

*Сведения об авторах / Відомості про авторів / About the Authors*

**Гринь Светлана Александровна** – Кандидат технических наук, доцент, Кафедра химической техники и промышленной экологии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002.

**Гринь Світлана Олександрівна** – Кандидат технічних наук, доцент, Кафедра хімічної техніки та промислової екології, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002.

**Gryn Svetlana** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Chair of Chemical Engineering and Industrial Ecology, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», st. Kirpicheva, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002.

**Босюк Алена Сергеевна** – студентка, Кафедра химической техники и промышленной экологии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002; e-mail: bosuyk0614@ukr.net.

**Босюк Альона Сергіївна** – студентка, Кафедра хімічної техніки та промислової екології, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002;

**Bosyuk Alyona** – student, Department of Chemical Engineering and Industrial Ecology, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», st. Kirpicheva, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002;

**Лаптий Ольга Александровна** – студентка, Кафедра химической техники и промышленной экологии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002; e-mail: olya.laptiy@gmail.com.

**Лаптий Ольга Олександрівна** – студентка, Кафедра хімічної техніки та промислової екології, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002; e-mail: olya.laptiy@gmail.com.

**Lapty Olga** – student, Department of Chemical Engineering and Industrial Ecology, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», st. Kirpicheva, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002

УДК 614.8.084

**Н. В. РАШКЕВИЧ**

**АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СПОСОБІВ ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ПОЛІГОНАХ ДЕПОНУВАННЯ ВІДХОДІВ**

У роботі проведений аналіз ефективності застосування способів раннього виявлення мікро джерел надзвичайних ситуацій (пожеж) на полігонах депонування відходів. Обґрунтована доцільність використання дистанційних методів контролю ступеня забруднення атмосферного повітря, визначення первинних ознак пожежі (підвищенні температури, наявність токсичних речовин). Встановлені потреби підвищення достовірності результатів досліджень шляхом врахування значного числа змінних факторів при математичному моделюванні фізико-хімічних процесів на території полігонів. Результати досліджень представляють практичний інтерес при забезпеченні техногенно-екологічній безпеці у сфері поводження з відходами.

**Ключові слова:** відходи, безпека, надзвичайні ситуації, засоби контролю, моніторинг, ГІС-технології, лазерний комплекс.

В работе проведен анализ эффективности применения способов раннего выявления микро источников чрезвычайных ситуаций (пожаров) на полигонах депонирования отходов. Обоснована целесообразность использования дистанционных методов контроля степени загрязнения атмосферного воздуха, определения первичных признаков пожара (повышенные температуры, наличие токсических веществ). Установлена необходимость повышения достоверности результатов исследований путем учета значительного числа переменных факторов при математическом моделировании физико-химических процессов на территории полигонов. Результаты исследований представляют практический интерес при обеспечении техногенно-экологической безопасности в сфере обращения с отходами.

**Ключевые слова:** отходы, безопасность, чрезвычайные ситуации, средства контроля, мониторинг, ГИС-технологии, лазерный комплекс.

In the work the analysis of scientific studies that are associated with using contact, remote and biological methods for pollution control and early detection of micro fire sources in the body of the landfill with waste. Found that control air quality primarily is based on laboratory chemical sampling and analysis of samples to obtain statistical information without identifying the specific contribution of contaminants from disposal sites. Remote monitoring tools (GIS-technology, laser system) are an effective way of detecting contamination, as well as the origin of the primary signs of fire. Indicators of the initial stage of the emergency there may be toxic substances or the increase in air temperature above the surface of the landfill. Need of increase of reliability of research results by taking into account the significant number of variables in the mathematical modeling of physicochemical processes on the territory of polygons. The research results are of practical interest in ensuring technogenic-ecological safety in the sphere of waste management.

**Keywords:** waste, safety, emergency situations, danger, means of control, monitoring, GIS-technology, laser.

**Вступ.** Природоохоронні зусилля та заходи щодо оздоровлення навколишнього природного середовища часом виявляються марними внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій (НС), які у більшості випадках супроводжуються пожежами, вибухами, викидом

небезпечних токсичних, хімічних, радіоактивних, біологічних речовин. Це становить загрозу для існування живих організмів, життя та здоров'я населення.

© Н. В. Рашкевич. 2017

Постійний зріст потреб населення призводить до накопичення в екосистемі твердих побутових відходів (ТПВ), компонентний склад яких постійно ускладнюється, змінюється відповідно до рівня життя, кліматичних умов, пори року. Найбільш поширеним способом утилізації відходів є захоронення (депонування) на полігонах (звалищах) [1].

**Аналіз літературних даних та постановка проблеми.** Полігони ТПВ виступають потужним об'єктом з підвищеною небезпекою. У зв'язку з утворенням екологічно-небезпечних речовин, внаслідок постійного протікання фізико-хімічних та біохімічних процесів, полігони потребують кількісного та якісного контролю стану компонентів довкілля прилеглих територій з метою зниження рівня навантаження та своєчасного виявлення й попередження НС.

При вирішенні проблем у сфері поводження з відходами актуальним є аналіз впливу полігонів ТПВ на компоненти навколишнього середовища (повітря, ґрунту, воду) [2–6]. До негативних факторів впливу належать продукти горіння (тління) під час пожеж. Основні причини НС [6–8] безпосередньо пов'язані з неконтрольним накопиченням біогазу, питання утворення та розсіювання (забруднення) якого вирішуються за допомогою розрахунків та прогнозів [5, 9–12]. Ряд науковців [5, 7, 8, 11–13] розглядають проблеми з підвищення пожежної безпеки полігонів ТПВ. Таким чином, утворюється база з удосконалення системи моніторингу.

Процеси забруднення атмосферного повітря розглядаються здебільшого за допомогою контактних методів спостереження та контролю за станом безпеки (пости спостереження [14,15]), а також біологічних засобів [16]. Серед перспективних – дистанційні методи з використанням геоінформаційних систем (ГІС) [17, 18] та лазерних моніторів [19, 21], які мають істотні переваги, що полягають в безпечній, оперативній та надійній ідентифікації речовин, що забруднюють атмосферу, а також можуть застосовуватись в умовах НС.

**Ціль та задачі дослідження.** Метою роботи є дослідження ефективності застосування сучасних способів запобігання НС на території полігону для раннього виявлення мікро джерел пожежі в тілі полігону з відходами.

**Об'єктом дослідження** – фізико-хімічних процеси, які протікають на території полігону ТПВ та їх вплив на довкілля. Предмет дослідження – встановлення ефективності застосування сучасних способів запобігання НС на цих об'єктах для раннього виявлення мікро джерел пожежі в тілі полігону.

**Матеріали та методи дослідження ефективності застосування способів запобігання НС на території полігону для раннього виявлення мікро джерел пожежі.** З урахуванням статистичних даних утворення та утилізації відходів в Україні за кате-

горією «побутові та подібні відходи» відповідно до періоду 2011–2016 роки [22], можна відмітити існування тенденції (рис.1) зі зберігання (захоронення) відходів у спеціально відведених місцях. Незважаючи на наявність, актуальність та перспективність застосування технологій з перероблення відходів, що сприяють техногенно-екологічній безпеці довкілля, їх частка не перевищують 5% від загального обсягу робіт у сфері поводження з відходами.

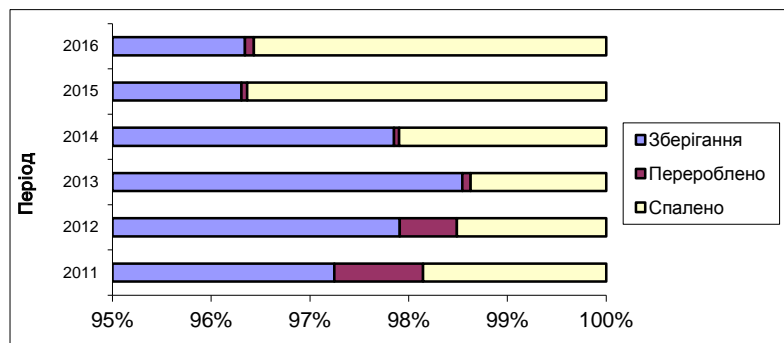


Рисунок 1 – Співвідношення робіт у сфері поводження з відходами, %

Таким чином, побутові відходи з кожним роком накопичуються на полігонах, охоплюють значні площі в просторовому відношенні. Виникають потреби в забезпеченні безпеки при зберіганні. Полігони ТПВ, окрім прояву реальної небезпеки під час утворення газоподібних, рідких, та твердих екологічно-небезпечних речовин, несуть в собі потенційну (скриту) небезпеку, яка може проявитись раптово і не відомо в якому місці та представляти найбільш небезпечний варіант прояву загрози. Тому встановлення небезпеки на початковій стадії (виявлення мікро джерел) зменшує ризик виникнення й розповсюдження НС, що пов'язані з горінням відходів або звалищного газу.

На протікання фізико-хімічних й біологічних процесів у тілі полігона, а, отже, на ймовірність виникнення пожежі впливають склад відходів, їх щільність й ступінь вологості. Збільшення щільності відходів, за рахунок подрібнення, знижує ризик можливих загорянь. З часом, під впливом природних факторів, непередбачуваних фізико-хімічних, біологічних процесів у товщі сміття утворюється звалищний газ до складу якого входить пожеже- та вибухонебезпечний парниковий газ метан (понад 50% від загального об'єму), вуглекислий газ, а також в малих частках водень, сірководень (придає різкий неприємний запах), аміак та на рівні слідів ароматичні та хлоровані вуглеводні.

Робота [5] з математичного обчислення виходу біогазу у газоповітряній суміші, окремих небезпечних компонентів враховують стабільні умови газоутворення. Однак, в процесі життєвого циклу полігону існують невизначеності (сезонна зміна морфологічного складу, умови зберігання). Встановлення часу, місця та виду небезпеки потребує врахування додаткових умов експлуатації полігонів.

Теплові процеси в тілі полігону шляхом моделювання досліджені в роботах [9] з урахуванням

зміни висоти захоронення відходів та часу зберігання та [13] – різних природо-кліматичних режимів формування поверхневого шару полігонів. За результатами досліджень встановлені залежності розподілу температур в тілі полігону та виділення небезпечних речовин (метану). Моделювання теплових процесів показує закономірності тління, самозаймання, умови виникнення техногенної небезпеки. Автори вважають, що розроблена математична модель дає змогу ефективно підійти до питання ідентифікації початкової стадії пожежі (вибуху). Високі температури, що утворюються під час розкладання відходів, вказують на процес утворення метану та появи ймовірних ознак пожежі. Однак, потрібно враховувати показник відтоку тепла з товщі звалища (щільність, теплопровідність відходів, рельєф місцевості, кліматичні умови: температура, вітер, вологість) при подальшому переміщенні в тілі та розсіюванні у навколишньому середовищі.

Авторами [12] проведено моделювання двовимірних нестационарних потоків газу на сміттєзвалищах, які самозаймаються. Запропоновано використовувати методи механіки суцільних гетерогенних середовищ. Звалище представляється пористим об'єктом з джерелами виділення тепла. Модель будується в припущенні двох взаємодіючих та проникаючих континуумів та включає в себе рівняння енергії руху, нерозривності стану для кожного компонента (твердої і газоподібної).

Постійний контроль розігріву тіла полігону, встановлення закономірностей руху небезпечних речовин, розгляд умов виходу їх на поверхню (через який час, під яким тиском) у вигляді пожежі або вибуху виступає базою для ідентифікації потенційної небезпеки.

Біогаз утворюється нерівномірно в залежності від пори року. Відомо, що стабілізація процесу газовиділення настає в середньому через два роки після поховання відходів. Період активного виходу біогазу становить в середньому двадцять років. За цей час генерується близько 80% від загальної кількості біогазу, одержуваного з однієї тонни відходів. Можна зробити висновки щодо часу утворення максимальної небезпеки – спекотна пора року та в середньому до 20 років після захоронення відходів.

Оскільки органічні речовини та полімерні матеріали беруть активну участь в утворенні звалищного газу, то автори в роботі [10] дослідили залежність розмірів санітарно-захисної зони від питомої ваги органічної складової, а саме для 5, 10, 25, 35, 45 і 55 % органічних речовин у загальній кількості відходів. При цьому в реальних умовах більшість полігонів вже має незначну відстань від населених пунктів, що не відповідає нормативам їх розташування. А накопичення відходів на полігоні відбувається без попереднього вилучення органічної складової. Тобто ймовірність виникнення НС буде тільки зростати, також як і актуальність пошуку шляхів їх попередження.

Морфологічний склад відходів важкопрогнозований й містить папір, харчові відходи, текстиль, скло, полімерні та будівельні матеріали, гуму, шкіру, відсів (менше 15 мм) та ін. Залежно від умов процесу

горіння (тління), можуть утворюватись різні вихідні продукти, які різняться за хімічним складом та токсичністю з'єднань. На процес утворення небезпечних речовин впливає наявність або відсутність кисню (достатньої кількості окисника). При повному окисленні метану утворюється вуглекислий газ та вода:  $\text{CH}_4 + 3\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ; при неповному – чадний газ та вода:  $2\text{CH}_4 + 6\text{O}_2 = 2\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O}$  або дрібнодисперс

ний вуглець (сажа):  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 = \text{C} + 2\text{H}_2\text{O}$ . Так в роботі [23] експериментально встановлено, при горінні (тлінні) полімерних матеріалів на основі поліакрилонітрила (нітрон), який широко застосовується у споживчих товарах, утворюються газоподібні продукти горіння: водень, синильна кислота, аміак, окис і двоокис вуглецю. Об'єм викидів цих речовин залежать від наявності окислювача. Кисень бере активну участь в утворенні окису і двоокису вуглецю, а також ціаністого водню у вигляді бромціану. Процес піролізу призводить до більшого масоутворення водню (після 300 °C) і аміаку (до 350 °C). Вихід вихідних газоподібних продуктів пропорційно збільшується з температурою нагріву, однак для аміаку це не характерно. Отже, названі речовини можуть виступати як ідентифікатори початку розвитку НС. Постає питання їх своєчасного виявлення.

Система спостережень, що існує на об'єктах які створюють небезпеку, переважно заснована на неавтоматизованому зборі та обробленні інформації здебільшого для статистичного аналізу на основі лабораторно-хімічних методів відбору та аналізу проб. При проведенні досліджень утворюється великий обсяг інформації, який потрібно обробити та подати в конкретній і зрозумілій формі, пояснити цифрові дані і взаємозв'язок між ними, відобразити закономірності. На обробку даних потрібен час, з впливом якого, може початися розвиток НС.

Регулярний відбір проб повітря у фіксованих точках місцевості, який проводять на стаціонарних постах спостережень, як правило, передбачає вимірювання вмісту в повітрі пилу, діоксиду сірки, оксиду вуглецю та оксидів азоту, а також тих речовин, концентрації яких перевищують гранично допустимі значення. На кожному етапі слід враховувати систематичні похибки, які зумовлені недосконалістю кожної з ланок багатоланкового ланцюжка методу пробвідбору. У одержаних результатах похибка визначення концентрації речовин може сягати 25 %, а визначення деяких речовин може продовжуватись декілька діб [20].

Авторами робіт [14, 15] досліджені питання модернізації Державної системи моніторингу довкілля в частині технічного забезпечення для підвищення ефективності її функціонування, оптимізації мережі моніторингу забруднення атмосфери й адекватності діючої мережі стаціонарних постів спостереження. Однак, запропоновані системи спрямовані для контролю атмосферного повітря всього населеного пункту, а не окремої території, як полігон депонування відходів.

Автором [16] при визначенні стану екологічної небезпеки в зоні впливу звалища ТПВ було адаптовано та використано біоіндикатори (пластинки листка

берези повислої *Betula pendula* та ліхеноіндикації). Однак, біологічний метод базується на більш тривалих спостереженнях за станом навколишнього середовища і не дозволяє виявити «скриті» джерела небезпеки та чітко вказати на них. Відсутня оперативність в отриманні інформації про початок прояву ознак НС, які за короткий час можуть нанести докільню непоправної шкоди. При цьому не всі види живих організмів можуть бути застосовані як біоіндикатори. Один і той же природний індикатор проявляє свою реакцію на певний забруднювач по різному.

Проблему забруднення повітря й моделі поширення забруднювальних речовин в атмосфері за допомогою геоінформаційних технологій (ГІС-технологій) досліджено у роботах [17, 18]. Вони містять аналіз можливості й наукове обґрунтування шляхів створення регіональної моніторингової системи забруднення атмосферного повітря на базі ГІС-технологій. Дослідження та забезпечення якості атмосферного повітря шляхом дистанційних методів є перспективним. Супутникові системи спостереження спроможні вловити різницю між температурою поверхні Землі та температурою джерела загоряння, а також визначити місце розташування. Однак, при цьому потрібно враховувати вплив метеорологічних умов (підвищена вологість, сильний вітер), низька оперативність передачі даних знижують показник правдивості реальної оцінки стану небезпеки. Космічні (супутникові) знімки для подальшого аналізу та ідентифікації джерел формування небезпеки підлягають дешифруванню. Обробка та інтерпретація знімків потребує часу, а також застосування спеціальних програмних комплексів.

Існує ряд приладів і методів аналізу стану атмосфери на базі оптичних властивостей, що мають високу інформативність. Дослідження у роботі [20, 21] спрямоване саме на вивчення теоретичних основ лазерного моніторингу атмосфери в зоні виникнення НС для ідентифікації газового складу й аерозолів. Надаються пропозиції щодо застосування лазерного комплексу в умовах НС. Однак, відсутні пропозиції щодо виявлення первинних ознак НС. Слід відзначити й дуже суттєву перевагу цього методу дії в режимі реального часу – з високою мобільністю проводити дослідження атмосфери, а саме проводити газоаналіз та визначати температуру й вологість повітря. Наявність таких даних може бути корисною для попередження НС на полігонах ТПВ.

Правдивість результатів лазерного зондування залежить від:

– точного рішення прямих задач атмосферної оптики, вивчення впливу атмосфери на лазерний промінь з заданими характеристиками (спектр, енергія, потужність, форма імпульсу, поляризація, когерентність, кут розходження тощо);

– однозначності розв'язання зворотних задач, що дозволяють відновити за даними лазерного зондування параметри атмосфери;

– лазерних локаторів (лідарів) [19].

Застосування лідарів передбачає наявність адекватної математичної моделі для інтерпретації отриманих даних. При цьому, якщо прагнути покращення оптичних властивостей апаратури, то це може виявитися економічно недоцільним.

**Результати дослідження ефективності застосування способів запобігання НС на території полігону для раннього виявлення мікро джерел пожежі.** В результаті проведених досліджень необхідно відмітити, що для раннього виявлення первинних ознак пожежі доцільно застосовувати дистанційні методи контролю стану атмосферного повітря на території полігонів, а також проводити моделювання небезпеки з врахуванням особливостей умов та способів депонування відходів з метою прогнозу НС.

Обговорення результатів ефективності застосування способів запобігання НС на території полігону для раннього виявлення мікро джерел пожежі. Поєднання сучасних ефективних засобів контролю (ГІС-технології або оптичної апаратури) з математичним моделюванням фізико-хімічних процесів може виступати надійним та оперативним способом виявлення індикаторів НС.

**Висновки.** Індикаторами початку розвитку НС можуть виступати токсичні речовини, які утворюються при розкладанні відходів, або підвищення температури повітря над поверхнею полігона. Такі способи як хімічний аналіз проб повітря та біологічні індикатори погіршення стану повітря потребують певного часу для отримання результатів і спрямовані на визначення фонованого рівня забруднення. Прогнозування із застосуванням математичних моделей потребує врахування значної кількості змінних факторів. Серед перспективних способів раннього виявлення залишаються оптичні методи та ГІС-технології.

#### Список літератури:

1. Проект структури Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2016 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/news/31445.html>
2. Трофімов, І. Л. Оцінка впливу відходів побутового походження на екологічний стан України [Текст] / І. Л. Трофімов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 2, № 10 (68). – С. 25–29. doi: [10.15587/1729-4061.2014.22427](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.22427)
3. Годовська, Т. Б. Еколого-гігієнічний аналіз впливу полігону твердих побутових відходів на підземну гідросферу [Текст] / Т. Б. Годовська, В. П. Феценко // Меліорація і водне господарство. – 2010. – Вип. 98. – С. 198–208.
4. Коцюба, І. Г. Аналіз забруднення ґрунтів навколо міського сміттєзвалища міста Житомира [Текст] / І. Г. Коцюба // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2016. – № 3. – С. 90–94.
5. Краснянский, М. Е. Загрязнение свалками ТБО природной среды [Текст] / М. Е. Краснянский, А. Бельгасем // Проблемы экологии. – 2004. – С. 95–102. – Режим доступу: <http://ea.donntu.org:8080/jspui/handle/123456789/13351>
6. Шарова, О. А. Экологический мониторинг на полигонах твердых бытовых и промышленных отходов [Текст] / О. А. Шарова, А. Н. Бармин // Научные ведомости. Сер.: Естественные науки. – 2013. – № 3 (146). – С. 166–169.
7. Алешина, Т. А. Причины возгораний на свалках ТБО [Текст] / Т. А. Алешина // Безопасность строительных систем. Экологические проблемы в строительстве. Геоэкология. – 2014. – № 1. – С. 119–124.
8. Ашихмина, Т. В. Проблемы обеспечения пожарной и экологической безопасности на полигонах ТБО [Текст] / Т. В. Ашихмина, Т. В. Овчинникова, Е. С. Полковникова, Е. Н. Меркулова // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – С. 56–58. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-obespecheniya>

- [pozharnoy-i-ekologicheskoy-bezopasnosti-na-poligonah-tbo](#)
9. Осипова, Т. А. Прогнозування виходу біогазу і температури полігону твердих побутових відходів на основі математичного моделювання [Текст] / Т. А. Осипова, Н. С. Ремез // Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського. – 2015. – Вип. 3 (92). – С. 144–149.
  10. Годовська, Т. Б. Екологічний аналіз та моделювання розсіювання забруднюючих речовин з полігону твердих побутових відходів [Текст] / Т. Б. Годовська, В. В. Гуреля // Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського. – 2012. – Вип. 5 (76). – С. 115–118.
  11. Комаров, А. В. Мониторинг тепловых полей и оценка миграции свалочных газов на полигоне твёрдых бытовых отходов «Хметьево» (Московская область) [Текст] / А. В. Комаров, В. В. Лопатин, В. В. Жуков // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2013. – Вып. 3. – С. 73–77.
  12. Левин, В. А. Математическое моделирование в задачах механики неоднородных сред и динамики природных процессов [Текст] / В. А. Левин, Н. А. Луценко, Л. В. Надкриничный и др. // Вестник ДВО РАН. – 2016. – № 4. – С. 70–77.
  13. Соболев, А. Н. Расчет тепловых полей полигонов твердых бытовых отходов как одна из базовых составляющих в решении задачи повышения технологической безопасности объектов данного класса [Текст] / А. Н. Соболев, Ю. А. Олениченко, Т. В. Марусенко // Системи озброєння і військова техніка. – 2013. – Вип. 2 (30). – С. 231–235.
  14. Бахарев, В. С. Адекватність діючої мережі та обґрунтування пропозицій щодо розміщення стаціонарних постів спостереження за станом атмосферного повітря у м. Кременчугі [Текст] / В. С. Бахарев, А. В. Маренич, М. К. Журавська // Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського. – 2016. – Вип. 4 (99). – С. 80–87.
  15. Ночвай, Р. В. Використання ГІС у задачах управління якістю повітря [Текст] / Р. В. Ночвай, Р. Криваківська, О. Ішук // Електроніка та інформаційні технології. – 2012. – Вип. 2. – С. 154–163.
  16. Корбут, М. Б. Забезпечення екологічної безпеки звалищ твердих побутових відходів [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / М. Б. Корбут; КрНУ ім. Михайла Остроградського. – Кременчук, 2015. – 23 с.
  17. Каменева, І. П. Комплексний аналіз екологічної безпеки міста на основі сучасних ГІС-технологій [Текст] / І. П. Каменева, Я. В. Яцишин, Д. О. Полішко, О. О. Попов // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. – № 5. – С. 41–46.
  18. Крета, Д. Л. Оцінка стану складових довкілля з використанням технологій дистанційного зондування землі та геоінформаційних систем [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Д. Л. Крета; Київський національний університет будівництва і архітектури. – Київ, 2017. – 20 с.
  19. Зуев, В. Е. Дистанционное оптическое зондирование атмосферы [Текст] / В. Е. Зуев, В. В. Зуев // Современные проблемы атмосферной оптики. – СПб.: Гидрометеоздат, 1992. – 212 с.
  20. Вамболь, В. В. Анализ особенностей экологического мониторинга атмосферного воздуха в зоне чрезвычайных ситуаций техногенного характера [Текст] / В. В. Вамболь, А. С. Рашкевич, Н. В. Рашкевич // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – 2016. – № 49 (1221). – С. 85–89.
  21. Черногор, Л. Ф. Возможности применения лазерных исследований атмосферы зоны чрезвычайной ситуации [Текст] / Л. Ф. Черногор, А. С. Рашкевич // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Т. 5, № 9 (53). – С. 10–14. – Режим доступа: <http://journals.urau.ru/cejet/article/view/1282/1183>
  22. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
  23. Рашкевич, Н. В. Исследование состава продуктов горения синтетического волокна [Текст] / Н. В. Рашкевич // East journal of security studies. – 2017. – Т. 1. – С. 194–201.

#### Bibliography (transliterated):

1. Proekt struktury Natsionalnoi dopovidi pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Ukraini u 2016 rotsi. Available at: <https://menr.gov.ua/news/31445.html>
2. Trofimov, I. L. (2014). Impact assessment of municipal wastes on the ecological state of Ukraine. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (10 (68)), 25–29. doi: [10.15587/1729-4061.2014.22427](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.22427)
3. Hodovska, T. B., Feshchenko, V. P. (2010). Ekolo-hihiiienichniy analiz vplyvu polihonu tverdykh pobutovykh vidkhodiv na pidzemnu hidrosferu. Melioratsiya i vodne hospodarstvo, 98, 198–208.
4. Kotsiuba, I. H. (2016). Analiz zabrudnennia gruntiv navkolo miskoho smittiezvalyshcha mista Zhytomyra. Visnyk Cherkaskoho derzhavnogo tekhnolohichnoho universytetu, 3, 90–94.
5. Krasnyanskiy, M. E., Bel'gasem, A. (2004). Zagryaznenie svalkami TBO prirodnoy sredy. Problemy ekolohiyi, 95–102. Available at: <http://ea.donntu.org:8080/jspui/handle/123456789/13351>
6. Sharova, O. A., Barmin, A. N. (2013). Ekologicheskyy monitoring na poligonah tverdykh bytovykh i promyshlennykh othodov. Nauchnye vedomosti. Ser.: Estestvennye nauki, 3 (146), 166–169.
7. Aleshina, T. A. (2014). Prichiny vozgoraniya na svalkah TBO. Bezopasnost' stroitel'nykh sistem. Ekologicheskie problemy v stroitel'stve. Geoekologiya, 1, 119–124.
8. Ashihmina, T. V., Ovchinnikova, T. V., Polkovnikova, E. S., Merkulova, E. N. (2015). Problemy obespecheniya pozharnoy i ekologicheskoy bezopasnosti na poligonah TBO. Sovremennyye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoj oborony i likvidatsii posledstviy chrezvychaynykh situatsiy, 56–58. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-obespecheniya-pozharnoy-i-ekologicheskoy-bezopasnosti-na-poligonah-tbo>
9. Osipova, T. A., Remez, N. S. (2015). Prohnozuvannya vykhodu biohazu i temperatury polihonu tverdykh pobutovykh vidkhodiv na osnovi matematychnoho modeliyuvannya. Visnyk KrNU im. Mykhaila Ostrohradskoho, 3 (92), 144–149.
10. Hodovska, T. B., Hurelia, V. V. (2012). Ekolohichniy analiz ta modeliyuvannya rozsiuvannya zabrudniuuyuchykh rechovykh z polihonu tverdykh pobutovykh vidkhodiv. Visnyk KrNU im. Mykhaila Ostrohradskoho, 5 (76), 115–118.
11. Komarov, A. V., Lopatin, V. V., Zhukov, V. V. (2013). Monitoring teplovykh poley i otsenka migratsiy svalochnykh gazov na poligone tvordykh bytovykh othodov «Hmet'ev» (Moskovskaya oblast'). Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoj zashchity, 3, 73–77.
12. Levin, V. A., Lutsenko, N. A., Nadkrinichnyy, L. V. et al. (2016). Matematicheskoe modelirovanie v zadachah mekhaniki neodnorodnykh sred i dinamiki prirodnykh protsessov. Vestnik DVO RAN, 4, 70–77.
13. Sobol', A. N., Olenichenko, Yu. A., Marusenko, T. V. (2013). Raschet teplovykh poley poligonov tverdykh bytovykh othodov kak odna iz bazovykh sostavlyayushchih v reshenii zadachi povysheniya tekhnogennoy bezopasnosti ob'ektov dannogo klassa. Systemy ozbroeniya i viyskova tekhnika, 2 (30), 231–235.
14. Bakhariev, V. S., Marenich, A. V., Zhuravska, M. K. (2016). Adekvatnist diiuchoi merezhi ta obgruntuвання propozytzii shchodo rozmishchennia statsionarnykh postiv sposterezheniya za stanom atmosfernoho povitria u m. Kremenchutsi. Visnyk KrNU im. Mykhaila Ostrohradskoho, 4 (99), 80–87.
15. Nochvai, R. V., Kryvakovska, R., Ishchuk, O. (2012). Vykorystannya HIS u zadachakh upravlinnia yakistiu povitria. Elektronika ta informatsiini tekhnolohiyi, 2, 154–163.
16. Korbut, M. B. (2015). Zabezpechennia ekolohichnoi bezpeky zvalyshch tverdykh pobutovykh vidkhodiv. Kremenchuk, 23.
17. Kameneva, I. P., Yatsyshyn, Ya. V., Polishko, D. O., Popov, O. O. (2008). Kompleksnyi analiz ekolohichnoi bezpeky mista na osnovi suchasnykh HIS-tekhnolohiy. Ekolohiya dovkillia ta bezpeka zhyttiediyalnosti, 5, 41–46.
18. Kreta, D. L. (2017). Otsinka stanu skladovykh dovkillia z vykorystanniam tekhnolohiy dystantsiinoho zonduvannya zemli ta heoinformatsiynykh sistem. Kyiv, 20.
19. Zuev, V. E., Zuev, V. V. (1992). Distantionnoe opticheskoe zondirovanie atmosfery. Sovremennyye problemy atmosfernoj optiki. Sankt-

- Peterburg: Gidrometeoizdat, 212.
20. Vambol', V. V., Rashkevich, A. S., Rashkevich, N. V. (2016). Analiz osobennostey ekologicheskogo monitoringa atmosfernogo vozduha v zone chrezvychaynyh situatsiy tekhnogenogo haraktera. Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI», 49 (1221), 85–89.
  21. Chernogor, L. F., Rashkevich, A. S. (2011). Application of laser beams studies of the atmosphere of emergency. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (9 (53)), 10–14. Available at: <http://journals.urau.ua/ejet/article/view/1282/1183>
  22. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>
  23. Rashkevich, N. V. (2017). Issledovanie sostava produktov goreniya sinteticheskogo volokna. East journal of security studies, 1, 194–201.

Надійшла (received) 21.10.2017

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Аналіз ефективності застосування способів запобігання надзвичайних ситуацій на полігонах депонування відходів/ Рашкевич Н. В.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 33(1255). – С. 121–126.– Бібліогр.: 23 назв. – ISSN 2079-5459.

**Анализ эффективности применения способов предотвращения чрезвычайных ситуаций на полигоне депонирования отходов/ Рашкевич Н. В.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 33(1255). – С. 121–126.– Бібліогр.: 23 назв. – ISSN 2079-5459.

**Analysis of the effectiveness of methods of prevent emergencies at the landfill depositing waste/ Rashkevich N.** //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – № 33 (1255).– P. 121–126.– Bibliogr.:23. – ISSN 2079-5459

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Рашкевич Ніна Владиславівна** – Національний університет цивільного захисту України, аспірант кафедри прикладної механіки; вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023; e-mail: nine291085@gmail.com

**Рашкевич Ніна Владиславівна** – Национальный университет гражданской защиты Украины, аспирант кафедры прикладной механики; ул. Чернышевского, 94, м. Харьков, Украина, 61023; e-mail: nine291085@gmail.com

**Rashkevich Nina** – National University of Civil Protection of Ukraine, Graduate Student, Department of Applied Mechanics; Chernichevska str., 94, Kharkiv, Ukraine, 61023; e-mail: nine291085@gmail.com

УДК 504.064.2:628.472

**В. Ю. КОЛОСКОВ**

**ВДОСКОНАЛЕННЯ КРИТЕРІЮ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ, ПРИЛЕГЛОЇ ДО МІСЦЯ ЗБЕРІГАННЯ ВІДХОДІВ**

Вдосконалено інтегральний критерій оцінювання екологічного стану території за показником рівня її екологічного резерву. Новизна отриманого результату полягає у використанні в якості відгуків довкілля на дію факторів негативного впливу величин, які характеризують деградаційні процеси в екосистемах. Формалізоване представлення показників рівня екологічного резерву надає можливість використовувати їх для оцінювання екологічного стану території у імітаційних числових експериментах з дослідження станів місця зберігання відходів, що відповідають реалізації в ньому надзвичайних ситуацій різного походження. Використання вдосконаленого критерію екологічного резерву дозволяє формувати комплексну оцінку екологічного стану території у короткотерміновій перспективі, а також надавати прогноз розвитку процесу деградації в ній.

**Ключові слова:** екологічний стан, інтегральний критерій, екологічний резерв, ступінь деградації, відходи.

Усовершенствован интегральный критерий оценивания экологического состояния территории по показателю уровня ее экологического резерва. Новизна полученного результата состоит в использовании в качестве откликов окружающей среды на влияние факторов негативного воздействия величин, характеризующих процессы деградации в экосистемах. Формализованное представление показателей уровня экологического резерва предоставляет возможность использовать их для оценивания экологического состояния территории в имитационных числовых экспериментах, касающихся исследования состояний места хранения отходов, которые соответствуют реализации в нем чрезвычайных ситуаций различного происхождения. Применение усовершенствованного критерия экологического резерва позволяет формировать комплексную оценку экологического состояния территории в краткосрочной перспективе, а также прогнозировать развитие процесса деградации в ней.

**Ключевые слова:** экологическое состояние, интегральный критерий, экологический резерв, степень деградации, отходы.

The purpose of the article is to improve the integral criterion of assessment of environmental condition of the territory with the index of its environmental reserve level. Originality of the achieved result is in application of the indicators characterizing ecosystem degradation process for quantitative description of the territory' environmental response on negative impact factors influence. The advantage of the proposed integral criterion is in formalized representation of environmental reserve level indexes. It allows to apply achieved values for assessment of environmental condition of the territory in simulation quantitative experiments for investigation of the object states concerning to occurrence of extreme situations of different kind at the wastes storage place. Usage of the improved environmental reserve criterion allows forming of complex assessment of environmental condition of the territory in short-term perspective, and at the same time to forecast degradation process development in it.

**Keywords:** environmental condition, integral criterion, environmental reserve, degradation degree, wastes.

© В. Ю. Колосков. 2017