

ОЦІНКА РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЗВАЛИЩ ТВЕРДИХ МУНІЦИПАЛЬНИХ ВІДХОДІВ**О. А. Сагдєєва, Г. В. Крусір, А. Л. Цикало**

Одеська національна академія харчових технологій

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039, Україна. E-mail: sagolanis@ukr.net

В статті проаналізовано методологічні підходи до оцінки рівня екологічної безпеки звалищ твердих муніципальних відходів (ТМВ) на компоненти довкілля та виконано оцінку рівня небезпеки звалища ТМВ м. Одеси за допомогою методу релевантних таблиць. Інтегральна оцінка рівня екологічної безпеки передбачає комплексне використання індексних та експертних методів для врахування фактичного та потенційного впливу та ідентифікації його джерел на основі аналізу технологічних процесів, екологічних аспектів та стадій повного життєвого циклу звалища ТМВ. За допомогою методу релевантних таблиць оцінено рівень екологічної небезпеки одеського звалища ТМВ на довкілля та доведено, що експертні методики дозволяють детально вивчити техногенний вплив на екосистеми на основі розрахунку екоіндикаторів, орієнтованих на оцінку життєвого циклу звалища ТМВ. Як технологічний захід щодо зменшення обсягів харчових та рослинних відходів в складі ТМВ запропоновано аеробне компостування, яке дозволить суттєво підвищити рівень екологічної безпеки у сфері поводження з ТМВ.

Ключові слова: тверді муніципальні відходи, звалище, оцінка рівня екологічної небезпеки, експертні методи, повний життєвий цикл

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ СВАЛОК ТВЕРДЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ**О. А. Сагдеева, Г. В. Крусир, А. Л. Цыкало**

Одесская национальная академия пищевых технологий

ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039, Украина. E-mail: sagolanis@ukr.net

В статье проанализированы методологические подходы к оценке уровня экологической безопасности свалок твердых муниципальных отходов (ТМО) на компоненты окружающей среды и выполнена оценка уровня опасности свалки ТМО г. Одессы с помощью метода релевантных таблиц. Интегральная оценка уровня экологической безопасности предусматривает комплексное использование индексных и экспертных методов для учета фактического и потенциального воздействия и идентификации его источников на основе анализа технологических процессов, экологических аспектов и стадий полного жизненного цикла свалок ТМО. С помощью метода релевантных таблиц выполнена оценка уровня опасности одесской свалки ТМО на окружающую среду и доказано, что экспертные методики позволяют детально изучить техногенное воздействие на экосистемы на основе расчета екоиндикаторов, ориентированных на оценку жизненного цикла свалки ТМО. В качестве технологического мероприятия по уменьшению объемов пищевых и растительных отходов в составе ТМО предложено аэробное компостирование, которое позволит существенно повысить уровень экологической безопасности в сфере обращения с ТМО.

Ключевые слова: твердые муниципальные отходы, свалка, оценка уровня экологической опасности, экспертные методы, полный жизненный цикл.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Управління відходами залишається однією із пріоритетних сфер діяльності та екологічної безпеки розвинених країн у двох основних контекстах: охорона довкілля та збереження ресурсного потенціалу. Проблема екологічної небезпеки, які пов'язані з твердими муніципальними відходами (ТМВ), присвячені роботи А. Алимова, Н.Ф. Абрамова, І.В. Бабаніна, І.Л. Бондара, Я.І. Вайсмана, В.В. Вамболя, М.Д. Гомелі, В.М. Шмандія, А.М. Гонопольського, А.М. Касімова, О.М. Клименко Л.В. Лисенко, Мюррея Р., В.И. Оспищева А.С. Парфенюка В.М. Радовенчика, Т.А. Сафранова, А.В. Сиволапа, І.В. Сталінської, Т.П. Шаніної, Dr. JoachimVomer, Н. Jaskobsen, та багатьох інших учених, які зробили суттєвий внесок у розвиток технологій поводження з відходами, забезпечення екологічної безпеки міськ їхнього розміщення та аспектам впливу твердих побутових відходів різного морфологічного складу на довкілля [1-8].

Дослідженням впливу полігонів ТПВ на стан довкілля приділяється велика увага в більшості країн світу. На міських звалищах навіть середнього міста щорічно накопичуються сотні тисяч тон побутових відходів. Облаштовані без сучасних інженерно-екологічних вимог, звалища ТМВ є потужними джерелами забруднення атмосфери, гідросфери та ґрунтів [9-11]. Через різноманіття відходів, що надходять на звалища та полігони, оцінити хімічний склад заскладованого сміття досить складно, у його товщі відбувається утворення значної кількості токсичних фільтратів і газів, здатних до само загоряння, розвиток хвороботворних мікроорганізмів [12].

Найбільш екологічно доцільними рішеннями для управління переробкою ТМВ визнано мінімізацію та запобігання забрудненню довкілля. Міжнародна система переробки орієнтована на мінімізацію відходів за рахунок сортування та вторинного використання сировини, решта потрапляє на переробку й компостування, спалювання та

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

складування залишків. Оскільки до 40% ТМВ відноситься до органічних відходів, що легко розкладаються (харчові відходи, відходи ринків, міських зелених господарств, муніципальної мережі харчування, каналізаційної системи, відходи домогосподарств [13]), вилучення цієї частини відходів зі звалищ за рахунок компостування та перетворення відходу на вторинний матеріальний ресурс суттєво зменшить екологічне навантаження на фактично розміщені та потенційно заплановані звалища.

Перед впровадженням технологічних рішень щодо зменшення рівня екологічної безпеки впливу звалищ ТМВ на компоненти довкілля та здоров'я населення перш за все, серед інших етапів управління екологічною безпекою, необхідно оцінити рівень безпеки, оскільки від достовірності його визначення залежить ефективність процесу поводження з відходами. Оцінка рівня екологічної безпеки є складним інтеграційним процесом через відсутність єдиного, уніфікованого методу, що дозволяє комплексно оцінити рівень негативного впливу звалища ТМВ на екосистеми і, як наслідок, на здоров'я людини.

Аналітичним оглядом концептуальних питань з управління екологічною безпекою звалищ ТМВ, встановлено, що на сьогодні відсутня концепція побудови системи управління екологічною безпекою звалищ, яка базується на врахуванні основних вхідних, вихідних та ризикових екологічних аспектів. Тому оцінку та прогнозування рівнів екологічної безпеки звалищ ТМВ варто реалізовувати із застосуванням як методів індексної оцінки екологічної безпеки, так і експертних методів, що надасть змогу класифікувати місця складування ТМВ з урахуванням комплексності їх впливу на компоненти довкілля.

Метою роботи є інтегральна оцінка рівня екологічної безпеки звалищ ТМВ на компоненти довкілля для подальшого впровадження технологічних рішень щодо його зменшення.

МАТЕРІАЛИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Об'єктом дослідження впливу звалищ ТМВ на компоненти довкілля з метою подальшої оцінки рівня екологічної безпеки та управління відходами обрано типові для України звалище ТМВ в Одеській області у районі Дальницьких кар'єрів (полігон ТПВ-1 «Дальницькі кар'єри»), розташованого в 9 км на захід від Одеси, є основним полігоном ТМВ у місті. За даними профільного підприємства з вивезення сміття ТОВ «Союз» в 2017 році обсяги збирання, перевезення та складування ТМВ на звалищі склали більше 1,6 млн. м³ відходів з м. Одеса. За статистичними даними Департаменту екології та розвитку рекреаційних зон Одеської міської ради протягом року на звалище ТПВ-1 потрапляє більше 2,1 млн. м³ відходів з міст Одеси, Чорноморська та прилеглих до них населених пунктів. Звалище ТПВ-1 в місті Одесі є одним із типових українських звалищ, які, як правило, експлуатуються з мінімальним впровадженням екологічних заходів.

Всі муніципальні відходи м. Одеси без попереднього сортування зберігаються на звалищі, що є потенційним джерелом інтенсивного забруднення атмосфери, підземних вод (і в цілому загрози епідемічному стану) та потребує вдосконалення процесу зберігання відходів.

Методологічною основою роботи є системний аналіз процесів формування екологічної небезпеки. В роботі використано аналіз та узагальнення досліджень процесів, які відбуваються в тілі звалищ твердих побутових відходів; математичний апарат теорії планування дослідів; методи та засоби теорії ймовірності та прикладної статистики; графоаналітичний та числовий аналіз; ранжувально-експертний аналіз; елементно-теоретичний синтез; лабораторні та експериментальні дослідження.

У вітчизняній практиці найчастіше використовують методики на основі індексних показників. Перевагами індексних методів є використання безрозмірних індексних оцінок, що значно спрощує використання таких методів і зменшує складність обчислень. Проте індексні показники знижують значення комплексної оцінки об'єкту впливу, його фактичний та потенційний внесок у формування екологічної небезпеки, роль системного зв'язку з природно-антропогенним комплексом.

Основою методології індексної оцінки рівня екологічної безпеки звалищ ТМВ є визначення показників екологічної безпеки (індексів та ризиків) і встановлення їх рівнів. Розрахунок цих показників дозволяє оцінювати не тільки рівень впливів звалищ ТМВ на навколишнє середовище, але і враховувати ймовірність виникнення негативних наслідків від того чи іншого виду таких впливів [14]. Індекс екологічної безпеки розраховується відповідно

$$I = \max(I_1 * I_i \dots I_n), \quad (1)$$

де I_i – індекс екологічної безпеки однієї зі складових НС (атмосферне повітря, поверхневі води, ґрунт); $I_i = 1 - e^{-0,25 * KP - 1}$ – для атмосферного повітря, де КП – кратність перевищення нормативного забруднення ($KP_{\max} = 0$, $KP_{\min} = 8$); $I_i = 1 - e^{-0,33 * I^{E_{\max} - 1,33}}$ – для поверхневих вод, де ІЕ – інтегральний екологічний індекс ($I_{E_{\max}} = 1$, $I_{E_{\min}} = 7$); $I_i = 1 - e^{-0,016 * Z_c - 1}$ – для ґрунту, де Z_c – сумарний показник забруднення ґрунтів ($Z_{c_{\max}} = 0$, $Z_{c_{\min}} = 128$).

Отримані таким чином індекси дозволяють прийняти рішення про можливість функціонування звалища або необхідності внесення змін [15]. Проте метод індексної оцінки, дозволяючи встановити рівень екологічного ризику звалища при штатному режимі роботи, не передбачає оцінку екологічного ризику при виникненні аварії (пожежі внаслідок самозагоряння), тобто унеможливає контроль за рівнем екологічної небезпеки у разі аварійної ситуації.

Враховуючи, що джерела негативного впливу, екологічні аспекти звалищ, об'єкти довкілля, на які вони впливають, становлять єдину взаємопов'язану

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

систему предметів і явищ у природно-техногенному середовищі, розроблено механізм формування екологічної небезпеки звалищ ТПВ, що відображено на рис. 1.

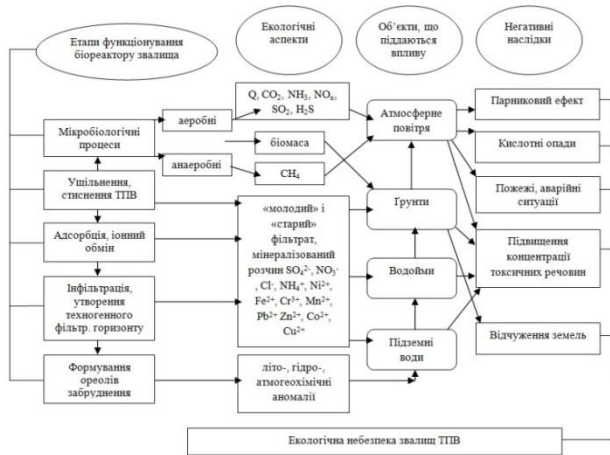


Рисунок 1 – Механізм формування екологічної небезпеки звалища

Екологічні аспекти звалища ТМВ побудовано на схемах компонентного, матеріального, енергетичного та матеріально-енергетичного балансів, що дозволяє врахувати як реальний, так і потенціальний вплив на компоненти довкілля (рис. 2).



Рисунок 2 – Екологічні аспекти звалища ТМВ: вхідні, вихідні та ризикові

З використанням особливостей запропонованого механізму (рис. 1) методом структурно-логічного аналізу визначена загальна концепція оцінки рівня екологічної небезпеки звалища ТМВ, згідно якої ідентифікація джерел негативного впливу звалищ на об'єкти довкілля має бути здійснена на основі аналізу всіх технологічних процесів та їх класифікації згідно ступеня впливу. Ідентифікація та оцінка екологічних аспектів реалізується з використанням експертного методу.

У практиці оцінки рівня екологічної небезпеки, як правило, застосовуються методи оцінки екологічного ризику. Так, метод комплексної екологічної оцінки природно-техногенних комплексів на основі MIPS- аналізу (Material Input Per Unit Service or Utility) і ризик-аналізу є прикладом такого підходу до оцінки рівня екологічної безпеки звалища [16]. MIPS-аналіз можна використовувати для оцінки впливу на навколишнє середовище ТМВ, тому що він показує інтегральну кількість ресурсів, що використані для заповнення потужностей звалища, яке в комплексі є

об'єктом впливу на довкілля. До показника MIPS застосовують ті ж вимоги, що і до інших форм екологічного обліку, а саме: для підвищення значимості та достовірності його визначення необхідно враховувати повний життєвий цикл (ЖЦ) продукції і всі типи екологічних аспектів (вхідні, вихідні й ризикові) [17]. Концепція MIPS заснована на принципі – чим менше відходів складається використовується, тим менше навантаження здійснюється на навколишнє середовище [16].

Екологічність природно-техногенного комплексу (ПТК), до якого включено звалище, згідно MIPS-аналізу визначається на основі МІ-чисел і кількісних показників продукції. МІ-числа є характеристиками загальної кількості сировини природного походження (в кг або т), що необхідно для виробництва або утилізації 1 кг (т) відходу:

$$MIPS_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n MI_i \cdot C_i \cdot X_j}{S_j}, \quad (2)$$

де MI_e – матеріальна інтенсивність і-го забруднювача; C_i – концентрація і-го забруднювача; X_j – загальна кількість викидів (скидів) для j-го об'єкта дослідження; S_j – результати діяльності у вигляді продуктивності системи: рекультиватії звалища.

У свою чергу аналіз екологічних ризиків дає можливість оцінити порушення рівноваги в екологічних системах, що призводить до зміни параметрів характеристик їх абіотичних і біотичних складових, умов, станів і перебігу природних процесів у ПТК, життєвого циклу звалища [18]. Таким чином, використання MIPS-аналізу та ризик-аналізу дозволяє здійснювати комплексний підхід до оцінки техногенного впливу на компоненти НС.

Методи «Екоіндикатор 95» [19] і «Екоіндикатор 99» [20] розроблені для розрахунку екологічних ризиків і орієнтовані на оцінку ЖЦ основних видів продукції (відходів) і процесів. Основна ідея цих методів полягає у детальному обліку (інвентаризації) всіх ресурсів, що споживаються, і потрапляння у середовище проживання забруднювачів протягом ЖЦ звалища ТМВ. Методи дають можливість оцінити шкоду екосистемам і здоров'ю людей, при цьому враховуються ресурси, що споживаються, та речовини, що надходять в навколишнє середовище.

Таким чином, експертні методики дозволяють детально вивчити техногенний вплив на екосистеми на основі розрахунку екоіндикаторів, орієнтованих на оцінку ЖЦ звалища ТМВ [21]. В основі експертних методів покладено принцип оцінки екологічних аспектів звалищ ТМВ ризику на різних етапах повного життєвого циклу (Life Cycle Impact Assessment). Життєвий цикл – це сукупність взаємопов'язаних процесів зміни стану відходу від початку його утворення до кінцевої переробки. До основних стадій ЖЦ звалища ТМВ відносяться (рис. 3-4):

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

- перший етап – період роботи полігону, який триває 15-20 років. За цей час відбувається заповнення потужностей полігону відходами;
- другий етап (його умовно можна назвати біореактором) – період після закриття звалища до часу загасання біохімічних процесів в звалищному тілі. У цей період процеси біохімічного розкладу речовини в тілі звалища за відсутності спеціальних технологічних рішень протікають природним чином;
- третій етап – період адаптації звалища до навколишнього середовища.

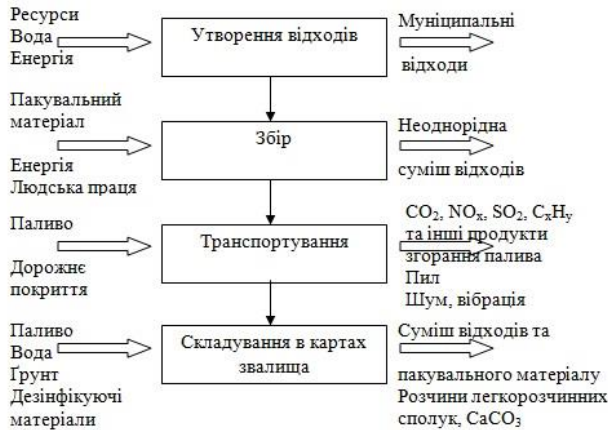


Рисунок 3 – Заповнення потужностей звалища на першій стадії життєвого циклу

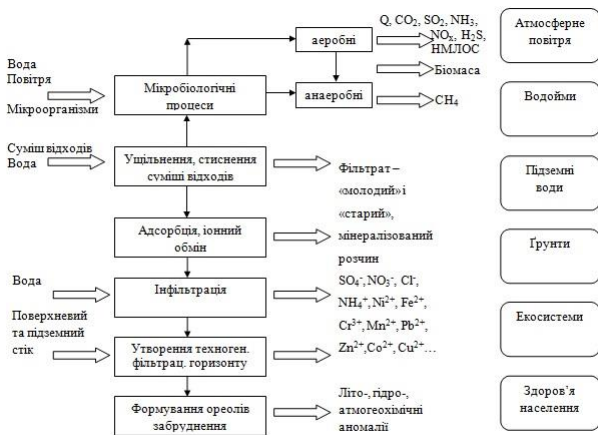


Рисунок 4 – Стадії біохімічного реактору та адаптації звалища до стану довкілля – друга та третя стадії повного життєвого циклу звалища

При оцінці впливу ЖЦ враховують дев'ять основних процесів, що чинять негативний вплив та заподіюють шкоду здоров'ю людей і шкоду екосистемам, причому кожному з цих процесів приписується певний ваговий коефіцієнт (табл. 1).

В роботі виконано оцінку рівня екологічної безпеки звалищ ТМВ на компоненти довкілля за допомогою такого експертного методу, як А, В, С – аналіз (релевантні таблиці). Цей метод дозволяє класифікувати всі екологічні аспекти складування ТМВ на звалищі, які впливають на компоненти довкілля прямо чи опосередковано, за ступенем їх

значущості, а отже, для формування алгоритму управління ступенем екологічної небезпеки.

Таблиця 1 – Процеси, що заподіюють шкоду екосистемам і шкоду здоров'ю людей, їх вагові коефіцієнти і критерії виявлення (для країн Європи)

Процеси	Вагові коефіцієнти	Критерії виявлення
Руйнування озонового шару	100	Імовірність однієї смерті на рік на 10 ⁶ жителів
Дія пестицидів	25	5%-ва деградація екосистем
Дія канцерогенних речовин	10	Імовірність однієї смерті на рік на 10 ⁶ жителів
Підвищення кислотності водойм	10	Імовірність однієї смерті на рік на 10 ⁶ жителів
Евтрофікація	5	5%-ва деградація екосистем
Дія важких металів	5	5%-ва деградація екосистем
Дія зимового смогу	5	Враховується концентрація кадмію, як основного екотоксиканту з важких металів
Дія літнього смогу	2,5	Облік скарг в період дії смогу

Метод дозволяє ранжувати всі екологічні аспекти за ступенем впливу на компоненти довкілля та здійснювати кількісну оцінку найбільш суттєвих екологічних аспектів за методикою експертної оцінки. За допомогою релевантних таблиць оцінюють вплив основної та допоміжної сировини, стадій технологічного процесу переробки відходу в природних умовах, стадій ЖЦ впливу звалища, вхідних та вихідних аспектів процесу впливу звалища на навколишнє природне середовище, включаючи:

- вплив основних факторів ЖЦ відходу на елементи довкілля (повітря, вода, ґрунти);
- оцінку утворення відходів та споживання ресурсів;
- фізичний вплив та ризикові екологічні аспекти.

Ступінь впливу в релевантних таблицях оцінюється як:

- відсутній (0 балів);
- незначний (2 бали);
- помірний (5 балів);
- значний (10 балів);

перевисуючий встановлені норми (за таких умов звалище функціонувати не може – необхідно передбачити заходи зниження впливу).

Ступінь впливу окремої категорії ТМВ, стадії ЖЦ чи екологічного аспекту оцінюють за сумою балів:

- А – вплив значний (300-600 балів);
- В – вплив помірний (100-300 балів);
- С – вплив незначний (0-100 балів).

Результатом аналізу таблиці є ранжування стадій ЖЦ та екологічних аспектів за ступенем впливу на довкілля та формування

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

обґрунтованих пропозицій щодо мінімізації негативного впливу технологічних процесів виробництва на навколишнє природне середовище.

Оцінюючи повний ЖЦ звалища слід враховувати, що, як правило, найбільший негативний вплив на довкілля пов'язаний зі стадією біореактору, яка характеризується утворенням значної кількості поллютантів, формуванням літо-, гідро- та атмогеохімічних аномалій та пожежонебезпечних ризиків.

За допомогою релевантних таблиць оцінено вплив звалища ТМВ на компоненти довкілля, стадій ЖЦ, вхідних і вихідних екологічних аспектів процесу переробки відходу на звалищі в природних умовах і складено три таблиці для кожної стадії повного ЖЦ звалища ТМВ. У таблиці 2, для прикладу, розглянуто вплив основних факторів другої стадії повного ЖЦ звалища ТМВ на компоненти довкілля.

Таблиця 2 – Характеристика стадії хімічного біореактору звалища ТМВ на елементи довкілля

Елементи довкілля	ТМВ, 258159 т/рік							стадії ЖЦ				Відповідність	Оцінка	
	харчові та рослинні	макулатура	гума, шкіра	полімерні відходи	текстиль	деревина	інші, які не піддаються біодеструкції	ушліщення	інфільтрація	аеробне зброджування	анаеробне зброджування			
Кількість, т/рік	103005, 4	5679 5	4646, 9	20394, 6	11617, 2	3097, 9	58602, 1							
Повітря	CO ₂ -екв.	10	10	5	5	5	2	0	0	0	10	2	49	С
	CO	5	5	5	5	5	2	0	0	0	5	5	37	С
	NO _x	5	2	2	0	2	2	0	0	0	10	0	23	С
	SO ₂	5	2	2	2	2	2	0	0	0	10	0	25	С
	CH ₄	10	10	5	10	5	5	0	0	0	2	10	57	С
	NH ₃	5	2	2	2	2	2	0	0	0	2	5	22	С
	зважені частинки	2	2	2	2	5	5	5	5	0	0	0	28	С
	діоксини	2	10	5	10	5	5	0	0	0	5	5	47	С
	відпрацьоване тепло	10	10	5	2	2	2	0	2	0	10	10	53	С
	пара	10	5	0	0	2	2	0	5	0	10	2	36	С
	фтор-, хлорорг. сполуки	2	5	5	10	5	2	5	0	0	5	5	44	С
Вода	НМЛОС	10	10	5	5	5	2	2	0	0	10	2	51	С
	БПК ₅	2	2	2	2	2	2	0	2	10	5	2	31	С
	ХПК	2	2	2	2	2	2	0	2	10	2	5	31	С
	кислоти/луги	10	2	2	2	2	5	5	2	10	5	0	45	С
	N (NH ₃ +NH ₄ ⁺)	10	5	2	2	2	5	0	2	10	2	5	45	С
	нітрати	5	0	0	0	2	2	0	2	10	5	0	26	С
	нітрити	5	0	0	0	2	2	0	2	10	5	0	26	С
	орг. речовини	10	10	5	5	5	5	0	2	10	5	5	62	С
	солі	10	2	5	2	2	2	5	2	10	2	2	44	С
	важкі метали	2	2	2	0	2	0	10	2	10	0	0	30	С
	зважені частки	5	2	2	0	2	2	5	2	10	0	0	30	С
Ґрунти	N	10	2	5	2	5	10	0	2	10	2	2	50	С
	P	10	2	5	2	5	10	0	2	10	2	2	50	С
	K	10	2	5	2	5	10	0	2	10	2	2	50	С
	пестициди	10	0	0	0	0	10	5	2	10	2	2	41	С
	важкі метали	5	2	5	2	2	5	10	0	10	0	0	41	С
	галогенні речовини	5	5	5	5	5	5	5	2	10	2	2	51	С
	відпрацьоване тепло	5	5	2	2	2	5	2	0	2	10	10	45	С
	солі	5	5	5	2	2	2	5	2	5	2	0	35	С
Твердий	відчуження ґрунтів	2	5	10	10	5	5	10	10	10	10	10	87	С
	специфічні відходи	0	0	10	10	5	0	10	5	2	0	0	42	С
	інертні речовини	0	2	10	10	5	2	10	5	0	0	0	44	С
горючі	2	10	10	10	10	10	5	10	0	10	10	87	С	

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

Елементи довкілля		ТМВ, 258159 т/рік							стадії ЖЦ				Відповідність	Оцінка
		харчові та рослинні	макулатура	гума, шкіра	полімерні відходи	текстиль	деревина	інші, які не піддаються біодеструкції	ущільнення	інфільтрація	аеробне зброджування	анаеробне зброджування		
Кількість, т/рік		103005,4	56795	4646,9	20394,6	11617,2	3097,9	58602,1						
	речовини													
	токсичні речовини	0	2	5	5	5	0	5	2	10	10	10	54	С
Споживання	електроенергія	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	С
	повітря	10	10	2	2	2	2	0	5	0	10	2	45	С
	вода	10	10	2	2	2	2	0	5	10	5	2	8	С
	грунт	10	10	10	10	10	10	10	10	5	2	2	14	С
	техніка	5	5	5	5	5	5	5	5	2	0	0	25	С
Інші	шуми	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	С
	вібрації	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	С
	ізотопи	2	2	2	2	2	2	5	2	2	0	0	21	С
	використання с/г земель	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	2	102	В
	будівництво	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	С
	мікроорганізми	5	2	2	2	2	5	0	2	2	10	10	42	С
	ГМО	10	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	17	С
	електромагнітне випромінюванн	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	С
Ризик	вибухонебезпечні речовини	0	0	0	2	0	0	2	5	0	5	5	19	С
	легкозаймисті речовини	2	10	5	5	10	10	2	5	0	10	10	69	С
	токсичні речовини	2	5	5	10	5	2	2	0	10	10	10	61	С
	небезпечні зараженням	2	0	0	0	0	0	0	2	10	10	10	34	С
	гази, тиск	5	0	0	2	0	0	0	0	0	10	10	27	С
Відповідність		274	206	185	182	172	187	142	129	242	244	178		
Оцінка		В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В		

На основі отриманого з релевантних таблиць результату можна зробити висновок, що вплив основних факторів ЖЦ звалища ТМВ на елементи довкілля (повітря, вода, ґрунти) є помірним. Найбільшим впливом на компоненти довкілля під час функціонування звалища на стадії хімічного біореактору характеризується загальне відчуження земель, потрапляння в довкілля токсичних, горючих та легкозаймистих речовин, що дозволяє зробити висновок про реальну та потенційну екологічну небезпеку, яку створює звалище ТМВ. Аналіз релевантних таблиць допомагає вилучити харчові та рослинні відходи з морфологічного складу ТМВ, як такі, що чинять найбільший вплив на компоненти довкілля через стадії мікробіологічних процесів та утворення найбільшої кількості фільтрату (274 бали). Це доводить необхідність розробки технологічних рішень в сфері управління саме з харчовою компонентою ТМВ, як вторинним ресурсом високого потенціалу.

Серед технічних та технологічних заходів щодо поводження з харчовою складовою ТМВ перше місце варто віднести процесам компостування, як досить досконалому методу їх знешкодження та

подальшого використання. Основними перевагами застосування технологій компостування в обробці відходів є повернення наявних у відходах поживних речовин рослин в оборот екосистеми, скорочення кількості відходів, одночасне корисне використання інших органічних відходів продуктів в компості (харчові відходи, листя, трава, гній, очисний мул комунальних вод та ін.).

ВИСНОВКИ. За результатами аналізу методологічних підходів до оцінки рівня екологічної небезпеки звалищ ТМВ на компоненти довкілля та виконаної оцінки рівня небезпеки звалища ТМВ м. Одеси за допомогою експертних методів можна зробити наступні висновки:

1) В сучасних умовах першочерговим завданням для України в сфері поводження з відходами є рекультивация звалищ ТМВ в аспекті дотримання природоохоронного законодавства та підвищення рівня екологічної безпеки.

2) В сфері управління екологічною безпекою звалищ ТМВ доцільно враховувати основні вхідні, вихідні та ризикові екологічні аспекти досліджуваних об'єктів для здійснення комплексної

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

оцінки та прогнозування впливу звалищ на компоненти довкілля.

3) Поширені методи індексної оцінки не завжди передбачають оцінку потенційного екологічного ризику при функціонуванні звалищ ТМВ, що унеможливило контроль за рівнем екологічної небезпеки у разі аварійної ситуації.

4) Визначення екологічних аспектів та стадій повного життєвого циклу звалищ ТМВ є основою методів експертних оцінок і, як наслідок, загальної концепції оцінки рівня екологічної небезпеки, згідно якої ідентифікація джерел негативного впливу звалищ на об'єкти довкілля має бути здійснена на основі аналізу всіх техногенних процесів та їх класифікації згідно ступеня впливу.

5) За допомогою методу релевантних таблиць оцінено рівень екологічної небезпеки звалища ТМВ на довкілля та доведено, що експертні методики дозволяють детально вивчити техногенний вплив на екосистеми на основі розрахунку екоіндикаторів, орієнтованих на оцінку життєвого циклу звалища ТМВ.

6) Харчові та рослинні відходи в складі ТМВ потребують розробки технологічних заходів щодо зменшення їх обсягів та переробки, як компонента відходів, яка характеризується найбільшим обсягом та здатністю до біохімічних реакцій.

7) Аеробне компостування є однією з найкращих найбільш доступних технологій для інтегрованої системи управління відходами за рахунок мінімізації антропогенного впливу на довкілля, відповідності новітнім вітчизняним та зарубіжним розробкам, економічності та практичної прийнятності технології.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мюррей Р. Цель – ZeroWaste. / Р. Мюррей [пер. с англ. В. О. Горницького]. – М.: ОМННО «Совет Гринпис», 2004. – 232 с.

2. Jacobsen H. Cases tu dieson waste minimization practices in Europe / H. Jacobsen, M. Kristoferrsen // Topic report – European Topic Centre on Waste, February 2002. – European Environment Agency, 2002. – P. 35–42.

3. Горох Н. П. Экологическая оценка вредных веществ при комплексной утилизации муниципальных отходов / Н. П. Горох // Коммунальное хозяйство городов: науч. – техн. сборник – К.: Техніка, 2005. – вып. 63. – С. 172–181.

4. Шаніна Т.П. Управління та поводження з відходами: підручник / Т.П. Шаніна, О.Р. Губанова, М.О. Клименко та ін. / за ред. Т.А. Сафранова, М.О. Клименко. – Одеса: Вид-во ТЕС, 2012. – 272 с.

5. Касимов А.М. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии, оборудование: учебн. пособ. / А.М. Касимов, В.Т. Семенов, А.Н. Александров, А.М. Коваленко. – Харьков: Изд-во ХНАГХ, 2006. – 301 с.

6. Сталінська І.В. Особливості екологічної безпеки у системі «тверді побутові відходи – навколишнє середовище – здоров'я людини» // Науковий вісник

НЛТУ України. – 2016. – Вип. 26. – № 7. – С. 238–244.

7. Вайсман Я.И. и др. Управление отходами. Захоронение твердых бытовых отходов. – Пермь: ПГТУ, 2001. – 133 с.

8. Сафранов Т.А., Приходько В.Ю., Шаніна Т.П. Проблема розміщення відходів на звалищах та полігонах Одеської області. // Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна. – 2016. – № 14. – С. 83–90

9. Шевченко О. А. Еколого-гігієнічна оцінка ступеню небезпеки території муніципальних звалищ та заходи щодо їх оздоровлення / О. А. Шевченко, Е. А. Деркачов // Проблеми збору, переробки та утилізації відходів: зб. наук. статей IV міжнар. наук.-практ. конференції. – Одеса, 2002. – С. 224–227.

10. Вамболь В. В. Идентификация источников формирования экологической опасности в местах несанкционированного скопления отходов // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2016. - № 1(96). – С. 122–128

11. Микробиологическая характеристика свалочных грунтов / Я. И. Вайсман, Г. М. Батракова, Т. А. Зайцева, А. М. Зомарев // Сборник научных статей V Междунар. научно-практ. конференции «Проблемы сбора, переработки и утилизации отходов», 8–9 апреля 2004 г., Одесса. – Одесса: ОЦНТЭИ, 2004. – С. 59–64.

12. Радовенчик В. М. Тверді відходи: збір, переробка, складування: [навч. посіб.] / В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля. – К.: Кондор, 2010. – 552 с.

13. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Приходько В.Ю. Класифікація твердих муніципальних відходів – передумова формування ефективної системи поводження з їх потоками // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2014. - №18. – С. 32–37.

14. Лисиченко Г.В. Природний, техногенний та екологічний ризику: аналіз, оцінка, управління [Текст] / Г. В. Лисиченко, Ю. Л. Забулонов, Г. А. Хміль // Наук. Думка, 2008. – 543 с.

15. Бойко Т. В. К вопросу определения рисков при оценке воздействий техногенных объектов на окружающую среду [Текст] / Т. В. Бойко // Восточно Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 4/6 (34). – С. 37–41.

16. Риттхофф М. Вычисления MIPS: ресурсная продуктивность продукции и услуг [Текст] / М. Риттхофф // СПб, 2004. – 246 с.

17. Тимошенко С. А., Дудар Т. В. Аналіз впливу на довкілля паперових відходів Києва та Львова та технологій їх утилізації із використанням методу оцінки життєвого циклу // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2013. - № 1(78). – С. 104–108

18. Бойко Т. В. Кількісні показники оцінки техногенної безпеки об'єктів / Т. В. Бойко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 1/2(37). – С. 14–17.

19. Абрамова А.О. Индексна оцінка рівня екологічної безпеки проєктованих промислових

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

об'єктів / А.О. Абрамова // Technology audit and production reserves.–2012.– №6, 1(8).– С. 39-40.

20. Бойко Т. В. Особливості використання методу «індекс–ризик» для оцінки техногенної безпеки об'єктів / Т. В. Бойко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 6/5(42). – С. 44–47.

21. Качинский А.Б. Структурный анализ системы обеспечения экологической и природно-техногенной безопасности Украины / А.Б. Качинский, Н.В. Агаркова // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2013. – № 1. – С. 7–15.

THE ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL SAFETY LEVEL OF THE SOLID MUNICIPAL WASTE LANDFILLS

O. Sagdeeva, G. Krusir, A. Tsykalo

Odessa National Academy of Food Technologies

Kanatna Street, 112, Odessa, 65039, Ukraine. E-mail: sagolanis@ukr.net

Purpose. To carry out a complex assessment of the ecological safety level of the municipal solid wastes' (MSW) landfills influence on environmental components for further implementation of technological solutions for its reduction.

Methodology. We have carried out a systematic analysis of the processes, forming the MSW landfills' ecological hazard, generalized the study of processes occurring in the body of landfills. On the basis of the determined mechanism of forming the MSW landfills' ecological hazard by the method of structural and logical analysis, a general concept for assessing the ecological safety level of the MSW landfill has been formed, according to which the identification of sources of the landfills negative influence on the environment objects should be carried out on the basis of the all technological processes' analysis and their classification according to the degree impact. We have determined that the identification and assessment of environmental aspects is realized using the expert method. **Results.** We have developed that in the area of the MSW landfill's environmental safety management, it is advisable to take into account the main input, output and risk environmental aspects of the studied objects for the integrated assessment and prediction of the landfills' impact on environmental components. Common methods of index estimation do not always provide the ecological risk assessment of the MSW landfill, which makes it impossible to monitor the level of the ecological safety in the event of an emergency. The basis of expert assessment methods for the ecological safety assessment is the definition of environmental aspects and stages of the MSW landfill's full life cycle. Using the A,B,C-method, we have assessed the MSW landfill's environmental hazard level on the environment and proved that expert methods allow to study in detail the man-made impact on ecosystems on the basis of eco-indicators' calculation and the MSW landfill's life cycle estimation. As technological measures to reduce the volume and processing of food and vegetable waste part of the MSW, we have proposed the aerobic composting, which is one of the best available technologies for an integrated waste management system by minimizing anthropogenic impact on the environment, compliance with the latest domestic and foreign developments, economic and the practical feasibility of the technology. **Originality.** For the first time, we have performed an expert assessment of the MSW landfill's environmental safety on environmental components based on the A,B,C-method, using the environmental aspects and the landfill's full life cycle stages analysis. **Practical value.** The expediency of complex use of index and expert methods for assessing the MSW landfills' ecological safety level has been proved. On the basis of the performed research, we have proposed aerobic composting as a technological measure to reduce the MSW landfills' impact on environmental components through the processing of food and plant components of municipal solid waste. *References 21, tables 2, figures 4.*

Key words: municipal solid wastes, MSW landfill, assessment of the ecological safety level, full life cycle, ecological aspects

REFERENCES

1. Murray R. (2004), *Tsel' – ZeroWaste* [Purpose – ZeroWaste], R. Murray [trans. from Eng. V. O. Gornitsky], OMNNO "Council of Greenpeace", Moscow, Russia, 232 p.

2. Jackobsen H. (2002), Cases of waste minimization practices in Europe, H. Jackobsen, M. Kristoferrsen, Topic report - European Topic Center for Waste, February 2002, European Environment Agency, pp. 35–42.

3. Gorokh N. P. (2005), *Ekologicheskaya otsenka vrednykh veshchestv pri kompleksnoy utilizatsii municipal'nykh otkhodov* [Environmental assessment of harmful substances in the complex utilization of municipal wastes], *Kommunal'noye khazyaystvo gorodov: nauch.–tekhn. sbornik*, Kiev, Ukraine, no.63, pp.172–181.

4. Shanina T.P. *Upravlinnya ta povodzhennya z vidkhodamy* [Management and Waste Management], Textbook, TPP, Odessa, Ukraine, 272 p.

5. Kasymov A.M. (2006), *Tverdyye bytovyye otkhody. Problemy i resheniya. Tekhnologii, oborudovaniye* [Solid household waste. Problems and solutions. Technologies, equipment] Textbook, KHNAHKH, Kharkiv, Ukraine, 301 p.

6. Stalins'ka I.V. (2016), *Osoblyvosti ekolohichnoyi bezpeky u systemi «tverdi pobutovi vidkhody – navkolyshnye*

seredovyshe – zdorov'ya lyudyny» [Features of ecological safety in the system of "solid household waste - the surrounding environment - human health], *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny*, no. 7, pp. 238–244.

7. Vaysman Y.A., etc (2001), *Upravlyenye otkhodamy. Zakhoroneny tverdyykh bytovykh otkhodov* [Waste management. Burial of solid household waste], PSTU, Perm, Russia, 133 p.

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

8. Safranov T.A., Prikhodko V.Yu., Shanina T.P. (2016), *Problema rozmishchennya vidkhodiv na zvalyshchakh ta polihonakh Odes'koyi oblasti* [The problem of waste disposal at landfills and landfills in the Odessa region], *Visnyk KHNU im. V. N. Karazina*, no. 14, pp. 83–90.
9. Shevchenko O. A. (2002), *Ekoloho-hihiyenichna otsinka stupenyu nebezpeky terytoriyi munitsypal'nykh zvalyshch ta zakhody shchodo yikh ozdorovlennya* [Ecological-hygienic assessment of the level of danger of the territory of municipal dumps and measures to improve them], *Problemy zboru, pererobky ta utylizatsiyi vidkhodiv: zb. nauk. statey IV mizhnar. nauk.-prakt. konferentsiyi*, Odessa, Ukraine, pp. 224–227.
10. Vambol' V. V. (2016), *Identyfikatsiya dzhерel formuvannya ekolohichnoyi nebezpeky v mistyakh nesanktsionovanoho skupchennya vidkhodiv* [Identification of sources of environmental hazard formation in places of unauthorized accumulation of waste], *Visnyk KrNU imeni Mykhayla Ostrohrads'koho*, no.1 (96), pp. 122–128.
11. Vaysman Y.I., Batrakova G. M., Zaytseva T. A., Zomarev A. M. (2004), *Mikrobiologicheskaya kharakteristika svalochnykh gruntov* [Microbiological characteristic of landfill sites], *Sbornik nauchnykh statey V Mezhdunar. nauchno-prakt. konferentsii «Problemy sbora, pererobki i utilizatsii otkhodov»*, April, 8-9, Odessa, Ukraine, pp. 59–64.
12. Radovenchyk V. M. (2010), *Tverdi vidkhody: zbir, pererobka, skladuvannya* [Solid waste: collection, processing, storage], Textbook, V.M. Radovenchyk, M.D. Homelya, Kondor, Kyiv, Ukraine, 552 p.
13. Safranov T.A., Shanina T.P., Gubanova O.R., Prykhod'ko V.Y. (2014), *Klasyfikatsiya tverdyykh munitsypal'nykh vidkhodiv – peredumova formuvannya efektyvnoyi systemy povodzhennya z yikh potokamy* [Classification of solid municipal waste is a prerequisite for the formation of an efficient system of handling their flows], *Visnyk Odes'koho derzhavnoho ekolohichnoho universytetu*, no. 18, pp. 32–37.
14. Lisichenko G.V. (2008), *Pryrodnyy, tekhnohenny ta ekolohichny ryzyky: analiz, otsinka, upravlinnya* [Natural, man-made and environmental risks: analysis, evaluation, management], *Nauk. Dumka, Khmil', Ukraine*, 543 p.
15. Boyko T. V. (2008), *K voprosu opredeleniya riskov pri otsenke vozdeystviy tekhnogennykh ob'yektiv na okruzhayushchuyu sredu* [On the issue of risk assessment in assessing the impact of man-made objects on the environment], *East European Journal of Advanced Technologies*, no. 4/6 (34), pp. 37–41.
16. Ritthoff M. (2004), *Vychisleniya MIPS: resursnaya produktivnost' produktsii i uslug* [Calculations of MIPS: resource productivity of products and services], *St. Petersburg, Russia*, 246 p.
17. Tymoshenko S.A., Dudar T.V. (2013), *Analiz vplyvu na dovkillya paperovykh vidkhodiv Kyieva ta L'vova ta tekhnolohiy yikh utylizatsiyi iz vykorystanniam metodu otsinky zhyt'yevoho tsykladu* [Analysis of the Environmental Impact of Paper Waste of Kyiv and Lviv and Technologies of their Utilization Using the Life Cycle Assessment Method], *Visnyk KrNU imeni Mykhayla Ostrohrads'koho*, no. 1 (78), pp. 104–108.
18. Boyko T.V. (2009), *Kil'kisni pokaznyky otsinky tekhnohennoyi bezpeky ob'yektiv* [Quantitative Indicators of Technogenic Safety Assessment of Objects], *East-European Journal of Advanced Technologies*, no. 1/2 (37), pp. 14–17.
19. Abramova A.O. (2012), *Indeksna otsinka rivnya ekolohichnoyi bezpeky proektovanykh promyslovykh ob'yektiv* [Indicative Assessment of Environmental Safety of Designed Industrial Objects, Technology audit and production reserves, no. 6, vol. 1(8), pp. 39–40.
20. Boyko T.V. (2009), *Osoblyvosti vykorystannya metodu «indeks-ryzyk» dlya otsinky tekhnohennoyi bezpeky ob'yektiv* [Features of the use of the "index-risk" method for the assessment of technogenic security of objects], *East-European Journal of Advanced Technologies*, no. 6/5(42), pp. 44–47.
21. Kachinsky A.B. (2013), *Strukturnyi analiz systemy obespecheniya ekologicheskoy i prsrodno-tehnogennoy bezopasnosti Ukrainy* [Structural analysis of the system of environmental and natural-technological security of Ukraine], *System of information and information technology*, no. 1, pp. 7–15.