесу комплексного перероблення мікроростей із одержанням біодизельного палива та біогазу, [33, 36] – виявлення наслідків проявів екологічної небезпеки в Кременчуцькій СЕЗ та їх впливу на станом здоров'я населення, [34] – встановлення ефективності застосування адсорбентів, розроблення технічних рішень з управління екологічною безпекою, [35] – обґрунтування способу утилізації синьо-зелених водоростей для забезпечення еколого-енергетичної безпеки. У патентах [50–52] автору належить розроблення формул корисних моделей за результатами експериментальних досліджень, обґрунтування задекларованих у патентах способів отримання біогазу із мікроводоростей, виготовлення адсорбентів із використанням електростатичної сепарації та кавітації, відповідно.

**Апробація результатів роботи.** Основні наукові та практичні результати дисертаційних досліджень доповідалися та отримали позитивну оцінку на таких конференціях: XV, XIV, XIII Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми екологічної безпеки» (м. Кременчук, 2017 р., 2016 р. та 2015 р. відповідно); VI, IV Всеукраїнському з'їзді екологів з міжнародною участю «Екологія – 2017» (м. Вінниця, 2017 р.); XVII, XVI Міжнародній науково-практичній конференції «Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку освіти і науки» (м. Кременчук, 2017 р. та 2015 р., відповідно); XX Міжнародній науково-практичній конференції «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво-2017» (м. Харків, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «ЕКОГЕОФОРУМ-2017. Актуальні проблеми та інновації» (м. Івано-Франківськ, 2017 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація,

моніторинг» (м. Львів, 2017 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів» (м. Харків, 2017 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» (м. Запоріжжя, 2017 р.); Международном форуме по экологии человека и гигиене окружающей среды «Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения» (м. Москва, 2017 р.); IV Міжнародному конгресі «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (м. Львів, 2016 р.); XVI Всеукраїнській науково-технічній конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології» (м. Одеса, 2016 р.); V Міжнародній науковій конференції молодих вчених і студентів «Екологія. Довкілля. Молодь: матеріали» (м. Полтава, 2015 р.); Международном научном симпозиуме «Неделя эколога-2015» (м. Дніпродзержинськ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки» (м. Харків, 2015 р. та 2013 р.); Пленуме научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды «Комплексное воздействие факторов окружающей среды и образа жизни на здоровье населения: диагностика, коррекция, профилактика» (м. Москва, 2014 р.); Международной научной экологической конференции «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» (м. Краснодар, 2013 р.).

**Публікації.** Основні положення дисертації опубліковано в 52 наукових працях, з яких: 5 монографій; 31 стаття, зокрема 20 – у фахових наукових виданнях України з технічних наук, 3 – у фахових наукових виданнях України з географічних та біологічних наук, 1 – у інших наукових виданнях України, 3 – у виданнях, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science, 4 – у закордонних наукових періодичних виданнях; 13 тез доповідей у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій; 3 патенти України на корисну модель.

**Структура і обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Основний текст із 23 таблицями та 76 рисунками викладено на 263 сторінках, список використаних джерел з 313 найменувань розміщено на 34 сторінках, 10 додатків – на 62 сторінках. Загальний обсяг роботи складає 371 сторінку.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації, структуру й обсяг роботи.

**Перший розділ** «Встановлення ступеня дослідженості наукових проблем з метою обґрунтування ідеї дисертаційної роботи» присвячено аналітичному огляду наукових матеріалів. У попередніх дослідженнях науковців закладено

наукові засади вирішення проблем екологічної безпеки. Особливе значення дослідження екологічної безпеки у контексті національної безпеки держави пов'язано із аналізом, попередженням та прогнозуванням надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Означені проблеми ґрунтовно розглядали такі науковці як С.А. Боголюбов, Г.І. Рудько, В.І. Данилова–Данильян, В.М. Шмандій, А.Б. Качинський, М.М. Биченок, О.М. Трофімчук, та інші фахівці. Теоретико-методичні та організаційно-економічні аспекти екологічної безпеки викладено в роботах вітчизняних учених В.Л. Сідорчука, В.Я. Шевчука, Г.Г. Шматкова тощо. Сформовано наукові школи із екологічної безпеки практично в усіх галузях знань, розв'язуються конкретні наукові проблеми. За останні роки підготовлена значна кількість кандидатських та докторських дисертацій.

За результатами аналізу попередніх наукових досліджень у галузі екологічної безпеки встановлено:

- понятійно-термінологічний апарат характеризується багатовекторним характером визначень;

- науково-освітній напрям «Екологічна безпека» на сучасному етапі розвитку суспільства фактично є міждисциплінарним базисом для забезпечення належних умов існування людської спільноти та довкілля;

- науковці з різноманітних галузей знань та наукових напрямів досить часто звертаються до проблем екологічної безпеки. Значна увага приділяється дослідженням екологічної безпеки гідросфери, що, на нашу думку, обумовлено достатньо серйозними проблемами в штучно створених об'єктах гідросфери.

Критичний огляд стану дослідження різних аспектів екологічної безпеки свідчить про недостатню вивченість сумісного впливу складових небезпеки різного генезису, загальний та декларативний характер більшості запропонованих методів регулювання станів безпеки і т.п. Екологічна безпека природно-антропогенного генезису безумовно вимагає більш глибокої розробки методологічних аспектів та теорії, опрацювання наукових основ управління нею на базі всебічного дослідження процесів та умов формування небезпеки, потребує уточнення та деталізації понятійно-термінологічного апарату і т.п. Аналіз результатів наукових досліджень із розроблення способів та методів зниження рівня природно-антропогенного навантаження на гідросферу, ослаблення впливу літосферних процесів техногенного походження та об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, розроблення ефективних та дешевих адсорбентів для очищення компонентів довкілля від забруднення показав недостатню вивченість зазначених проблем та шляхів їх вирішення.

На основі результатів літературного огляду та логічного аналізу фактичного матеріалу зроблено висновок про те, що розв'язувана в дисертаційній роботі науково-практична проблема, яка полягає у встановленні закономірностей формування природно-техногенної складової екологічної небезпеки та розробленні теоретичних основ, а також практичних рішень із управління екологічною безпекою, є досить актуальною. Обґрунтовано мету та основні напрями дисертаційного дослідження, що визначають структуру роботи.

У другому розділі «Методологія дисертаційного дослідження та використані методи» представлено результати теоретичних досліджень із обґрунтування методологічного підходу до розв'язання задач дисертаційного дослідження; охарактеризовано використані методи проведення досліджень.

Методологія дослідження ґрунтується на застосуванні системного аналізу процесу формування екологічної небезпеки, в рамках якого загальне завдання поділяється на ряд завдань дослідження окремих чинників, та структурується на етапи:

1) логічний аналіз сучасного стану вивченості проблем екологічної безпеки; із використанням методу дедукції встановлюється ступінь опрацювання наукових аспектів та визначаються основні завдання дослідження;

2) розроблення теоретичних засад дисертаційного дослідження, науковим базисом якого є система ієрархічного техніко-технологічного управління екологічною безпекою на основі принципів формування небезпеки із застосуванням методу елементно-теоретичного синтезу. Експериментальні дані попередніх дослідників, а також, результати власних інструментальних замірів становлять фактологічний базис. Методами дедукції та аналогій існуюча структура екологічної небезпеки деталізується та модифікується, методом індукції розробляється системна класифікація. На основі визначених шляхів та механізмів формування небезпеки методом структурно-логічного синтезу формується концепція оцінювання станів екологічної небезпеки;

3) експериментальна та практична перевірка розроблених теоретичних положень;

4) визначення організаційно-технічних заходів зі зниження рівня екологічної небезпеки; на основі результатів експериментальних досліджень та методу імітаційного моделювання перевіряється ефективність впровадження розроблених рішень.

Надана характеристика фізико-хімічних властивостей матеріалів, які використовувались у дослідженнях: різних видів відходів агропромислового комплексу (як сировини для отримання адсорбентів); саобстоку (як компонента для виробництва біодизельного палива); мікроводоростей зі штучно створених водойм (як чинників формування екологічної небезпеки у акваторіях природно-антропогенних водосховищ).

Методичні аспекти вивчення можливостей зниження рівня екологічної небезпеки, що формується у гідросфері, ґрунтуються на визначенні ступеню токсичності різних концентрацій субстрату біотестуванням та дослідження процесів утилізація мікроводоростей із одержанням продукції цільового призначення. У процесі виготовлення адсорбентів та проведенні експериментальних досліджень їх властивостей використані апробовані методики, у тому числі електронно-мікроскопічні дослідження структури та рельєфу поверхні адсорбентів, низькотемпературна адсорбція азотом, фотокolorиметричний метод тощо.

У процесі вивчення впливу техногенних землетрусів на стан екологічної безпеки застосовано метод безпосередньої багатоканальної реєстрації

короткочасних процесів, що протікають в геологічному середовищі, із подальшим аналізом амплітудно-частотних параметрів.

Методологія аналізу впливу проявів екологічної небезпеки на стан здоров'я населення включає вивчення дії природних чинників на зародження небезпеки; просторове зонування регіону із виділенням зон формування небезпеки; встановлення взаємозв'язку формування небезпеки, її проявів та просторової локалізації цих проявів; визначення заходів щодо мінімізації наслідків проявів.

Наведений у розділі матеріал використано у виконанні досліджень, результати яких презентовано у наступних розділах. Він є методологічним базисом практично усіх наукових публікацій за темою дисертаційної роботи.

**Третій розділ** *«Теоретичні засади аналізу екологічної небезпеки в умовах дії природно-антропогенних чинників як наукова передумова регулювання стану екологічної безпеки»* присвячено викладенню за результатами узагальнень та власних доробок наукових положень щодо функціонування екологічної безпеки в умовах природно-антропогенного навантаження.

Встановлено закономірності та особливості впливу на умови виникнення та поширення екологічної небезпеки при дії природно-антропогенних чинників. Вони включають такі положення.

1. Структуризація небезпеки – характерна сукупність для конкретної соціально-економічної зони (СЕЗ) тільки їй властивих домінуючих за інтенсивністю можливого впливу складових небезпеки.

2. Особливості розміщення джерел небезпеки відносно певних об'єктів із урахуванням параметрів середовища, в якому вона поширюється.

3. Відмінності якості (впливи на довкілля, що якісно відрізняються) та інтенсивності (наприклад, істотна відмінність в кількісних характеристиках викидів) джерел небезпеки.

4. Синергія (одночасний вплив) різних складових екологічної небезпеки.

5. Структуризація об'єктів, що зазнають впливу небезпеки у просторово-часовому континуумі – сукупність об'єктів будь-якого генезису, які утворюють небезпечні для життєдіяльності біоти ситуації та загрожують функціонуванню технічних споруд.

6. Пріоритетність умов формування небезпеки у соціально-економічній зоні – присутність домінуючих за інтенсивністю можливого впливу екологічно небезпечних видів господарської діяльності та природних явищ.

Зазначені положення є теоретичним фундаментом для визначення станів екологічної небезпеки. Вони реалізовані у моделюванні процесу формування екологічної небезпеки (рис. 1).

Основною стадією процесу формування небезпеки є трансформація речовини та енергії в технологічних процесах господарської діяльності. Окрім цільового продукту завжди утворюються побічні продукти та види енергії (відходи). Кількість останніх залежить від якості сировини та ресурсів, а також від оснащеності технологічних процесів (матеріально-технічне забезпечення).



Рисунок 1 – Модель формування екологічної небезпеки в соціально-економічній зоні під впливом природно-антропогенних чинників

Цільова продукція надходить у сферу споживання, де утворюються відходи споживання. Усі відходи ми вважаємо забрудненнями, оскільки деякі із них невласиві природному середовищу, а решта збільшує вміст речовини та енергії в компонентах довкілля. Вони частково уловлюються та збираються, решта безпосередньо надходить до атмосферного повітря, у водний басейн, до ґрунту. Уловлені та зібрані відходи містять ресурсно-цінні компоненти і можуть слугувати сировинною базою (техногенні сировинні ресурси). Джерела екологічної небезпеки провокують збурення у довкіллі, які під дією природно-антропогенних чинників поширюються в ньому та змінюють його стан. У результаті розвитку цих процесів формується екологічна небезпека, яка може поширюватися і за межі соціально-економічної зони.

Екологічна безпека характеризується запобіганням або усуненням негативного впливу чинників, що виникають в результаті функціонування джерел небезпеки. Для ефективного управління безпекою існує нагальна необхідність

всебічного вивчення умов формування небезпеки, тобто проведення моніторингу її станів, який доцільно проводити базуючись на принципах системного аналізу. Як приклад, розглянемо техногенні землетруси (рис. 2).

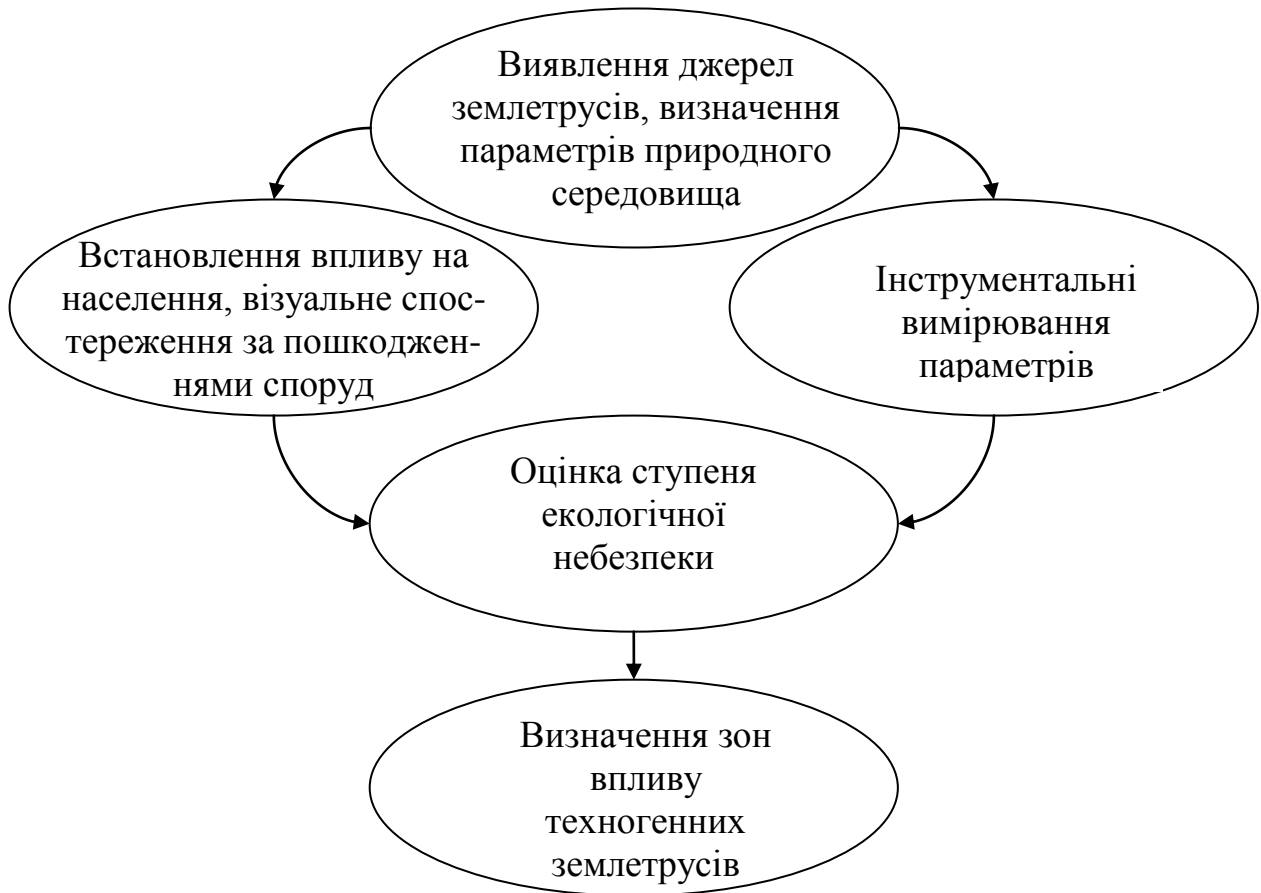


Рисунок 2 – Алгоритм моніторингу станів екологічної небезпеки в умовах дії техногенних землетрусів в природно-антропогенному контексті

Щільності розподілу проявів екологічної небезпеки  $F_n$  у певній соціально-економічній зоні в залежності від її рівня  $R$  на підставі ймовірнісної моделі Гауса визначаємо так:

$$F_n(R) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(R-\alpha)^2 / (2\sigma^2)}, \quad (1)$$

де  $\alpha$  и  $\sigma$  – параметри, які характеризують загальний стан екологічної небезпеки у певній соціально-економічній зоні.

Графічне представлення (рис. 3) залежності (1) дає можливість встановити такі діапазони функціонування небезпеки: зневажливий ( $R < R_1$ ); низький ( $R_1 - R_2$ ); прийнятний ( $R_2 - R_3$ ); неприйнятний ( $R_3 - R_4$ ); катастрофічний ( $R > R_4$ ).

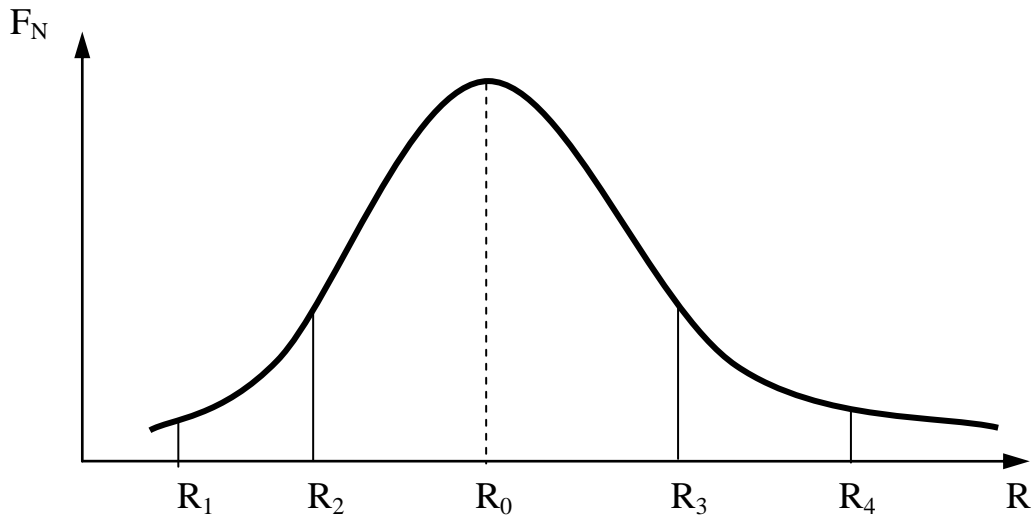


Рисунок 3 – Розподіл щільності проявів екологічної небезпеки  $F_N$  залежно від її рівня  $R$  ( $R_1$  – природний фон;  $R_2, R_3, R_4$  – відповідно нижні граничні рівні прийнятної, неприйнятної, катастрофічної небезпеки;  $R_0$  – середній для соціально-економічної зони рівень небезпеки)

Узагальнення та аналіз фактичного матеріалу, використання викладених вище теоретичних положень щодо формування екологічної небезпеки дозволили сформулювати загальні теоретичні положення управління екологічною безпекою в умовах природно-антропогенного навантаження:

1. Оптимальне розміщення джерел екологічної небезпеки відносно певних об'єктів соціально-економічної зони із урахуванням параметрів середовища її поширення суттєво послаблює наслідки проявів небезпеки.

2. Мінімізація одночасної присутності декількох складових екологічної небезпеки зменшує ступінь впливу на елементи соціально-економічної зони, у тому числі на населення.

3. Реалізація елементів управління екологічною безпекою та зниження ступеня проявів небезпеки під їх впливом може бути розосереджені як в просторі, такі в часі.

Указані положення є підґрунтям для розроблення ефективних технічних рішень із управління екологічною безпекою в конкретній соціально-економічній зоні.

Алгоритм проведення наукових досліджень з цього напрямку проілюстровано на рис. 4.





Рисунок 4 – Схема реалізації досліджень із управління екологічною безпекою природно-антропогенного генезису

Як один із елементів управління екологічною безпекою в природно-антропогенних водоймах розглядаємо вилучення надлишкової органічної маси із подальшою її утилізацією у процесах отримання енергоносіїв (біогазу, біодизельного палива). Процес генерації біогазу описується диференціальним рівнянням Михаеліса-Ментена, рішення якого має вигляд:

$$C = \lambda C_o (1 - e^{-kt}), \quad (2)$$

де  $C_o$  – початкова концентрація органічних сполук у біомасі, мг/дм<sup>3</sup>;  $\lambda$  – швидкість метаногенезу;  $k$  – стала накопичення біогазу, с<sup>-1</sup>;  $t$  – тривалість процесу, с.

За певної концентрації швидкість метаболізму врівноважується зі швидкістю надходження, що й визначає максимальний вихід біогазу. Для оптимізації процесу утворення біогазу доцільною є попередня підготовка біомаси, у тому числі обробка у полі кавітації.

Розглянемо теоретичні аспекти структуризації соціально-економічної зони,

що включає об'єкти підвищеної екологічної небезпеки. Методологія аналізу можливих проявів екологічної небезпеки стосовно зазначених об'єктів у СЕЗ включає такі етапи:

- декомпозиція СЕЗ на підсистеми;
- визначення особливостей функціонування кожної підсистеми у взаємодії із іншими;
- встановлення інтегральних параметрів усієї СЕЗ.

На основі використання закономірностей функціонування екосистем, елементів теорій стійкості та надійності розроблено універсальний підхід щодо надійнішої структуризації СЕЗ, який полягає у визначенні параметрів радіємності та застосуванні їх як індикатора стану її екологічної безпеки (уніфікованої оцінки впливу різноманітних природно-антропогенних чинників).

Характер взаємодії різних чинників змінюється від синергізму до антагонізму. Зокрема, вплив конкретних радіаційного ( $\gamma$ -опромінення) та хімічного (внесення солі кадмію) чинників на параметр радіємності СЕЗ оцінюється із допомогою коефіцієнту синергізму  $P$ :

$$P = \frac{S_{Cd+опр}}{S_{Cd}S_{опр}} S_0, \quad (3)$$

де  $S_0$ ,  $S_{Cd+опр}$ ,  $S_{Cd}$  та  $S_{опр}$  – відношення факторів радіємності біоти та води для контрольного варіанту (кожен із них визначається як відношення швидкостей поглинання трасера до швидкості його відтоку до води); за умови комбінованого впливу радіації та токсичного металу; для незалежних впливів кожного з них, відповідно.

Якщо  $P = 1$ , то синергізм в дії різних чинників на параметри радіємності відсутній. За  $P < 1$  спостерігається суттєве підсилення дії обох чинників порівняно із дією окремо кожного із них. За  $P > 1$ , має місце антагонізм, тобто явище, коли один чинник послаблює негативну дію іншого, або навпаки. Стан біоти в СЕЗ може бути охарактеризований через її здатність поглинати поживні елементи, зокрема калій, який бере участь у основних фізіологічних процесах. Тому динаміка поглинання рослинами трасера  $^{137}\text{Cs}$ , який є аналогом калію, може відображати стан біоти в СЕЗ. Розподіл параметра радіємності чітко реагує на всі суттєві зовнішні чинники впливу (клімат, повені та інш.), а також на різні типи забруднень (теплові скиди, опромінення, хімічні полютанти тощо). Зазначений підхід може використовуватися для визначення допустимих рівнів впливу шкідливих чинників на біоту в різних соціально-економічних зонах.

Викладені у розділі наукові положення є теоретичним базисом для проведення досліджень, передбачених структурою дисертації, результати яких викладені у розділах 4 та 5.

**Четвертий розділ** «Аналітико-експериментальне обґрунтування способів та засобів управління екологічною безпекою» присвячено аналізу та узагальненню результатів моніторингу формування та просторово-часового функціонування екологічної небезпеки в умовах природно-антропогенного впливу і обґрунтуванню на цій основі концептуальних засад регулювання станів екологічної безпеки.

Як об'єкт досліджень проявів екологічної небезпеки визначено Кременчуцьку соціально-економічну зону (КСЕЗ), яка характеризується інтенсивним техногенним навантаженням у сукупності із впливом природно-антропогенних чинників.

Моніторингові дослідження формування та просторового поширення багатопрофільної екологічної небезпеки у КСЕЗ виявили основні наслідки її проявів:

- суттєве погіршення показників якості підземних вод;
- пошкодження споруд різного призначення під впливом техногенно-вібраційних збуджень;
- забруднення поверхневих водойм шкідливими речовинами;
- забруднення компонентів довкілля в районі житлової забудови та промислових зон;
- сезонне погіршення хіміко-бактеріологічних та органолептичних показників природних вод у природно-антропогенних водних об'єктах.

Чинниками формування екологічної небезпеки є:

- міграція шкідливих речовин підземними горизонтами з місць розміщення відходів;
- техногенні землетруси;
- промислові та господарсько-побутові стоки;
- недостатній рівень екологічної свідомості населення;
- масовий розвиток синьо-зелених водоростей у екстремальних метеорологічних умовах в акваторіях водосховищ.

Задля забезпечення високої ефективності моніторингу здійснено просторову (зони з різним ступенем антропогенного навантаження) та галузеву (об'єкти, що характеризуються близькими технологічними умовами впливу на біоту та довкілля) диференціацію формування екологічної небезпеки в межах КСЕЗ.

Як одну із складових моніторингу станів екологічної небезпеки в СЕЗ в умовах природно-антропогенного навантаження ми розглядаємо дослідження стану ґрунтового-рослинного покриву. За результатами проведених експериментів у центральній частині КСЕЗ встановлено:

- техногеохімічні ореоли підвищеного накопичення певних інгредієнтів спостерігаються на відносно значних відстанях від джерел викидів;
- має місце залежність ступеню кислотно-лужної деградації ґрунтів від рівня забруднення атмосферного повітря оксидами сульфуру та нітрогену;

– серед досліджуваних інгредієнтів максимальне накопичення у листі більшості порід дерев характерне саме для заліза, що корелює із достатньо високим показником його викидів техногенними об'єктами;

– встановлено відповідність між просторовим розташуванням зон із суттєвими пошкодженнями листя і хвої та зон максимального техногенного навантаження (рис. 5).

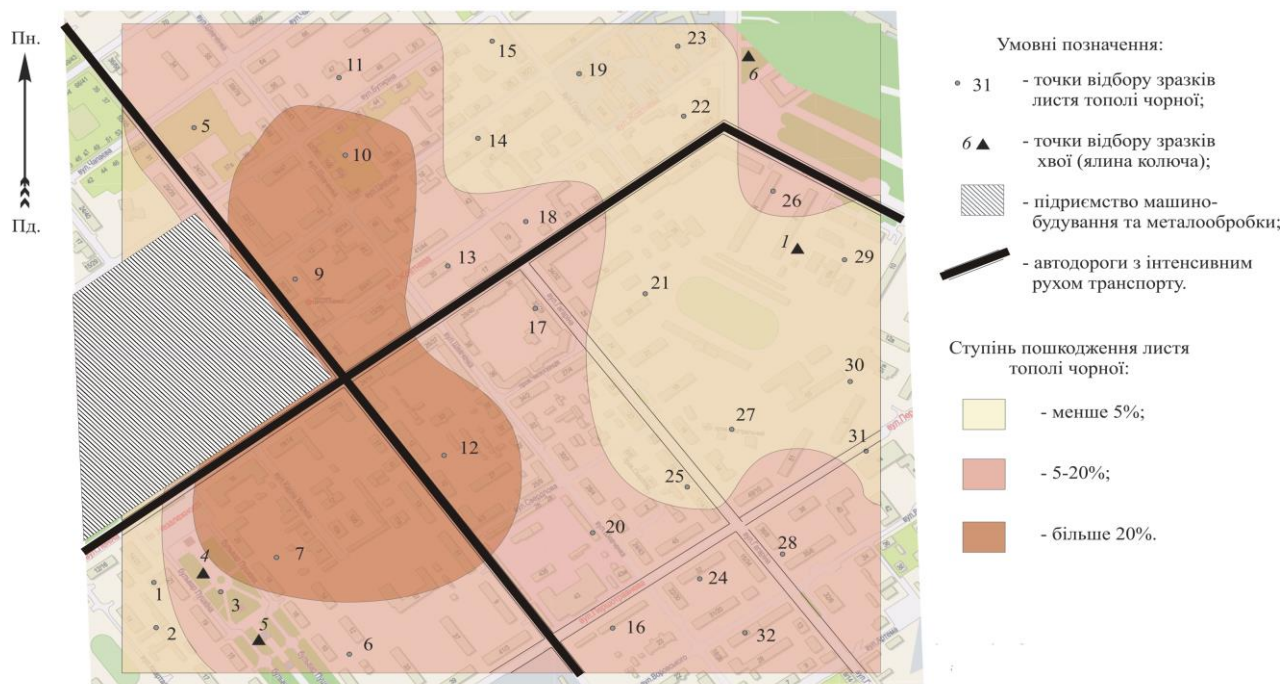


Рисунок 5 – Просторове розташування об'єктів антропогенного навантаження та зон із різним ступенем пошкодження листя

У рамках моніторингу проявів екологічної небезпеки проведено аналіз захворюваності населення КСЕЗ у чотирьох соціально-техногенних районах (СТР) із різним рівнем антропогенного впливу. Встановлена відповідність у часі між поширеністю хвороб та проявами екологічної небезпеки для СТР із інтенсивним техногенним навантаженням. У інших СТР такої відповідності не виявлено, що пов'язано, на нашу думку, із неефективністю чинної системи муніципального моніторингу стану атмосферного повітря (пости контролю забруднення розташовані у безпосередній близькості від насичених автомагістралей, розсіювання шкідливих речовин від транспортних засобів відбувається на обмеженій території, тому вимірювані рівні забруднення не здатні адекватно характеризувати ситуацію).

Наведенні результати моніторингу стали базисом для аналітико-експериментальне обґрунтування способів та засобів управління екологічною безпекою, які викладено нижче.

Розглянемо *організаційно-технологічні аспекти управління екологічною безпекою у природно-антропогенних об'єктах гідросфери*. За результатами аналізу існуючих методів кількісного оцінювання станів екологічної небезпеки визначено, що найбільш ефективними та доцільними є диференційні методи

оцінювання опосередкованого впливу на довкілля шляхом моніторингу якісних показників води в водосховищах.

Одним із елементів управління екологічною безпекою в природно-антропогенних водоймах є утилізація органічної маси у процесах отримання енергоносіїв (біогазу, біодизельного палива). Для інтенсифікації процесу обрано метод кавітації, у ході якої утворюються зони високого та низького тисків, що руйнують клітинні мембрани водоростей. Досліджено два види кавітації: акустичну та гідродинамічну (рис. 6). Встановлено, що у результаті застосування останньої вдається екстрагувати 80 % від загального вмісту ліпідів (сировина для виробництва біодизельного палива). У випадку добування біогазу попередня гідродинамічна кавітація виявилась найефективнішою (рис. 7).

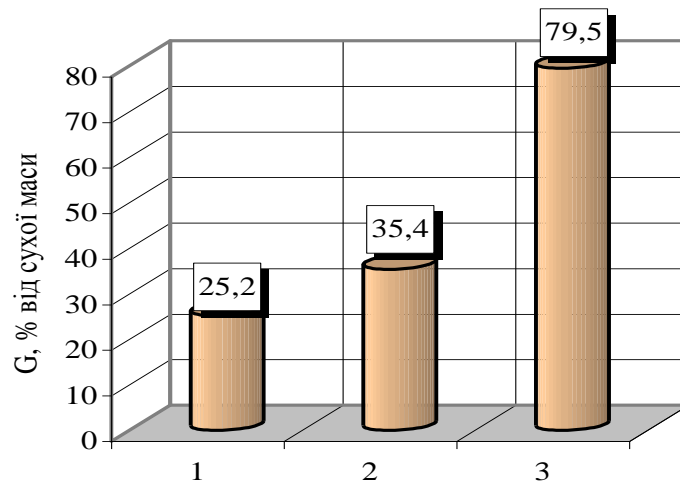


Рисунок 6 – Кількісна характеристика екстрагованих із мікроводоростей ліпідів в різних умовах експерименту (у відсотках від загальної сухої маси): 1 – без попередньої обробки; 2 та 3 – обробка в полі акустичної (ультразвукової) та гідродинамічної кавітації, відповідно

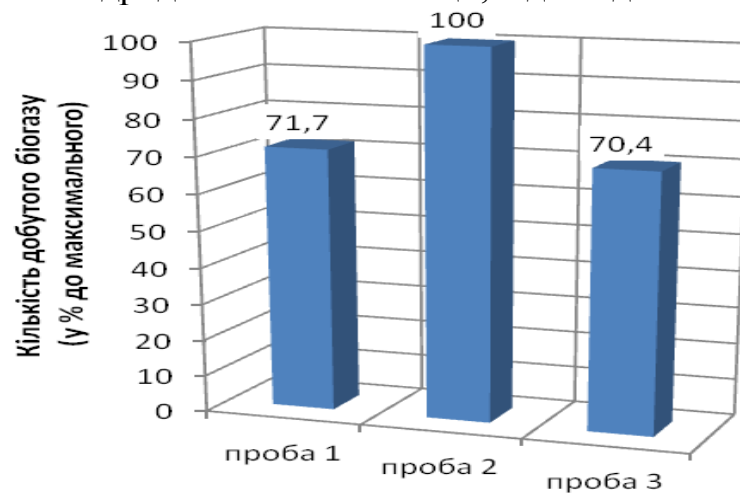


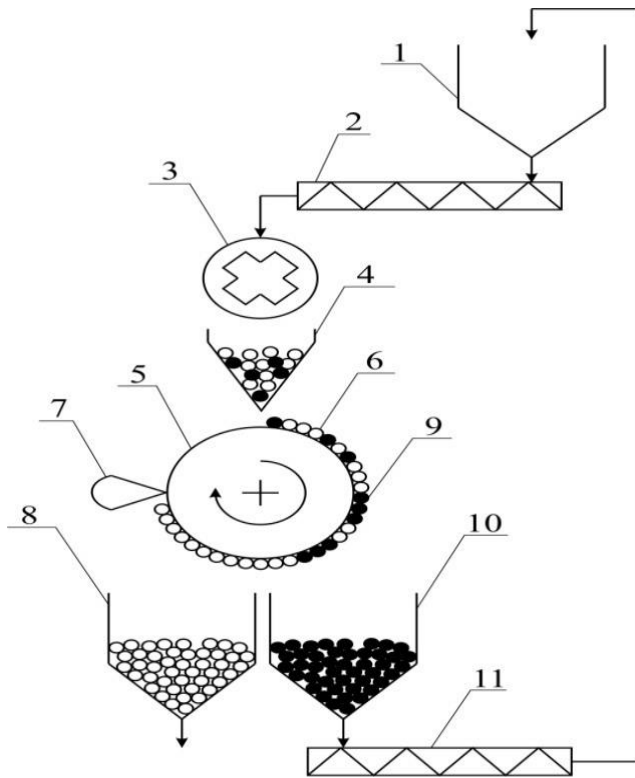
Рисунок 7 – Вихід біогазу, добутого із водоростевої біомаси, у залежності від виду їх попередньої обробки (1 – без обробки, 2 та 3 – обробка у ротаційному та ультразвуковому кавітаторі, відповідно)

Обґрунтована доцільність використання субстрату, отриманого після вилучення енергоносіїв, як органічного та мінерально-органічного добрива. За результатами досліджень на базі Лабораторії агрохімічних, токсиколого-радіологічних досліджень екологічної безпеки ґрунтів та якості продукції Львівської філії «Інституту охорони ґрунтів України» встановлено (табл. 1) значний вміст кальцію та сірки, виявлені такі мікроелементи як залізо та марганець, які необхідні для забезпечення збалансованого розвитку. Вміст фосфору та калію є оптимальним, концентрації хлору - допустимими. Жоден із елементів, вміст яких у сировині для виробництва добрив лімітований (кадмій, свинець, арсен), у відпрацьованій біомасі не виявлений.

Таблиця 1 – Склад відпрацьованого після вилучення біогазу субстрату

Компонент біомаси	Масова частка, %	Компонент біомаси	Масова частка, %	Компонент біомаси	Масова частка, %
Si	4,432 ±0,086	Mn	1,139±0,017	Br	0,053 ±0,002
P	7,160 ±0,131	Fe	1,492±0,015	Sr	0,029 ±0,002
S	11,713±0,101	Ni	0,023 ±0,002	Zr	0,004 ±0,002
Cl	8,461 ±0,079	Cu	0,006 ±0,001	Pd	0,008 ±0,002
K	20,197±0,060	Zn	0,024 ±0,001	Sb	0,025 ±0,004
Ca	45,131±0,112	As	0,016 ±0,002	Ti	0,081 ±0,019

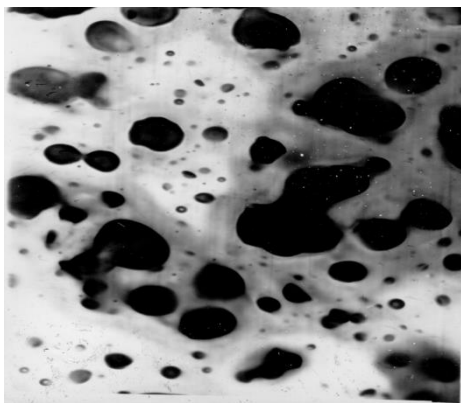
Розглянемо *адсорбційні способи регулювання стану екологічної безпеки*. Науково обґрунтовано полістадійний спосіб отримання адсорбенту підвищеної поглинальної здатності на основі відходів агропромислового комплексу. На першій стадії рослинна сировина піддається обробці сульфатною кислотою за стандартною методикою. Друга стадія включає механохімічне модифікування, тобто сумісний помел та механоактивацію, у процесі чого відбувається подрібнення та пластична деформація (отримано патент України на корисну модель № 76625 від 10.03.13). У процесі механохімічного синтезу під впливом агрегації мікроструктурних кластерів у частинок речовини формується розвинена порова структура. Проте розглянуті процеси не забезпечують необхідної однорідності гранулометричного складу адсорбенту. Задачу вирішено у ході реалізації третьої стадії застосуванням електростатичної сепарації (рис. 8). Отримано патент України на корисну модель № 119632 від 25.09.2017. Частинки продукту, які не відповідають заданому рівню сепарації, подаються для повторної механоактивації. Процес повторюється до отримання адсорбенту із заданим однорідним гранулометричним складом.



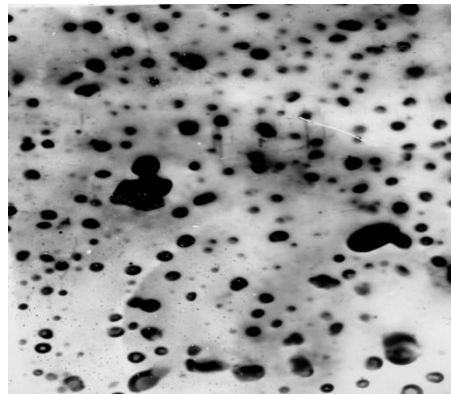
- 1 – бункер, 2 – шнековий дозатор,  
 3 – ножовий млин безперервної дії,  
 4 – проміжний бункер-дозатор,  
 5 – барабан електростатичного сепаратора,  
 6 – частинки продукту обраного гранулометричного складу,  
 7 – скрапер, 8 – бункер-збірник,  
 9 – частинки продукту, які не відповідають рівню сепарації,  
 10 – проміжний бункер, 11 – шнек

Рисунок 8 – Блок-схема застосування електростатичної сепарації

З метою забезпечення максимальної адсорбційної ємності реалізовано четверту стадію (отримано патент України на корисну модель №121757 від 11.12.2017) – кавітаційну обробку, у ході якої утворюються зони високого та низького тиску, які і руйнують поверхню продукту, збільшуючи його пористість. Результати електронно-мікроскопічного дослідження показали, що частинки одержаного адсорбенту відрізняються за розміром та формою, виявлено мікропори із середнім розміром 0,5–5,0 нм та макропори (розмір 5–20 нм), дисперсність сорбенту складала 10 нм. Має місце підвищення ступеню пористості (рис. 9). Це обумовлює збільшення адсорбційної здатності адсорбенту.



а)



б)

Рисунок 9 – Результати електронно-мікроскопічного дослідження (збільшення 6700) після реалізації першої (а) та четвертої (б) стадій одержання адсорбенту

Задля визначення ефективності очищення одержаними адсорбентами проведено серію експериментів із вилучення забруднюючих речовин із водних середовищ. Встановлено, що адсорбційна здатність в процесах очищення стічних вод від іонів важких металів, нафтопродуктів, барвників складає близько 98%, ступінь вилучення жиру із стоків сягає 95 %. Доведена доцільність застосування одержаних адсорбентів для поліпшення стану екологічної безпеки компонентів довкілля (рис. 10).

$\Delta A$ , мг/г

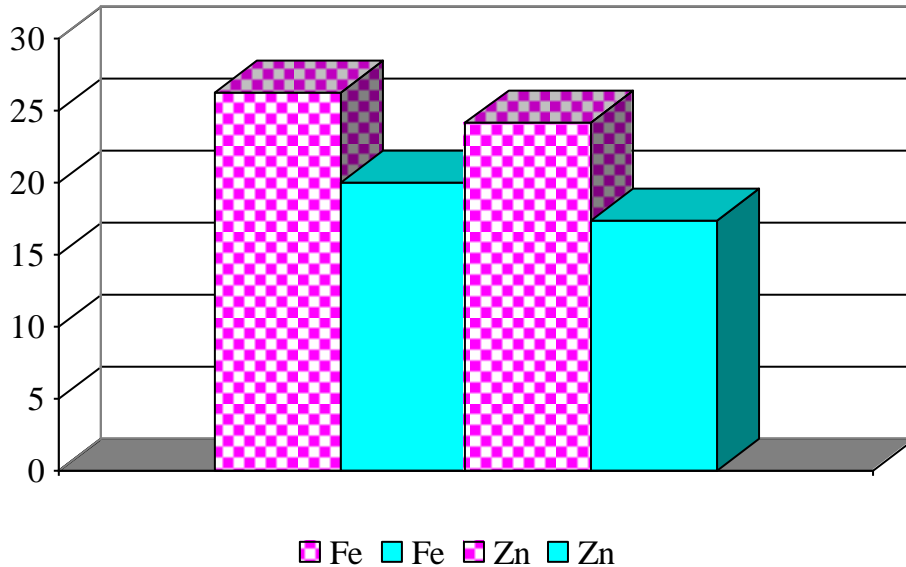


Рисунок 10 – Поглинальна здатність  $\Delta A$  розробленого адсорбенту (чотирьохкв. клітинка) та активованого вугілля (світло-синій) для іонів важких металів (заліза та цинку)

*Біотехнологічні аспекти регулювання стану екологічної безпеки* реалізовані на прикладі знешкодження нафтовмісних твердих донних відкладень технологічних ставків в північній зоні формування екологічної небезпеки КСЕЗ. Утилізацію нафтопродуктів здійснено із використанням біодеструкторів, здатних руйнувати вуглеводневі сполуки до нешкідливих речовин. Прогнозування швидкості  $V$  очищення від забруднень в залежності від їх концентрації  $[S]$  здійснювали наступним чином:

$$V = \frac{V_m \cdot [S]}{K_m + [S] + [S]^2 / \lambda \cdot K_m}, \quad (4)$$

де  $V_m$  – максимальне значення швидкості очищення, мг/с;  $K_m$  – субстратна константа;  $\lambda$  – коефіцієнт інгібування.

Параметри ( $K_m$ ,  $V_m$ ,  $\lambda$ ) в (4) визначали графічним способом (рис. 11).



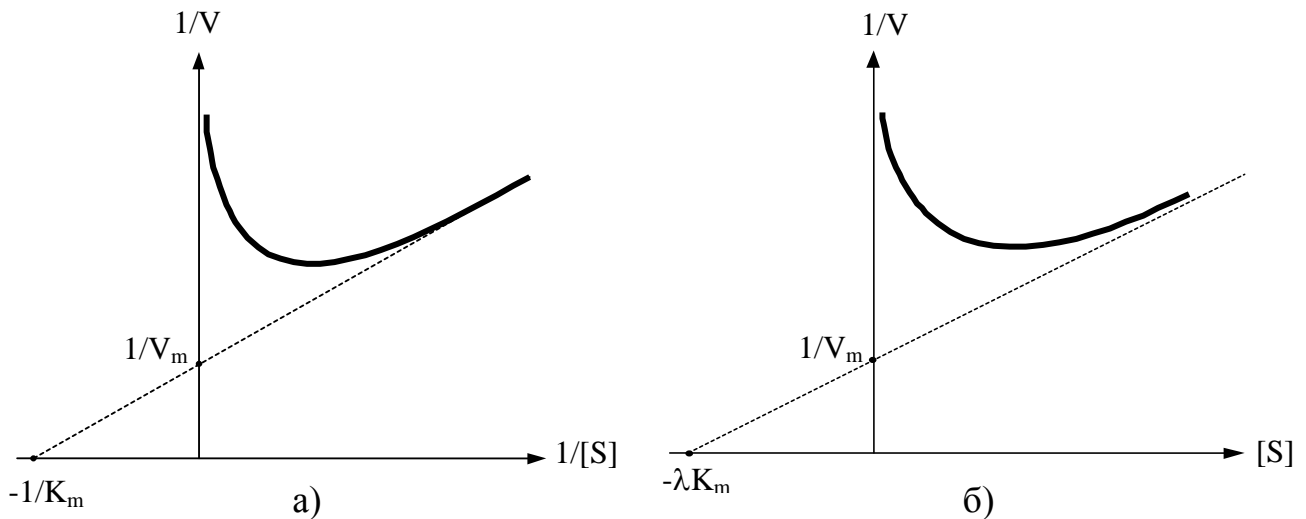


Рисунок 11 – Залежність зворотної швидкості очищення  $1/V$  від зворотної концентрації  $1/[S]$  (а) та прямої концентрації  $[S]$  (б)

З метою обґрунтування рішень щодо зниження впливу проявів екологічної небезпеки, що провокуються літосферними процесами техногенного походження, проведено комплексний моніторинг станів екологічної небезпеки техногенних землетрусів різного генезису. За даними інструментального вимірювання зафіксовано перевищення допустимого рівня коливань в житлових та промислових приміщеннях, розташованих у зонах впливу джерел. Встановлені наслідки проявів екологічної небезпеки – механічні пошкодження конструкцій та тимчасові розлади здоров'я мешканців. Виявлені об'єкти підвищеної екологічної небезпеки: гребля Кременчуцької ГЕС та авто-залізничний міст через р. Дніпро, пошкодження яких можуть привести до екологічних катастроф від локального до загальнодержавного масштабу.

Викладені у розділі результати фактично є науковим підґрунтям для створення системи управління екологічною безпекою, чому присвячено наступний розділ.

У **п'ятому розділі** «Система регулювання стану екологічної безпеки в умовах природно-антропогенного навантаження» викладено науково-практичні аспекти створення комплексу технічних та організаційних рішень із забезпечення еколого-енергетичної безпеки на основі використання відходів та продуктів їх переробки, поліпшення екологічного стану природно-антропогенних водойм, послаблення негативного впливу фізичних чинників на людину та довкілля.

Комплексний підхід щодо використання відходів полягає у наступному. На першій стадії відходи агропромислового комплексу утилізуються в процесах виготовлення адсорбентів за поліциклічним способом, тобто вилучаються із навколишнього середовища, унеможливаючи формування екологічної небезпеки у місцях їх складування. На другій стадії отримані адсорбенти застосовуються для очищення компонентів довкілля (переважно водного середовища) від забруднюючих речовин (які ми також вважаємо відходами), знижуючи рівень екологічної небезпеки. На третій стадії розроблений адсорбент разом із відходом харчової промисловості (соабстоком) залучається у процес

одержання якісного (табл. 2) біодизельного палива (стадії процесу: обробка соабстоку адсорбентом з метою виділення жирової фази; введення в нагріту до 60 °С масу бутанолу та каталізатору; відокремлення біопалива від домішок), що сприяє забезпеченню енергетичної безпеки України.

Таблиця 2 – Відповідність основних характеристик отриманого біодизельного палива Державному стандарту

Характеристика	Отримане дизпаливо	ДСТУ 6081:2009
Частка ефірів, % мас.	90	96,5
Густина за $t = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , кг/м <sup>3</sup>	870	860-900
Температура спалаху в закритому тиглі, °С	123	120
Кислотне число, мг КОН/г	0,7	0,5

Задля покращення стану екологічної безпеки в природно-антропогенних водоймах запропонована система технічних рішень:

- 1) ліквідація нафтового забруднення технологічних ставків;
- 2) поліпшення умов експлуатації систем зворотного водопостачання, підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод від органічних та азотовмісних сполук.

У рамках першого рішення запропонована пошарова схема регулювання рівня екологічної безпеки у забруднених нафтопродуктами технологічних ставках (рис. 12). Реалізовано біотехнологію знешкодження твердих донних відкладень із використанням біодеструктора «Еконадин» шляхом внесення препарату з інтервалом 12 годин. Загальна ефективність очищення склала 99,5 %, що дозволило довести вміст залишкових забруднень до значень, нижчих за ГДК. Загальна тривалість очищення склала 60–65 діб.

Друге технічне рішення ґрунтується на експериментально встановленому факту значного зниження швидкості корозії (на плоских купонах більш ніж у 6 разів до 0,066 мм/рік, на круглих стрижнях – більш ніж у 18 разів до 0,051 мм/рік) у випадку застосування комплексу реагентів PuroTech iChem 2132A в системах зворотного водопостачання. Це дозволяє подовжити термін експлуатації обладнання і тим самим підвищити рівень екологічної безпеки. За результатами дослідження ефективності роботи системи біологічного очищення міських господарсько-побутових стічних вод встановлено, що максимальна ефективність очищення стоків (97,5 % для органічних та 93,4 % для азотовмісних сполук) спостерігається за умови подачі у аеротенк аерованого мулу в кількості, що у 2,6 рази перевищує витрату стічних вод на очищення.



Рисунок 12 – Ліквідація нафтового забруднення технологічних ставків

Науковим базисом технічних рішень щодо зниження проявів екологічної небезпеки від впливу різних типів джерел техногенних землетрусів є перше теоретичне положення управління екологічною безпекою в умовах природно-антропогенного навантаження (розділ 3 дисертації), яке передбачає зміну параметрів середовища поширення механічних хвиль від джерела землетрусів. Це може бути реалізовано одним із таких способів:

- спорудження нескладних заглиблених споруд, заповнених пористими матеріалами;
- формування мережі дерев з розвиненою кореневою системою;
- проведення серії дрібних вибухів з метою дроблення твердих порід.

Запропонована система технічних рішень щодо зниження проявів екологічної небезпеки від впливу техногенних землетрусів:

- для великовантажного транспорту рекомендовано обмеження швидкості руху та маси транспортних засобів (ступінь проявів екологічної небезпеки знижується в 1,5–2 рази); створення безстикової залізничної колії або використання конструкції колії із віброізолюючим скріпленням (зниження інтенсивності коливань у 3–4 рази);

- щодо об'єктів підвищеної небезпеки (авто-залізничного мосту та греблі ГЕС) запропоновано узгоджене ініціювання джерел землетрусів: регулювання у часі руху потягів та великовантажного автомобільного транспорту, а також вибухів на кар'єрах.

Набула подальшого конкретного розвитку стратегія сумісного використання різних видів відновлюваних джерел енергії. Результати експериментальних досліджень на комбінованій установці, що включає тепловий насос та сонячні колектори із використанням комп'ютерної системи регулювання DigiENERGY, дозволили реалізувати стабільний процес отримання енергії у Національному університеті "Львівська Політехніка". Це сприяє поліпшенню стану екологічної безпеки за рахунок зменшення обсягів споживання природних ресурсів та зменшення рівня забруднення природного середовища в процесі їх спалювання.

Практичні аспекти структуризації соціально-економічної зони, що включає об'єкти підвищеної екологічної небезпеки, розглянуті на прикладі аналізу стійкості та радіємності каскаду Дніпровських водосховищ. Максимальне значення фактора радіємності характерне для Кременчуцького водосховища. Встановлено, що затримуюча здатність каскаду помітно більша за умови існування біоти, здатної до адаптації в умовах синергізму дії за участю важких металів (кадмію).

Реалізація запропонованої системи регулювання стану екологічної безпеки в умовах природно-антропогенного навантаження підтверджена 4 актами впровадження: наукові положення щодо моніторингу проявів екологічної небезпеки використані відділом екологічної безпеки Кременчуцької міської ради (акт впровадження від 07.07.17); полістадійний спосіб отримання адсорбенту апробовано в науково-виробничій фірмі "Реагент" (акт впровадження від 12.05.18); отриманий адсорбент використано на станції приймання стоків ТзОВ «ПАНСЕМАЛ» (акт впровадження від 17.05.18); технічні рішення щодо зниження впливу техногенних землетрусів використано Полтавським відділенням Інженерної академії наук України (акт впровадження від 18.04.18). Результати дисертаційного дослідження використовуються у навчальному процесі у Кременчуцькому національному університеті (акт впровадження від 07.02.18).

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на основі узагальнення результатів виконаних теоретичних та експериментальних наукових досліджень подано нове розв'язання актуальної науково-прикладної проблеми розвитку науково-методологічних засад управління екологічною безпекою в умовах природно-антропогенного навантаження шляхом використання встановлених закономірностей та особливостей виникнення та поширення екологічної небезпеки. Зокрема:

1. На засадах системного аналізу процесу формування екологічної небезпеки розроблено методологічні аспекти проведення дисертаційного дослідження, які включають логічний аналіз сучасного стану вивченості проблем екологічної безпеки; розроблення теоретичних засад дослідження, науковим базисом яких є система ієрархічного техніко-технологічного управління екологічною безпекою із застосуванням методу елементно-теоретичного синтезу; експериментальну та практичну перевірку розроблених теоретичних положень; визначення організаційно-технічних заходів зниження рівня екологічної небезпеки; забезпечення ефективності впровадження розроблених рішень із використанням імітаційного моделювання.

2. Встановлено закономірності та особливості виникнення та поширення екологічної небезпеки в умовах дії природно-антропогенних чинників, що визначається, в першу чергу, структуризацією небезпеки – виявленням для конкретної соціально-економічної зони (СЕЗ) тільки її властивих домінуючих за інтенсивністю можливого впливу складових небезпеки із урахуванням ефекту синергії; встановленням особливостей розміщення джерел небезпеки відносно різних об'єктів із урахуванням параметрів середовища, в якому вона

поширюється. Запропонована модель формування екологічної небезпеки в СЕЗ під впливом природно-антропогенних чинників, яка включає сукупність внутрішньозонних чинників, базовим із яких є трансформація речовини та енергії в технологічних процесах господарської діяльності, а також враховується зовнішній природно-антропогенний вплив та поширення небезпеки за межі зони.

3. Розроблено загальні теоретичні положення управління екологічною безпекою в умовах природно-антропогенного навантаження, базовими із яких є такі: послаблення наслідків проявів екологічної небезпеки реалізується у наслідок здійснення впливу на параметри середовища її поширення; мінімізація одночасної присутності складових екологічної небезпеки зменшує ступінь впливу на людей та елементи довкілля; застосування заходів із управління екологічною безпекою та зниження ступеня проявів небезпеки під їх впливом можуть бути розосереджені як в просторі, так і в часі. Створено наукові засади реалізації схеми досліджень задля забезпечення ефективного управління природно-антропогенною складовою екологічної безпеки у соціально-економічній зоні, що включає наступні стадії: встановлення ролі природних чинників у формуванні та поширенні небезпеки, виявлення антропогенних джерел небезпеки, аналіз проявів небезпеки, дослідження зміни показників стану природного середовища у наслідок проявів небезпеки, розроблення практичних заходів із управління екологічною безпекою та їх реалізація, забезпечення надійності та достовірності результатів впровадження.

4. Науково обґрунтовано методологію аналізу можливих проявів екологічної небезпеки стосовно об'єктів підвищеної небезпеки в СЕЗ, що включає декомпозицією СЕЗ на підсистеми, визначення особливостей функціонування підсистем, встановлення інтегральних параметрів для СЕЗ. Запропоновано універсальний підхід щодо структуризації СЕЗ, який полягає у визначенні параметрів радіємності та застосуванні їх як індикатора стану екологічної безпеки. Практична реалізація підходу здійснена для каскаду Дніпровських водосховищ. Встановлено, що максимальне значення фактора радіємності характерне для Кременчуцького водосховища

5. Проведено моніторингові дослідження формування та просторового поширення багатопрофільної екологічної небезпеки в Кременчуцькій СЕЗ. Встановлено, що основними наслідками проявів небезпеки є суттєве погіршення показників якості підземних та поверхневих вод унаслідок забруднення шкідливими речовинами; пошкодження споруд різного призначення та тимчасові розлади здоров'я мешканців під впливом техногенно спричинених вібраційних збуджень; забруднення компонентів довкілля в районі житлової забудови та промислових зон; сезонне погіршення хіміко-бактеріологічних та органолептичних показників природних вод у наземних водних об'єктах. За результатами аналізу захворюваності дитячо-юнацької частини населення Кременчуцької СЕЗ у зонах із різним рівнем техногенного навантаження встановлена кореляція між поширеністю певних хвороб та проявами екологічної небезпеки. Встановлено об'єкти підвищеної екологічної небезпеки – гребля Кременчуцької ГЕС та авто-залізничний міст через р. Дніпро.

6. Науково обґрунтована доцільність використання стану ґрунтово-

рослинного покриву як елемента моніторингу формованої екологічної небезпеки в умовах природно-антропогенного навантаження. У Кременчуцькій СЕЗ виявлено залежність ступеню кислотно-лужної деградації ґрунтів від рівня забруднення атмосферного повітря оксидами сірки та азоту. Відмічено максимальне накопичення у листі сполук заліза, що корелює із достатньо високим показником їх викидів техногенними об'єктами. Встановлено відповідність між просторовим розташуванням зон із суттєвими пошкодженнями листя і хвої та зон максимального техногенного навантаження.

7. Проведено експериментальні дослідження організаційно-технологічних аспектів управління екологічною безпекою у природно-антропогенних об'єктах гідросфери. Встановлено, що у результаті використання гідродинамічної кавітації для обробки вилученої біомаси водоростей вдається екстрагувати 80% від загального вмісту ліпідів (сировина для виробництва біодизельного палива). У випадку добування біогазу попередня гідродинамічна кавітація виявилась найефективнішою. Обґрунтована можливість використання відпрацьованого після вилучення біогазу субстрату як органічного добрива, а у випадку комбінування із добавками та мінералами – як мінерально-органічного.

8. Досліджено адсорбційні аспекти підвищення рівня екологічної безпеки. З цією метою розроблено полістадійний спосіб отримання адсорбенту підвищеної поглинальної здатності та низької собівартості на основі відходів агропромислового комплексу. Спосіб включає обробку сировини сульфатною кислотою, механохімічне модифікування, електростатичну сепарацію (для забезпечення однорідності гранулометричного складу) та стадію кавітації (для збільшення ступеню поризації). На кожну із нововведених стадій процесу отримано патенти України на корисну модель. За результатами досліджень встановлено, що їх сорбційна здатність в процесі очищення стічних вод від іонів важких металів, нафтопродуктів, барвників складає близько 98 %, ступінь вилучення жиру із стоків сягає 95 %. Доведена доцільність застосування одержаних адсорбентів для поліпшення стану екологічної безпеки компонентів довкілля

9. Розроблена та реалізована на практиці система регулювання стану екологічної безпеки в умовах природно-антропогенного впливу, яка включає: комплексне використання відходів та продуктів їх переробки у процесах, направлених на забезпечення еколого-енергетичної безпеки із одержанням продукції цільового призначення; заходи щодо поліпшення стану екологічної безпеки в природно-антропогенних водоймах (ліквідація нафтового забруднення технологічних ставків, поліпшення умов експлуатації систем зворотного водопостачання, підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод від органічних та азотовмісних сполук); сумісне використання розробленого адсорбенту та відходів харчової промисловості (соабстоку) у процесах отриманням альтернативних енергоносіїв (біодизельного палива); систему організаційно-технічних заходів щодо послаблення негативного впливу фізичних чинників впливу на людину та довкілля (зокрема, передбачена штучна зміна параметрів середовища в напрямку проходження механічних хвиль від джерел техногенних землетрусів до об'єктів різного призначення).

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:*

1. Матвєєва І.В., Азаров С.І., Кутлахмедов Ю.О., Харламова О.В. Стійкість екосистем до радіаційних навантажень: монографія. К: НАУ, 2016. 396 с.
2. Харламова О.В., Шмандий В.М., Ригас Т.Е. Управление экологической безопасностью в регионе: антропоцентрические аспекты (научная монография). Германия: LAMBERT Academic Publishing, 2014. 78 с.
3. Харламова О.В., Шмандий В.М., Ригас Т.Є., Знайко В.Ю. Підвищення рівня екологічної безпеки при застосуванні нейтралізаторів на автомобілях застарілої конструкції. Теплотехніка, енергетика та екологія в металургії : колективна монографія (у двох книгах). Дніпро: Нова ідеологія, 2017. Книга друга. С. 206–207.
4. Kharlamova O. V., Malovanyu M.S., Shmandiy V.M., Svyatenko A.I. Ways of increasing the efficiency of anaerobic-aerobic processes of biological wastewater treatment: «Water Supli and Wastewater Disposal»: Monografie. Lublin: Lublin Uniwersiti of Technology. Poland, 2018. P. 124–131.
5. Харламова О.В., Мальований М.С., Никифоров В.В., Синельников О.Д. Використання ціанобактерій для отримання енергоносіїв – шлях до уникнення екологічної небезпеки від їх неконтрольованого розвитку у водосховищах Дніпровського каскаду: «Сталий розвиток – ХХІ століття: управління, технології, моделі», колективна монографія. Черкаси: ФОП Чабаненко Ю.А., 2015. С. 352–361.
6. Мальований М.С., Шмандий В.М., Харламова О.В., Челядин Л.І., Сакалова Г.В. Аналіз та систематизація існуючих методів оцінювання ступеня екологічної небезпеки. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2013. №1(15). С. 37–44.
7. Мальований М.С., Никифоров В.В., Харламова О.В., Синельников О.Д. Оцінювання екологічної небезпеки в акваторіях Дніпровських водосховищ внаслідок неконтрольованого розвитку ціанобактерій. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. вип 25.6. С. 159–164.
8. Мальований М.С., Синельников О.Д., Харламова О.В., Мальований А.М. Оптимальні умови отримання енергії із ціанобактерій. *Науково-виробничий журнал «Хімічна промисловість України»*. 2014. №5(124). С.39–43.
9. Харламова О.В., Мороз Н.Н., Азаров С.И., Коваль О.О. Усовершенствование научных основ экологического аудита объектов повышенной экологической опасности. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2015. Вип. 2 (20). С. 26–31.
10. Мальований М.С., Никифоров В.В., Синельников А.Д., Харламова О.В., Бунько В.Я. Влияние гидродинамической кавитации на биологические объекты. *Науково-технічний журнал «Технологічний аудит та резерви виробництва»*.

2015. № 5/4(25). С. 41–45.

11. Мальований М.С., Никифоров В.В., Харламова О.В., Синельников О.Д. Рациональна технологія утилізації синьо-зелених водоростей. *Науковий вісник НЛТУ України: збірник науково-технічних праць*. 2015. Вип. 25.10. С. 140–149.

12. Харламова О.В., Шмандий В.М., Ригас Т.Є. Системний підхід до аналізу функціонування екологічної небезпеки та управління безпекою в умовах природно-техногенного навантаження. *Науково-практичний журнал «Екологічні науки»*. 2016. № 1–2 (12–13). С. 5–18.

13. Ригас Т.Є., Харламова О.В., Безденежних Л.А., Шмандий В.М. Моніторинг станів екологічної небезпеки, що формується у техногенно навантаженому комплексі *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2016. Вип. 5(100). ч. 2. С.83–88.

14. Харламова О.В. Освітньо-інформаційні чинники в забезпеченні екологічної безпеки. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2013. Вип. 2(16). С. 17–22.

15. Харламова О.В. Теоретичне обґрунтування можливості реалізації елементів управління екологічною безпекою в природно-антропогенних водоймах. *Науково-технічний журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»*. 2016. Вип. 2/(14). С. 76–80.

16. Харламова О.В. Моніторингові дослідження станів екологічної небезпеки регіонального рівня. *Вісник Житомирського державного технічного університету. Серія: технічні науки*. 2013. №4(67). С. 146–150.

17. Харламова О.В. Управление экологической безопасностью на основе техногенно-социогенных факторов разного генезиса *Загальнодержавний науково-технічний журнал «Проблеми екології»*. 2014. № 1 (33). С. 68–74.

18. Бахарев В.С., Корцова О.Л., Харламова О.В., Волошина В.Г. Наукова еколого-експертна оцінка екологічної ситуації, що склалась у районі північного промвузла м. Кременчук. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2017. Вип. 5(106). С.101-108.

19. Шмандий В.М., Алексеева Т.М., Харламова О.В. Характеристика стану екологічної небезпеки за показниками деградації ґрунтово-рослинного покриву в урбосистемі. *Науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека»*. 2017. № 2. С.11–17.

20. Харламова О.В. Антропоцентричний підхід в управлінні екологічною безпекою на регіональному рівні. *Науково-технічний журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»*. 2014. № 2 (10). С. 142–149.

21. Malovanyu M., Nykyforov V., Kharlamova O. Synelnikov O. Mathematical model of the process of synthesis of biogas from blu-grin. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2015. Вип. 1 (19). С. 58–63.

22. Kharlamova O., Kanda M., Maliovanyi M., Odnorih Z., Chornomaz N. Determining the optimal ration of natural mineral adsorbents with regard to ammonia



adsorption. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2016. Вип.1 (21). С. 76–80.

23. Shmandiy V., Kharlamova O., Rigas T. Improvement of the ecological safety of road transport in the use of alternative fuel and exhaust converters. *Environmental Problems*. 2017. Vol. 2, No. 2. P. 54–57.

24. Харламова О.В. Експериментальне дослідження способів підвищення рівня екологічної безпеки об'єктів гідросфери. Збірник наукових праць «Екологічна безпека та природокористування (КНУБА, ІТГП НАНУ)». 2016. № 3–4 (22). С. 24–29.

25. Радионов А.В., Харламова Е.В. Повышение уровня экологической безопасности при использовании магнитожидкостных герметизаторов и частотных преобразователей в процессах эксплуатации электродвигателей серии vaso. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2016. Вип. 2 (22). С. 9–14.

26. Шмандій В.М., Харламова О.В. Теоретичні та практичні аспекти управління екологічною безпекою на основі антропоцентричного підходу. *Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2013. Вип. 9. № 1070. С. 24–30.

27. Харламова О.В. Using sociogen and technogen factors in an ecological safety at the regional level. *Науковий журнал «Людина і довкілля. Проблеми неоекології»*. 2014. С. 123–126.

28. Malovanyi M., Mahera Y., Zakhariv O., Romaniv R., Kharlamova O., Synelnikov O. Prospects of combining in complex usage of different types of renewable energy and creation of renewable energy sources. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Біологія, біотехнологія, екологія»*. 2015. Вип. 214. С. 155–163.

29. Kharlamova O., Malovanyu M., Nykyforov V., Synelnikov O., Dereyko Kh. Reduction of the environmental threat from uncontrolled development of cyanobacteria in the waters of the Dnieper reservoirs. *Науковий журнал «Environmental problems»*. Львів: НУ «Львівська політехніка». 2016. №1/1. С. 61–64.

30. Харламова О.В., Шмандій В.М., Ригас Т.Е. Исследование проявлений экологической опасности на региональном уровне. *Научно-практический журнал «Гигиена и санитария»*. М.: НИИ ЭЧиГОС, 2015. № 7. С. 90–92. (**Scopus**).

31. Kharlamova O., Shmandiy V., Bezdeneznych L., Svjatenko A., Malovanyu M., Petrushka K., Polyuzhyn I. Methods of salt content stabilization in circulating water supply systems. *Journal «Chemistry & Chemical technology»*. 2017. Vol. 11, № 2. P. 242–246. (**Scopus, Web of Science**).

32. Malovanyu M., Nikiforov V., Kharlamova O., Synelnikov O. Production of renewable energy resources via complex treatment of cyanobacteria biomass. *Journal «Chemistry & Chemical technology»*. Vol. 10, No. 2, 2016. С. 251–254. (**Scopus, Web of Science**).

33. Харламова О.В., Шмандій В.М., Ригас Т.Е. Методологические подходы к анализу влияния экологической опасности на состояние здоровья населения в регионе. *Здоровье и образование в XXI веке*. 2016. Том 18, № 12. С. 54–57.

34. Харламова О.В., Шмандий В.М., Ригас Т.Е. Фундаментальные аспекты управления экологической безопасностью в техногенно нагруженном регионе. *Научно-теоретический журнал «Экологический вестник Северного Кавказа»*. Краснодар, 2014. Том 10, № 3. С. 53–63.

35. Харламова Е.В., Мальованый М.С., Никифоров В.В., Синельников А.В. Природоохранные и энергетические аспекты биотехнологии утилизации цианобактерий как эколого-экономический императив устойчивого развития. *Международный журнал «Устойчивое развитие»*. Варна, 2015. №1 (22). С. 4–9.

36. Харламова Е.В., Шмандий В.М., Кушниренко А.А. Регулирование влияния экологической опасности на здоровье населения в территориально-административные образования. *Электронный научно-образовательный Вестник «Здоровье и образование в XXI веке»*. Калининград, 2017. Том 19, №10. С. 55–60.

***Наукові праці, які свідчать про апробацію матеріалів дисертації:***

37. Шмандий В.М., Ригас Т.Е., Харламова Е.В. Снижение влияния антропогенной составляющей экологической опасности на здоровье населения в Кременчугской социально-экономической зоне. *Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения: материалы Международного форума по экологии человека и гигиене окружающей среды*. Москва, 2017. С. 562–564.

38. Харламова О.В., Шмандий В.М., Ригас Т.Е. Наукові засади моніторингу станів екологічної небезпеки. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії: збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції*. Запоріжжя: АА Тандем, 2017. С. 225–226.

39. Шмандий В.М., Харламова О.В., Ригас Т.Е. Управление экологической безопасностью путем получения сорбента из отходов и применения его для очистки сточных вод. *Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів: матеріали міжнародної науково-технічної конференції*. Харків: ХНУБА. 2017. С. 103–104.

40. Харламова О.В., Шмандий В.М., Ригас Т.Е. Радиоёмность экосистемы как индикатор stanu екологічної безпеки. *Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: збірник тез доповідей XX Міжнародної науково-практичної конференції*. Харків: ХНУ ім. Каразіна, 2017. С. 227–228.

41. Харламова О.В., Шмандий В.М. Аналіз результатів наукових досліджень з проблем екологічної безпеки. *«ЕКОГЕОФОРУМ-2017. Актуальні проблеми та інновації»*: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції. Івано-Франківськ: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу 2017. С. 152–154.

42. Харламова О.В., Шмандий В.М., Святенко А.І., Мальованый М.С.

Проблеми реалізації анаеробно-аеробних процесів біологічного очищення стічних вод. *Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація, моніторинг*: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. Львів: ЗУКЦ, 2017. С. 113–115.

43. Харламова О.В., Мальований М.С. Теоретичні основи управління екологічною безпекою в умовах природно-техногенного навантаження. *Актуальні проблеми енергетики та екології: матеріали XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції*. Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. С. 105–106.

44. Харламова О.В., Шмандий В.М., Знайко В.Ю., Знайко Н.С. Аналіз стану техногенно-екологічної небезпеки у промисловому регіоні. *Екологія. Довкілля. Молодь*: матеріали V Міжнародної наукової конференції молодих вчених і студентів. Полтава: ПолтНТУ, 2015. С. 101–104.

45. Харламова О.В., Засядько Т.А. Техногенні землетруси як літосферний чинник формування екологічної небезпеки. *Неделя еколога-2015*: тези доповідей Міжнародного наукового симпозиума. Дніпропетровськ: ДГТУ, 2015. С. 200–203.

46. Харламова О.В., Шмандий В.М., Ригас Т.Е. Методологические аспекты изучения воздействия факторов экологической опасности на человека и окружающую среду в индустриально развитом регионе. *Комплексное воздействие факторов окружающей среды и образа жизни на здоровье населения: диагностика, коррекция, профилактика*: материалы пленума научного совета РФ по экологии человека и гигиене окружающей среды. Москва, 2014. С. 469–472.

47. Харламова Е.В. Техногенные землетрясения как возмущающий фактор в системе экологической безопасности. *Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Харків: Національний університет цивільного захисту України. Х: НУЦЗУ, 2013. С. 166–167.

48. Харламова Е.В. Решение вопросов обеспечения экологической безопасности путем получения сорбентов из отходов агропромышленного комплекса. *IV-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecologi-2013)*: збірник наукових статей. Вінниця: Видавництво-друкарня ДІЛО, 2013. С. 63–65.

49. Харламова О.В., Безденежных Л.А., Нечипоренко-Шабунина Т.Г., Шмандий В.М. Получение наноструктурированных адсорбентов из зерновых отходов агропромышленного комплекса. *Проблеми рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства*: сборник трудов III Международной научной экологической конференции. Краснодар: КГАУ, 2013. С. 122–125.

***Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:***

50. Мальований М.С., Никифоров В.В., Харламова О.В., Синельников О.Д. Спосіб отримання біогазу із синьо-зелених водоростей: пат. 105896 Україна: (51) МПК (2016.01), С12Р 5/00. № у 2015 09295; заявл. 28.09.15; опубл. 11.04.2016, Бюл. №7. 4 с.

51. Шмандій В.М., Харламова О.В., Безденежних Л.А. Спосіб отримання сорбенту.: патент на корисну модель 119632 Україна, (51) МПК В01J 20/22(2006.01) В01J 20/30 (2006.01). № у 2017 04957; заявл. 22.05.2017; опубл. 25.09.2017, Бюл. №18. 6 с.

52. Мальований М.С., Слюсар В.Т., Харламова О.В., Ригас Т.Є. Спосіб отримання сорбенту: патент на корисну модель 121757 Україна: (51) МПК В01J 20/22 (2006.01). № у 2017 07254; заявл. 10.07.17; опубл. 11.12.2017, Бюл. №23. 4 с

## **АНОТАЦІЯ**

**Харламова О.В. Науково-методологічні основи управління екологічною безпекою в умовах природно-антропогенного навантаження.** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. Сумський державний університет, 2019. Спеціалізована вчена рада Д 55.051.04.

У дисертаційній роботі приведено результати наукових досліджень із розробки науково-методологічних основ управління екологічною безпекою в умовах природно-антропогенного навантаження.

Встановлено закономірності та особливості виникнення та поширення екологічної небезпеки в умовах дії природно-антропогенних чинників. Запропонована модель формування екологічної небезпеки в соціально-економічній зоні (СЕЗ), яка включає сукупність внутрішньозонних чинників із врахуванням зовнішнього природно-антропогенного впливу та поширення небезпеки за межі зони.

Розроблено загальні теоретичні положення управління екологічною безпекою в умовах природно-антропогенного навантаження, створено наукові засади реалізації ієрархічної схеми досліджень задля забезпечення ефективного управління в СЕЗ.

Науково обґрунтовано методологію аналізу можливих проявів екологічної небезпеки стосовно об'єктів підвищеної небезпеки в СЕЗ. Запропоновано універсальний підхід визначення параметрів радіоємності та застосування їх як індикатора стану екологічної безпеки. Практична реалізація підходу здійснена для каскаду Дніпровських водосховищ.

За результатами моніторингових досліджень формування та просторового

поширення багатопрофільної екологічної небезпеки в Кременчуцькій СЕЗ встановлено основні наслідками проявів небезпеки, визначені об'єкти підвищеної екологічної небезпеки. Науково обґрунтована доцільність використання стану ґрунтово-рослинного покриву як елемента моніторингу рівня формованої екологічної небезпеки, встановлено кореляції між показниками накопичення важких металів у ґрунтах і листі дерев, кислотної деградації і дегуміфікації ґрунту, ступеня пошкодження листя і хвої рослин та рівнем екологічної небезпеки антропогенного походження.

Розроблено полістадійний спосіб отримання адсорбенту підвищеної поглинальної здатності на основі відходів агропромислового комплексу, який включає механохімічне модифікування, електростатичну сепарацію, обробку в полі кавітації (на стадії процесу отримано патенти на корисну модель).

Розроблена та реалізована на практиці система регулювання стану екологічної безпеки в умовах природно-антропогенного впливу, яка включає: комплексне використання відходів та продуктів їх переробки у процесах, направлених на забезпечення еколого-енергетичної безпеки; ліквідацію нафтового забруднення технологічних ставків; поліпшення умов експлуатації систем зворотного водопостачання та підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод; штучну зміну параметрів середовища в напрямку проходження механічних хвиль від джерел техногенних землетрусів.

**Ключові слова:** екологічна безпека, управління, природно-антропогенне навантаження, моніторинг, екологічна небезпека, адсорбенти, полістадійний спосіб, енергоносії, літосферні техногенні процеси, радіо ємність.

## АННОТАЦІЯ

**Харламова Е.В. Научно-методологические основы управления экологической безопасностью в условиях природно-антропогенной нагрузки.** – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. Сумский государственный университет, 2019. Специализированный ученый совет Д 55.051.04.

В диссертационной работе приведены результаты научных исследований по разработке научно-методологических основ управления экологической безопасностью в условиях природно-антропогенной нагрузки.

Установлены закономерности и особенности возникновения и распространения экологической опасности в условиях действия природно-антропогенных факторов, основными из которых есть структуризация опасности с учетом эффекта синергии; установление особенностей размещения источников опасности с учетом параметров среды ее распространения. Предложена модель формирования экологической опасности в социально-экономической зоне (СЭЗ), включающая совокупность внутризональных факторов, а также учитывается внешнее природно-антропогенное воздействие и распространение опасности за

пределы зоны.

Разработаны общие теоретические положения управления экологической безопасностью в условиях природно-антропогенной нагрузки, базовыми из которых являются: ослабление последствий проявлений экологической опасности реализуется вследствие изменения параметров среды ее распространения; минимизация одновременного присутствия составляющих опасности уменьшает степень вредного воздействия; реализация технических решений и снижение степени проявлений опасности могут быть рассредоточены как в пространстве, так и во времени. Созданы научные основы реализации схемы обеспечения эффективного управления природно-антропогенной составляющей экологической безопасности в СЭЗ, включающие следующие стадии: установление роли природных факторов в формировании и распространении опасности, выявление антропогенных источников опасности, анализ проявлений опасности, исследование изменения показателей состояния природной среды, разработка практических мероприятий по управлению экологической безопасностью и их практическая реализация, обеспечение надежности и достоверности результатов внедрения.

Научно обосновано методологию анализа возможных проявлений экологической опасности в отношении объектов повышенной опасности в СЭЗ. Предложено универсальный подход определения параметров радиоемкости и применения их в качестве индикатора состояния экологической безопасности. Практическая реализация подхода осуществлена для каскада Днепровских водохранилищ.

По результатам мониторинговых исследований формирования и пространственного распространения многопрофильной экологической опасности в Кременчугской СЭЗ установлены основные последствия ее проявлений, определены объекты повышенной опасности. Научно обоснована целесообразность использования состояния почвенно-растительного покрова в качестве элемента мониторинга уровня формируемой экологической опасности, установлено корреляции между показателями накопления тяжелых металлов в почвах и листве деревьев, кислотной деградации и дегумификации почвы, степени повреждения листьев и хвои растений с одной стороны и уровнем антропогенной составляющей экологической опасности, с другой стороны.

Проведены экспериментальные исследования технологических аспектов управления экологической безопасностью в природно-антропогенных объектах гидросферы. Установлено, что в результате использования гидродинамической кавитации для обработки изъятной биомассы микроводорослей удается существенно повысить количество полученного биогаза и биодизельного топлива. Обоснована возможность использования отработанного субстрата в качестве органического удобрения.

Разработан полистадийный способ получения адсорбента повышенной поглощающей способности на основе отходов агропромышленного комплекса, включающий механохимическую модификацию, электростатическую сепарацию, обработку в поле кавитации (на стадии процесса получены патенты на полезную модель).

Разработана и реализована на практике система регулирования состояния экологической безопасности в условиях природно-антропогенного воздействия, которая включает: комплексное использование отходов и продуктов их переработки в процессах, направленных на обеспечение эколого-энергетической безопасности; ликвидацию нефтяного загрязнения технологических прудов; улучшение условий эксплуатации систем оборотного водоснабжения и повышение эффективности биологической очистки сточных вод; искусственное изменение параметров среды в направлении прохождения механических волн от источников техногенных землетрясений.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, управление, естественно антропогенная нагрузка, мониторинг, экологическая опасность, адсорбенты, полистадийный способ, энергоносители, литосферные техногенные процессы, радиоемкость.

## ABSTRACT

**Kharlamova O.V. Scientific and methodological bases of management of ecological safety in the conditions of natural and man-made loading.** – Qualifying scientific work on the manuscript right.

Thesis for a Doctor of Engineering Sciences Degree by specialty 21.06.01 – ecological safety. Sumy State University, 2019. Specialized Academic Council D 55.051.04.

In dissertation work the results of scientific researches on development of scientific and methodological bases of management of ecological safety in the conditions of natural and anthropogenic loading are resulted.

The regularities and peculiarities of emergence and spread of ecological danger under the influence of natural and human factors are established. The model of formation of ecological danger in the socio-economic zone (SEZ), which includes a set of intrazonal factors, is taken into account, external natural-man-made influence and distribution of danger outside the zone are taken into account.

The general theoretical principles of environmental safety management in the conditions of natural and anthropogenic loading are developed, scientific principles of implementation of the hierarchical research scheme for ensuring effective management in the SEZ are created.

The methodology of analysis of possible manifestations of ecological danger in relation to objects of high danger in the SEZ is scientifically substantiated. A universal approach to determination of radio frequency parameters and their application as an indicator of the state of ecological safety is proposed. Practical implementation of the approach is carried out for the Cascade of the Dnipro reservoirs.

According to the results of monitoring studies on the formation and spatial distribution of multidisciplinary environmental hazards in the Kremenchug SEZ, the main consequences of manifestations of danger, identified objects of high environmental hazard. It is scientifically substantiated the feasibility of using the soil and vegetation cover as an element for monitoring the level of molded ecological danger, and correlations are established between the indicators of accumulation of

heavy metals in soils and leaves of trees, acid degradation and dehumidification of the soil, degree of damage to leaves and pits of plants, and the level of anthropogenic component of ecological danger.

Polystasic method of obtaining an absorbent of high absorption capacity on the basis of waste of the agro-industrial complex, which includes mechanochemical modification, electrostatic separation, treatment in the field of cavitation, has been developed (for each stage of the process the patents for the utility model are obtained).

The system of regulation of the state of environmental safety in the conditions of natural and anthropogenic influence is developed and implemented in practice, which includes: the integrated use of waste and products of their processing in processes aimed at ensuring ecological and energy security; liquidation of oil pollution of technological ponds, improvement of operating conditions of water supply systems and increase of the efficiency of biological wastewater treatment; an artificial change in the environmental parameters in the direction of passing mechanical waves from sources of man-made earthquakes.

**Key words:** ecological safety, management, natural and man-made loading, monitoring, ecological danger, adsorbents, polystaudian method, energy resources, lithospheric man-made processes, radio volume.



**ХАРЛАМОВА ОЛЕНА ВОЛОДИМИРІВНА**

**« НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ  
БЕЗПЕКОЮ В УМОВАХ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ»**

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

---

Підписано до друку 13.12.2018. Формат 60 × 90/16. Папір друкарський.  
Гарнітура Times New Roman Суг. Друк цифровий  
Ум. друк. арк. 1,6. Наклад 100 прим.  
Замовлення № 19069

---

Віддруковано у видавничому відділі Кременчуцького національного університету імені  
Михайла Остроградського,  
39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20  
*Рестраційне свідоцтво серії ДК №4837 від 22.01.2015 р.*