

**О.В. Харламова, к.т.н., доц.**  
*Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського*

## МОНІТОРИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ

*Здійснено моніторинг стану екологічної небезпеки в індустріально навантаженому регіоні – Кременчуцькій соціально-економічній зоні. Виявлено регіонально значущі чинники небезпеки та основні типи її джерел. Проаналізовано особливості формування екологічної небезпеки внаслідок дії регіонально значущих чинників її виникнення. Розроблено технічні рішення з управління екологічною безпекою на основі техногенних чинників. Розроблено технології для реалізації соціогенних чинників управління екологічною безпекою, а також технічні рішення щодо конкретних заходів з поліпшення стану довкілля.*

**Ключові слова:** екологічна небезпека, екологічна безпека, техногенні та соціогенні чинники формування небезпеки, управління, техногенні землетруси, біогаз.

**Актуальність дослідження.** У певних регіонах нашої держави має місце суттєва концентрація техногенного навантаження, що, в свою чергу, призводить до ускладнення взаємозв'язків між соціально-економічним та природним середовищами. Це обумовлює присутність екологічної небезпеки специфічних класів, видів та підвидів [1] і визначає доцільність регіонального підходу до аналізу проблем екологічної безпеки [2]. На основі результатів аналізу літературних джерел слід констатувати, що в сучасних наукових дослідженнях не завжди враховуються навіть основні чинники, які впливають на стан безпеки. Таким чином, для розроблення ефективної системи управління екологічною безпекою існує нагальна необхідність проведення моніторингу проявів екологічної небезпеки, аналізу конкретних небезпечних чинників з метою виявлення регіонально значимих складових небезпеки та її джерел. Це є актуальним напрямом наукових досліджень.

**Мета роботи** полягає у проведенні моніторингу станів екологічної небезпеки у техногенно навантаженому регіоні.

Для досягнення зазначеної мети розв'язувались такі завдання:

- встановлення на прикладі конкретного техногенно навантаженого регіону реального стану екологічної небезпеки, сформованої соціогенними чинниками; визначення за результатами експериментальних досліджень найбільш впливових чинників управління екологічною безпекою;
- проведення на засадах розвитку техніко-технологічного напрямку в управлінні екологічною безпекою регіону досліджень з розроблення конкретних технічних рішень щодо зменшення впливу на довкілля джерел екологічної небезпеки.

**Матеріал та результати дослідження.** Нами доведено, що обов'язковим науковим підґрунтям створення ефективної системи управління екологічною безпекою є виявлення та дослідження чинників формування екологічної небезпеки [3].

Як об'єкт експериментальних досліджень обрано Кременчуцьку соціально-економічну зону – регіон, який характеризується інтенсивним техногенним навантаженням. У ньому має місце сусідство небезпек різного генезису, несприятливе позиціонування їх джерел, недостатній рівень екологічної свідомості населення [4]. Основними наслідками проявів екологічної небезпеки у досліджуваному регіоні є:

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

При цьому чинниками формування екологічної небезпеки ми вважаємо за доцільне вважати наступні аргументи :

- міграція шкідливих речовин по підземним горизонтам з місць розміщення відходів;
- техногенні землетруси;
- промислові та господарсько-побутові стоки;
- недостатній рівень екологічної свідомості населення;
- масовий розвиток ціанобактерій (сине-зелених водоростей) при екстремальних метеорологічних умовах в акваторіях Кременчуцького та Дніпродзержинського водосховищ.

Передостанній з наведених вище чинників екологічної небезпеки виявлено у досліджуваному регіоні на прикладі системи збору твердих побутових відходів (ТПВ) – недостатній рівень екологічної свідомості (підвид небезпеки, що формується духовно-культурними чинниками [5]). У ході проведеного опитування серед мешканців регіону висловило бажання сортувати тверді побутові відходи за основними їх різновидами тільки 29 % населення. Нами була розроблена широкомасштабна інформаційна програма, яка містила основні пріоритети щодо ресурсно цінних складових відходів, що утворюються у сфері споживання. В результаті реалізації інформаційної компанії суттєво підвищився рівень екологічної свідомості – у ході повторного опитування зацікавленими у роздільному зборі відходів були вже 87 % реципієнтів. Третій тур опитування, який проведено після впровадження системи поводження з побутовими відходами, показав, що 82 % мешканців реально сортують відходи та розміщують їх у відповідні контейнери. Таким чином, результати проведеного експерименту підтвердили дієвість застосування конкретного підвиду соціогенних чинників в управлінні екологічної безпекою.

Моніторингові дослідження показали, що у досліджуваному регіоні потужним об'єктом формування екологічної небезпеки є промивно-пропарювальна станція, що призначена для підготовки цистерн до наливання нафтовміщуючих рідин (рис. 1). Джерела небезпеки – це технологічні ставки, де накопичуються тверді донні відкладення (ТДВ). Нами застосована [6] біотехнологія знешкодження ТДВ, яка ґрунтується на здатності мікроорганізмів мінералізувати вуглеводні нафти за допомогою ферментних систем в аеробних умовах і містить декілька етапів: формування ростового субстрату (використовуються глина, солома, тирса, лушпиння, вода), мікробіологічне очищення з допомогою одержаної безпосередньо на місці проведення експерименту культури мікроорганізмів – біодеструкторів нафтопродуктів, фітомеліорація (застосовуються насіння трав, мінеральні добрива). У результаті реалізації запропонованого технічного рішення ліквідовано джерела екологічної небезпеки.

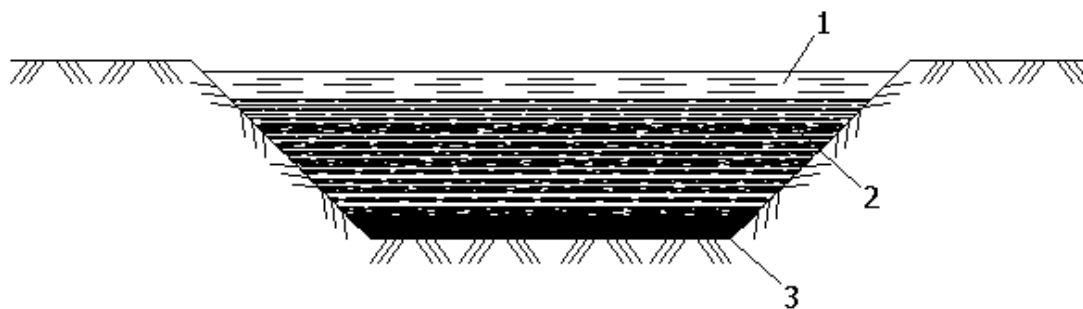


Рис. 1. Розподіл нафтовідходів у технологічних ставках: 1 – вода, що містить нафту; 2 – рідкі нафтозалишки; 3 – тверді донні відкладення

У верхньому прошарку концентрація усіх забруднювачів (крім нафтопродуктів) не перевищує допустимих значень у скидах. Тому для забезпечення можливості скидання цієї води у каналізацію необхідно очистити її до залишкової концентрації нафтопродуктів, що не перевищує допустимих значень.

Середній прошарок містить важкі і високов'язкі нафтозалишки в суміші з водою з вмістом у ній води 40–60 %.

Нижній прошарок – тверді донні відкладення (ТДВ) – суміш важких вуглеводневих фракцій із механічними домішками. Щільність їх складає 1500–1800 кг/м<sup>3</sup>, вологовміст – близько 49 %. Інгредієнтний склад твердих донних відкладень наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст шкідливих речовин (мг/кг) у ТДВ технологічних ставків

Шкідливі речовини	Ставок-накопичувач	Ставок-випарник	ГДК <sub>п</sub>
Залізо	54,05	32,09	не нормується
Хром	37,5	16,7	100
Свинець	16,7	8,3	100
Кадмій	≤1	≤1	5
Мідь	18,8	9,4	100
Ванадій	≤1,4	≤1,4	100
Нафтопродукти, %	27,4	14,0	–

На основі логічного аналізу літературних даних і результатів власних спостережень нами запропонована система управління екологічною безпекою, яка полягає у послідовній ліквідації усіх трьох прошарків технологічних ставків наступним чином:

- відкачування нафтовміщуючої води (верхнього прошарку) зі ставків з подальшим її очищенням на очисних спорудах (блоці водоочистки) до санітарних норм і скиданням очищеної води в каналізацію; зібрані нафтозалишки використовуються як паливо для котельні;
- відкачування і утилізація важких нафтозалишків (середній шар);
- застосування біотехнології знешкодження ТДВ ставків.

Біотехнологія знешкодження ТДВ ґрунтується на здатності мікроорганізмів мінералізувати вуглеводні нафти за допомогою ферментних систем в аеробних умовах [7] і містить декілька етапів.

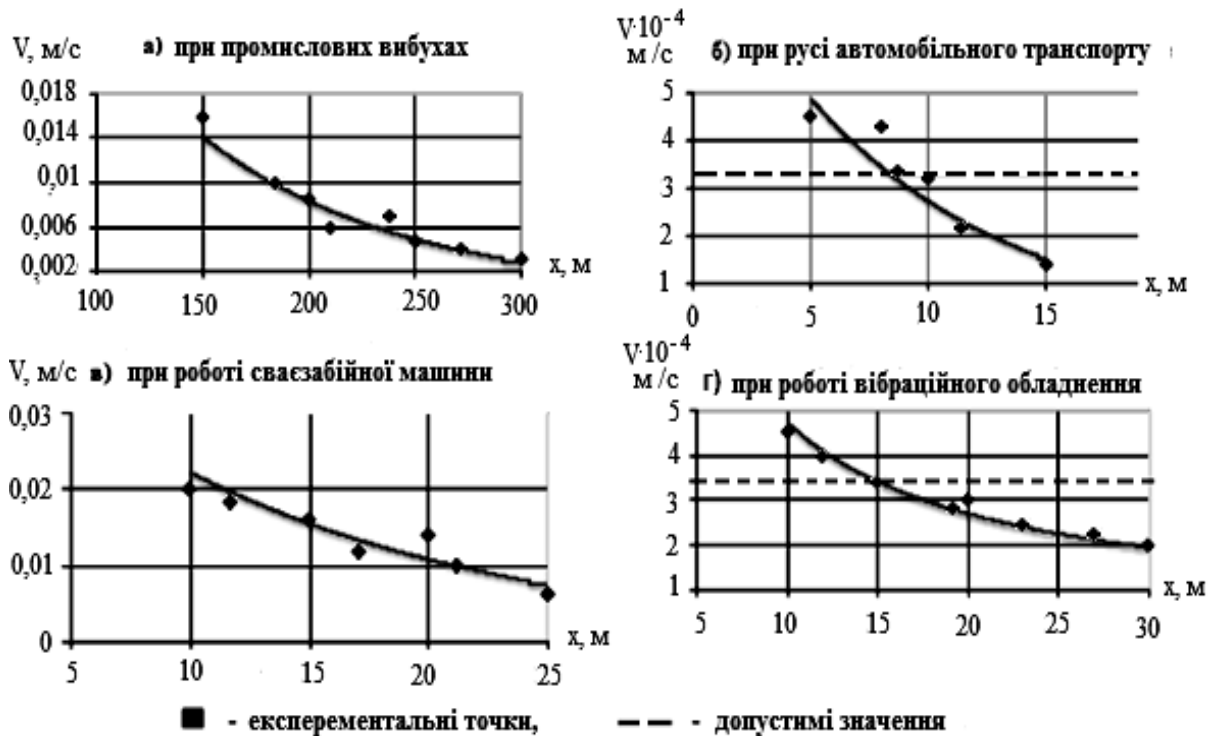
На підготовчому етапі на основі ТДВ створюється ростовий субстрат для мікроорганізмів шляхом уведення домішок. При цьому формується склад біогенних елементів, збільшується поверхня контакту мікроорганізмів із нафтопродуктами і забезпечується необхідна пористість створюваного субстрату. Крім того, за рахунок своїх сорбційних властивостей матеріали, що вводяться, обмежують можливість міграції нафтопродуктів за межі зони обробки. Біологічна рекультивация містить мікробіологічне знешкодження ТДВ і фітомеліорацію. Завершальним етапом рекультивации є відсіпання родючого шару ґрунту і висівання трав, що забезпечують у загальному комплексі біотехнологічних заходів повне відновлення природних властивостей території, займаної ліквідованими ставками.

У ході моніторингу станів екологічної небезпеки, пов'язаної з техногенними землетрусами, виявлено скарги мешканців на порушення стану здоров'я, зафіксовано тріщини на стінах споруд (рис. 2), здійснено інструментальні вимірювання параметрів сейсмоколивань в ґрунті та конструктивних елементах будівель.

Відомо, що основним параметром сейсмічної дії є швидкість зміщення. Саме цей параметр ми визначали шляхом інструментальних вимірів. Зафіксовано перевищення допустимого рівня коливань в житлових приміщеннях, розташованих поблизу транспортних магістралей. За сумісного впливу автомобільного та залізничного транспорту зареєстровано значення швидкості зміщення в діапазоні 0,3÷0,6 мм/с (перевищення допустимих норм в 2–3 рази). У випадку автомобільного транспорту величина сейсмошвидкості змінюється в межах від 0,14 до 0,45 мм/с, максимальне перевищення норм складає 1,4 рази (допустиме значення сейсмошвидкості для одноповерхових будинків становить 0,18 мм/с, для багатоповерхових – 0,32 мм/с, для лікарняних закладів – 0,11 мм/с). Проведено опитування мешканців різних вікових категорій стосовно відчуттів та зміни стану здоров'я від перебування в зоні сейсмічного впливу. На початку весни (з погіршенням стану дорожнього покриття) інтенсивність проявів техногенних землетрусів в житлових приміщеннях підвищується, що досить чітко корелює з режимом руху автотранспорту. Це відчувається представниками усіх вікових груп населення, навіть за наявності впливу інших подразнюючих чинників фізичного генезису. У хворих та літніх людей спостерігається погіршення самопочуття (аритмія, безсоння та ін.). Узагальнені результати експериментальних досліджень наведено на рисунку 3. Аналіз кривих дав можливість встановити розміри зон впливу техногенних землетрусів різних типів: при промислових вибухах характерний розмір зони перевищує 300 м; при роботі палезабійної машини – 25 м; радіуси зон впливу при русі автотранспорту та роботі вібраційного обладнання відповідно рівні 7 та 15 м.



Рис. 2. Наслідки проявів екологічної небезпеки під впливом техногенних землетрусів (забиття паль при будівництві будинку)

Рис. 3. Швидкість зміщення  $V$  на різних відстанях  $X$  від джерел ТЗ

Для перевірки однорідності та достовірності експериментальних даних проведено їх статистичний аналіз. Розрахункове максимальне значення  $t$ -критерію Стьюдента (0,08) значно менше за критичне (1,67). Таким чином, гіпотеза про належність аналізованих варіант до вибірки підтверджується, а дані вибірки вважаються однорідними з рівнем вірогідності 0,95. Достовірність даних перевірена за допомогою метода спрямлених діаграм.

Як технічні заходи з управління екологічною безпекою запропоновано: обмеження швидкості руху та маси транспортних засобів, підвищення ступеню затухання сейсмохвиль за рахунок облаштування сейсмозахисних траншей, висадження дерев з розвинутою мичкуватою кореневою системою. Встановлено, що в результаті реалізації наведених заходів інтенсивність сейсмоколиваний знижується в 1,3–1,7 рази.

Доведено, що одним з ефективних технічних рішень з управління екологічною безпекою в штучно створених водосховищах є утилізація зібраних з поверхні їх акваторій синьо-зелених водоростей: одержання біогазу в анаеробних умовах за традиційними технологіями та використання відпрацьованого субстрату у якості біодобрива. За результатами апробації процесу в лабораторних умовах встановлено, що вихід біогазової суміші (переважає метан) за температури  $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 1 добу складає  $200\text{ см}^3$  з  $1\text{ дм}^3$  субстрату. В умовах Кременчуцького водосховища, за нашими оцінками, можна зібрати до  $4 \cdot 10^7$  т ціанобактерій за вегетаційний період. Піддавши цю біомасу ферментації, можна одержати до 30 млн.  $\text{м}^3$  біогазу (18,8 млн.  $\text{м}^3$  метану), що еквівалентно 20 тис. т нафти.

#### Висновки:

1. Проаналізовано особливості формування екологічної небезпеки внаслідок дії регіонально значимих чинників її виникнення. У конкретному регіоні виявлено превалюючі типи джерел небезпеки.

2. Проведено експериментальні дослідження впливу соціогенних чинників на стан екологічної небезпеки на прикладі системи збору твердих побутових відходів. Розроблено інформаційні технології, реалізація яких дала можливість підвищити рівень екологічної свідомості населення, внаслідок чого зменшилось навантаження на переповнений полігон для розміщення відходів, знизився антропогенний вплив на людей та довкілля.

3. Розроблено технічні рішення з управління екологічною безпекою на основі техногенних чинників:

- в зоні впливу нафтотранспортного комплексу – знешкодження твердих донних відкладень, яке базується на використанні процесів природного самоочищення, інтенсифікованих технічними та технологічними прийомами; це надало змогу ліквідувати джерела екологічної небезпеки;

- в зонах впливу техногенних землетрусів – обмеження швидкості руху та маси транспортних засобів; забезпечення затухання сейсмохвиль шляхом облаштування сейсмозахисних траншей та

висадження дерев з розвиненою мичкуватою кореневою системою; у результаті інтенсивність сейсмоколивань знизилась в 1,3–1,7 раза;

- в штучно створених водосховищах – збір синьо-зелених водоростей з акваторій в періоди масового «цвітіння» води та їх утилізацію (одержання біогазу та біодобрива), чим досягається поліпшення якості природних вод, створення нормальних умов життєдіяльності населення, економія традиційних ресурсів.

#### Список використаної літератури:

1. Шмандій В.М. Управление экологической безопасностью на региональном уровне (теоретические и практические аспекты) : дис. ... докт. техн. наук : 21.06.01 / Владимир Михайлович Шмандий. – Харьков, 2003. – 356 с.
2. Шмандий В.М. Научно-методические принципы исследования состояний техногенной безопасности в регионе / В.М Шмандий // Вісник КДПУ. – 2002. – Вип. 5 (16). – С. 19–24.
3. Харламова О.В. Теоретичні основи управління екологічною безпекою техногенно навантаженого регіону / О.В. Харламова, М.С. Мальований, Л.Д. Плячук // Екологічна безпека. – 2012. – Вип. 1 (13). – С. 9–12.
4. Вплив гранулометричного складу наноструктурованого адсорбенту на ефективність очистки стічних вод від нафтопродуктів / О.В. Харламова, Л.А. Безденежних, Т.Г. Нечипоренко-Шабуніна та ін. // Вісник Кременчуцького нац. ун-ту. – 2012. – Вип. 2 (73). – С. 147–149.
5. Економічні аспекти екологічної безпеки : монографія / М.І. Сокур, В.М. Шмандій, П.Є. Гаврилов та ін. – Кременчук : ПП Щербатих, 2011. – 200 с.
6. Ярмула Я.В. Управление экологической безопасностью в районе размещения объектов нефтетранспортного комплекса / Я.В. Ярмула, О.В. Харламова // Екологічні проблеми регіонів України : III міжнар. наук. конф. студ., магістр. і аспірант. (24–26 берез. 2010 р.) : матеріали конф. – Одеса, 2010. – С. 125–126.
7. Shmandiy V. Influence of territorial society on substantial diminishing of sociogen factors of ecological threats of handling consumption waste / V.Shmandiy, O.Kharlamova // Екологічна безпека. – 2009. – Вип. 5. – С. 9–12.

ХАРЛАМОВА О.В. – кандидат технічних наук, доцент Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Наукові інтереси:

– екологічна безпека.

Стаття надійшла до редакції 02.10.2013

**Харламова О.В.** Моніторингові дослідження станів екологічної небезпеки регіонального рівня

**Харламова Е.В.** Мониторинговые исследования состояний экологической безопасности регионального уровня

**Kharlamova O.** Monitoring statuses of ecological safety on regional level

УДК 504.05

**Мониторинговые исследования состояний экологической безопасности регионального уровня / Е.В. Харламова**

Осуществлен мониторинг состояния экологической опасности в техногенно нагруженном регионе – Кременчугской социально-экономической зоне. Выявлено регионально значимые факторы опасности и преобладающие типы ее источников. Проанализированы особенности формирования экологической опасности вследствие действия регионально значимых факторов ее возникновения. Разработаны технические решения по управлению экологической безопасностью на основе техногенных факторов. Разработаны технологии для реализации социогенных факторов управления экологической безопасностью, а также технические решения относительно конкретных мероприятий по улучшению качества окружающей среды.

**Ключевые слова:** экологическая опасность, экологическая безопасность, техногенные и социогенные факторы формирования опасности, управление, техногенные землетрясения, биогаз.

УДК 504.05

**Monitoring statuses of ecological safety on regional level / O.Kharlamova**

A monitoring of environmental danger in technologically laden region –s Kremenchug socio-economic area. We found regionally significant factors prevailing danger and types of sources. The features of the formation of environmental hazards as a result of regionally significant factors for its occurrence. A technical management solution of ecological security based on man-made factors. Developed technology to implement sociogen factors ecological safety management and technical decisions on specific activities to improve environmental quality.

**Keywords:** ecological danger, ecological safety, technogen and sociogen factors of danger management, man-made earthquake, biogas.