

УДК 504.05: 631.95: 500.3

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-1-3>

Людмила НОНІК

аспірант, асистент кафедри екології та природоохоронних технологій Державного університету «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

ORCID: 0000-0003-4234-8948

Ірина ПАЦЕВА

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій Державного університету «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

ORCID: 0000-0002-6572-681X

Ілля ЦИГАНЕНКО-ДЗЮБЕНКО

аспірант, асистент кафедри екології та природоохоронних технологій Державного університету «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

ORCID: 0000-0002-3240-8719

Олександр МЕДВІДЬ

аспірант, асистент кафедри екології та природоохоронних технологій Державного університету «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

ORCID: 0000-0002-2368-712X

Іван ДАСЕВИЧ

аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій Державного університету «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

Бібліографічний опис статті: Нонік Л., Пацева І., Циганенко-Дзюбенко І., Медвідь О., Дасевич І. (2023). Визначення екологічних пріоритетів управління відходами (на прикладі полігону ТПВ м. Житомир). *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 1, 18–26, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-1-3>

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРІОРИТЕТІВ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ (НА ПРИКЛАДІ ПОЛІГОНУ ТПВ М. ЖИТОМИР)

Мета дослідження. Зі створенням полігонів твердих побутових відходів пов'язаний комплекс серйозних екологічних проблем. Насамперед, у районі розташування полігонів порушується природний ландшафт і всі компоненти довкілля поблизу полігонів зазнають різних негативних впливів. Крім цього, з господарського обороту вилучаються чималі земельні площі. У ряді випадків негативний вплив на довкілля призводить до її деградації, а іноді і до зміни екосистеми. В Україні стан поводження з побутовими відходами в край незадовільний. На вирішення цієї проблеми необхідно зосередити зусилля всіх органів державного управління в галузі охорони навколишнього природного середовища.

Методологія. Проаналізовано наукові праці вітчизняних дослідників, щодо визначення екологічних пріоритетів природоохоронної діяльності під час поводження з відходами та вирішення проблем поводження з відходами в Україні. В роботах авторами була надана оцінка загальносвітовим тенденціям у сфері управління відходами, в тому числі, виходячи із прогнозів щодо незупинного зростання обсягів відходів виробництва та споживання, а також трансформації їх якісного складу. Також, аналіз літературних джерел дозволяє зробити висновок, що в Україні нагальним питанням є вивчення впливу звалищ ТПВ на елементи навколишнього середовища.

Наукова новизна полягає у обґрунтуванні та розробці організаційно-технічних рішень із забезпечення екологічної безпеки звалищ твердих побутових відходів та мінімізації їх негативного впливу на довкілля.

Висновки. Для досягнення позитивних змін у секторі поводження з твердими побутовими відходами найважливішим завданням сьогодні є здійснення заходів запобігання утворення відходів та зменшення ступеня їх

небезпеки. Якщо це неможливо зробити, то відходи необхідно повторно використовувати, рециркулювати або застосовувати як джерело енергії.

Ключові слова: управління відходами, сміттєзвалища, вплив на довкілля, зміна екосистем.

Liudmyla NONIK

ph.D.-student (Ecology) assistant professor of the department of ecology and environmental technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, 103 Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

ORCID: 0000-0003-4234-8948

Iryna PATSEVA

Doctor of Technical Sciences, professor, head of the department of ecology and environmental technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, 103 Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

ORCID: 0000-0002-6572-681X

Illia TSYHANENKO-DZIUBENKO

ph.D.-student (Ecology) assistant professor of the department of ecology and environmental technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, 103 Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

ORCID: 0000-0002-3240-8719

Oleksandr MEDVID

ph.D.-student (Ecology) assistant professor of the department of ecology and environmental technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, 103 Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

ORCID: 0000-0002-2368-712X

Ivan DASEVYCH

ph.D.-student (Ecology), department of ecology and environmental technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, 103 Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

To cite this article: Nonik L., Patseva I., Tsyhanenko-Dziubenko I., Medvid O., Dasevych I. (2023). Vyznachennia ekolohichnykh priorityativ upravlinnia vidkhodamy (na prykladi polihonu TPV m. Zhytomyr) [Determination of ecological priorities waste management (on the example of the Zhytomyr waste landfill)]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 1, 18–26, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-1-3>

DETERMINATION OF ECOLOGICAL PRIORITIES WASTE MANAGEMENT (ON THE EXAMPLE OF THE ZHYTOMYR WASTE LANDFILL)

The aim of the research. A set of serious environmental problems are associated with the creation of solid household waste landfills. Firstly, in the area where the landfills are located, the natural landscape is disturbed and all components of the environment near the landfills experience various negative impacts. In addition, considerable land areas removed from economic turnover. In some cases, the negative impact on the environment leads to its degradation and sometimes to the ecosystem change. In Ukraine, the state of regional domestic waste management is unsatisfactory. It is necessary to focus the government efforts in the field of environmental protection on solving this problem.

Methodology. The scientific works of domestic researchers have been analyzed regarding the determination of ecological priorities of environmental protection activities during waste management and solving the problems of waste management in Ukraine. In the works, the authors provided an assessment of global trends in the field of waste management, including, based on forecasts regarding the continuous growth of production and consumption waste volumes, as well as transformations in their qualitative composition. Also, the analysis of literary sources allows us to conclude that the study of the impact of solid waste landfills on environmental elements is an urgent issue in Ukraine.

The scientific novelty consists in the justification and development of organizational and technical solutions for ensuring the environmental safety of solid waste landfills and minimizing their negative impact on the environment.

Conclusions. To achieve positive changes in the solid waste management sector, the most important task today is to implement measures to prevent the generation of waste and reduce the degree of its danger. If this is not possible, then the waste must be reused, recycled or used as a source of energy.

Key words: waste management, waste landfills, impact on the environment, ecosystem changes.

Актуальність проблеми. Полігони ТПВ в Україні є сховищами відходів різного походження та складу. На жаль, на полігонах багатьох регіонів нашої держави продовжує відбуватися спільне поховання побутових, промислових, будівельних відходів та навіть мулових опадів. Під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів у тілі полігону відбуваються біо- та геохімічні реакції з виділенням тепла та утворенням нових речовин у твердому, рідкому та газоподібному станах. Проблема функціонування полігонів ТПВ є однією з основних екологічних проблем, і вагомим елементом дослідження в аспекті ресурсокористування. Полігони ТПВ це наглядний приклад діяльності людства, для них характерна низка ознак хімічного забруднення ґрунтів, поверхневих, ґрунтових та підземних вод, рослинних груп, атмосферного повітря, які є об'єктами різноманітних екологічних досліджень.

Дослідження пов'язані з вивченням стану звалищ ТПВ та їх впливу на навколишнє середовище є актуальними, так як вивчення матеріалів з екологічних проблем полігонів твердих побутових відходів показують, що фільтрат та звалищний газ є основними забруднювачами довкілля. Також протягом тривалого часу відбувається постійне винесення речовин за межі полігону та утворення ореолів забруднення, розміри та характер яких залежать від стійкості геологічного середовища до техногенного впливу, що визначається комплексом властивих їй природних умов.

Результати роботи можуть бути використані у практиці обґрунтування та розробки організаційно-технічних рішень із забезпечення екологічної безпеки звалищ твердих побутових відходів та мінімізації їх негативного впливу на довкілля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд та аналіз наукових праць науковців, щодо визначення екологічних пріоритетів природоохоронної діяльності під час поводження з відходами та вирішення проблем поводження з відходами в Україні, спираючись на успішний досвід переробки придатних до вторинного використання відходів і повної утилізації усіх інших їх видів, підтверджує актуальність та нагальність питання. В роботах авторами була надана оцінка загальносвітовим тенденціям у сфері управління відходами, в тому

числі, виходячи із прогнозів щодо незупинного зростання обсягів відходів виробництва та споживання, а також трансформацій їх якісного складу. Авторами досліджень також визначено необхідність невідкладного формування ефективної системи управління відходами в Україні (Гончаренко, 2015; Коцюба, 2019, 2020, 2021; Попович, 2013, 2021; Тетеньова, 2017; Khrutba, 2021). Також, аналіз літературних джерел дозволяє зробити висновок, що в Україні нагальним питанням є вивчення впливу звалищ ТПВ на елементи навколишнього середовища (Літовка, 2021; Молчанова, 2016; Мольчак, 2015; Самойлік, 2017; Тітенко, 2017; Kotsiuba, 2019, 2023).

Мета дослідження. Зі створенням полігонів твердих побутових відходів пов'язаний комплекс серйозних екологічних проблем. Насамперед, у районі розташування полігонів порушується природний ландшафт і всі компоненти довкілля поблизу полігонів зазнають різних негативних впливів. Крім цього, з господарського обороту вилучаються чималі земельні площі. У ряді випадків негативний вплив на довкілля призводить до її деградації, а іноді і до зміни екосистеми.

В Україні стан поводження з побутовими відходами є вкрай незадовільним. На вирішення цієї проблеми необхідно зосередити зусилля всіх органів державного управління в галузі охорони навколишнього природного середовища. Переважна більшість виробничих і побутових відходів продовжується накопичуватися на територіях підприємств та військових об'єктів. Обладнання майданчиків для тимчасового зберігання відходів відбувається за узгодженням Державної санітарно-епідеміологічної служби України, однак переважна більшість місць зберігання відходів, на жаль, не відповідає всім умовам екологічної безпеки, які визначені відповідним законом «Про охорону навколишнього природного середовища» та постановами КМУ. Вичерпали потужності полігони твердих побутових відходів м. Житомир, Хмельницької області, м. Чернігів, та ін. Всього по країні кількість перевантажених полігонів твердих побутових відходів складає понад 200 одиниць. Саме тому, метою роботи є вивчення екологічного стану звалища твердих побутових відходів м. Житомира та встановлення хімічного складу поверхневих вод на площах його впливу. Для досягнення поставленої мети в роботі сформу-

льовані і вирішені наступні завдання: – здійснити пошук та аналіз літературних джерел, у яких наведені результати впливу звалищ побутових відходів на об'єкти довкілля; – проаналізувати стан звалища та його впливу на повітря та поверхневі води за звітними матеріалами. Об'єкт дослідження – звалище та поверхневі води, які забруднені внаслідок проникнення фільтратів, утворених в середині товщі сміття. Предметом дослідження є закономірності утворення та міграції фільтратів звалищ твердих побутових відходів до поверхневих вод.

Викладення основного матеріалу дослідження.

Відповідно до Закону України «Про відходи» поводження з відходами – це дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, сортування, зберігання, оброблення, перероблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення. Побутові відходи – це відходи, що утворилися в процесі життя і діяльності людини в житлових та нежитлових будинках (тверді, великогабаритні, ремонтні, рідкі, крім відходів, пов'язаних з виробничою діяльністю підприємств) і не використовуються за місцем їх накопичення.

До джерел утворення побутових відходів належать об'єкти, на яких утворюються побутові відходи (житловий будинок, підприємство, установа, організація, земельна ділянка). Кількісні та якісні характеристики побутових відходів не є постійними та залежать від джерел їх утворення. У загальному вигляді до складу твердих побутових відходів входять: харчові відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва тощо); папір та картон; полімери (пластик, пластмаси); скло; чорні метали; кольорові метали; текстиль; дерево; небезпечні відходи (батареї, сухі та електролітичні акумулятори, тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, телевізійні кінескопи тощо); кістки, шкіра, гума; залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів (дрібне будівельне сміття, каміння, вуличний змет тощо).

Основні засади управління відходами полягають у так званій «ієрархії управління відходами». Найважливіше – запобігти утворення відходів та зменшити ступінь їх небезпеки. Якщо це неможливо зробити, то відходи необ-

хідно повторно використовувати, рециркулювати або застосовувати як джерело енергії (спалювання). Як останній засіб, відходи необхідно безпечно видалити, що здебільшого означає поховання на звалищах.

Існуючий полігон твердих побутових відходів м. Житомир був утворений у 1957р. і у теперішній час його загальна площа становить близько 22 га, а площа складування – близько 19 га. За час свого існування на ньому накопичилось близько 15 млн. м³ різних відходів, які утворюють шар висотою близько 30 метрів. Даний полігон є типовим і експлуатується з мінімальним виконанням природоохоронних заходів, а побутові відходи без попереднього сортування складуються на ньому. Відходи надходять головним чином від багатоповерхових і приватних будинків м. Житомира (біля 89%), а також від комерційних суб'єктів господарювання (біля 11%). Морфологічний склад побутових відходів, які надходять до полігону: харчові відходи – 33,1%; папір – 5,9%; метал – 3,3%; полімерна упаковка – 13,2%; деревина – 4,1%; скло – 13,5%; ганчір'я – 2%; шкіра, гума – 1,4%; будівельні відходи – 3,7%; шляховий змет – 11%; інші відходи – 8,8%.

Найменша відстань звалища до межі міста – 0,65 км; до житлової та громадської забудови – 0,514 км; до сільськогосподарських угідь – 0,05 км; до лісового масиву – 0,05 км; до р. Крошенки (притоки р. Кам'янки) – 1200 м.

В цілому спостерігається певний негативний вплив даного сміттєзвалища на об'єкти навколишнього середовища, яке полягає у забрудненні повітря в процесі тління та згоряння відходів; забрудненні поверхневих та підземних вод різними хімічними речовинами, які містяться у водних фільтрах, що утворюються в середині маси відходів.

Утворення фільтратів відбувається за рахунок підвищеної вологості самих відходів, а також за рахунок атмосферних опадів. Середньорічний об'єм надходження відходів на полігон – 162,2 тис м³, або 54 тис. т за питомої маси 0,333т/м³, розрахункова вологість – 60%. Таким чином за 1 рік на площу вноситься близько 32,4 тис. м³ гравітаційної води. Крім того, сума опадів для території звалища складає 562 мм/рік (за даними метеостанції Житомира). Враховуючи середню площу тіла полігону (18,7 га), середньорічний об'єм опадів на тіло

полігону складає 105,094 тис. м³/рік. Випаровування з поверхні полігону, яке залежить від суми опадів та радіаційного балансу поверхні випаровування (40,3 ккал/см² рік) складає 460 мм/рік (86,02 тис. м³/рік). Таким чином, об'єм утворення фільтрату на полігоні складає 51,47 тис.м³/рік або 141 м³/добу.

Згідно санітарно-технічного паспорту у фільтраті відстійників виявлені хімічні речовини, які містять фосфати, залізо, кобальт, кадмій, свинець, а показники ХСК та БСК, лужність та жорсткість на звалищі є завищеними (табл. 1). Матеріали свідчать про достатньо значні концентрації речовин, які визначалися. Відомо, що сульфати та хлориди є дуже шкідливими забруднювачами води і можуть викликати (в залежності від їх вмісту) численні розлади здоров'я у людей.

Таблиця 1

Вміст хімічних речовин у фільтраті полігону твердих побутових відходів

Показник	Значення показника
ХПК, мгО ₂ /дм ³	1996
Сульфати, мг/дм ³	365
Хлориди, мг/дм ³	3834
Залізо, мг/дм ³	7,2
Азот амонійний, мг/дм ³	262,2
Сухий залишок	6208

У районі розташування звалища існують специфічні геоморфологічні, ґрунтові та гідрологічні умови, які можуть впливати на інтенсивність надходження фільтратів до об'єктів водного середовища. Так, тут присутні наступні водоносні горизонти та комплекси: водоносний горизонт в сучасних алювіальних відкладах (аН), а статичні рівні залягають на глибинах 0,2–1,0 м, водоносний горизонт підлягає забрудненню з поверхні землі; водоносний горизонт середньо-четвертинних водно-льодовикових відкладів (f РН dn), а статичні рівні ґрунтових вод залягають на глибинах 0,5–2,6 м, що вказує на те, що в описаних відкладах відсутній водопор, а водоносний горизонт підлягає забрудненню з поверхні землі; строкаті глини з малопотужними проверстками пісків сарматського ярусу, які слугують водоупором між підземними водами середньо-четвертинних піщаних відкладів та водами в зоні вивітрювання та тріщинуватості кристалічних порід протерозою;

водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід протерозою та продуктів їх руйнування розвинений всюди.

Полігон звалища, як свідчить технічна документація, не має фільтраційного екрану, системи відводу та очищення фільтрату. Головних шляхів поширення забруднення з території складування відходів, скоріше всього, є фільтрат та поверхневі води, що стікають з території полігону під час сильних дощів. З метою підтвердження цього положення здійснено аналіз хімічної характеристики води річки Крошенка, яка протікає біля полігону. Було використано матеріали відділу лабораторного контролю Державної екологічної інспекції в Житомирській області. Також проаналізовано стан води 11 основних річок області: Тетерів, Случ, Уж, Норинь, Ірша, Гнилоп'ять, а також гирла р. Гуйви, три річки на прикордонних з Київською областю територіях: р. Кам'янка, р. Ірпінь та р. Роставиця (басейн р. Рось), р. Уборть.

Аналізуючи дані про хімічний склад води можна зробити припущення, що головним фактором який призводить до їх забруднення у регіоні є надходження неочищених або недостатньо очищених комунально-побутових та промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти та через системи каналізації.

Безпосередній аналіз даних свідчить, що вплив різноманітних звалищ на хімічний склад води річок є досить суттєвим. Це пояснюється тим, що у процесі експлуатації звалища в нижній частині відходів концентрується значна кількість фільтрату. Фільтрат має: складний хімічний склад, який залежить від багатьох факторів; високий вміст токсичних речовин; наявність різноманітних мікроорганізмів, серед яких багато патогенних. При натурному обстеженні виявилось, що вздовж річки відсутні промислові підприємства, які б могли забруднювати річку промисловими відходами. Тому припущення про вплив на стан води звалища є цілком ймовірним. Також було встановлено, що хімічний склад води річок Житомирської області є достатньо близьким до хімічного складу води інших річок Українського Полісся.

За розрахунковими даними на звалищі відбувається також забруднення повітря в процесі тління та згоряння відходів. Об'єми надходження у повітря речовин складають: азоту діоксин – 14,2 т/рік, аміаку – 68,2 т/рік, ангідриду сірчис-

того – 3,3 т/рік, сірководню – 8,95 т/рік, вуглецю оксид – 31,24 т/рік, метану – 6771,13 т/рік, ксилолу 56,68 т/рік, толуолу – 92,52 т/рік, етилбензолу – 12,15 т/рік, формальдегіду – 12,28 т/рік.

Аналіз вивчених матеріалів дозволяє зробити певні узагальнення: звалище твердих побутових відходів є потужним джерелом хімічного та органічного забруднення поверхневих вод. Можна стверджувати, що значне забруднення води сульфатами, амонійним азотом, загальним залізом та дуже високий показник хімічного споживання кисню пов'язане з діяльністю даного звалища.

У практиці передових країн, за звичай, влаштовуються «керовані» полігони, створення яких відбувається після детального вивчення рельєфу, гідро-геологічних умов, клімату. Проектуються та втілюється у життя дренажна система збору фільтраційних вод, система труб для відведення біогазу, а також створення захисних екранів із матеріалів, які мають високу ступінь гідроізоляції.

Можна виділити два підходи до управління процесами анаеробної інертизації заскладованого сміття для досягнення природоохоронного ефекту на довготерміновий період – через прискорення (інтенсифікацію) або уповільнення (придушення) процесів біодеградації. Перший підхід характеризується інтенсивними емісіями, але адаптація полігону до природного середовища в цьому випадку проходить за короткий термін. За другого підходу життєвий цикл полігону подовжується, але забруднення природного середовища токсичними емісіями зводиться до мінімуму.

До методів інертизації заскладованого сміття належать: передпідготовка ТПВ перед розміщенням на полігоні, наприклад механо-біологічна передпідготовки, змішане складування (проектування композитних сумішей), введення комплексу ферментативних препаратів перед складуванням (прискорення біорозкладу), спалювання; вплив на заскладоване сміття, наприклад зволоження, рециркуляція фільтрату поверхневих стічних вод, аерація примусова та шляхом природного припливу повітря (напіваеробний полігон), введення добавок в заскладоване сміття – ферментів каталізаторів, мікроорганізмів, подача додаткових поживних речовин.

Виконання поставлених цілей – мінімізація кількості відходів, які направляються на об'єкти

їх переробки та складування, удосконалення існуючих місць складування відходів, організація управління процесами біодеградації заскладованого сміття, управління процесами анаеробної інертизації сміття, скорочення кількості звалищ – це завдання, яка може бути вирішена лише за умови створення науково – обґрунтованої концепції у сфері управління твердими побутовими відходами.

Закриття полігону твердих побутових відходів зазвичай вимагає вирішення серії конкретних заходів: обґрунтування тривалості періоду закриття полігону; проектування та здійснення складування поточних відходів з урахуванням закриття полігону; створення системи збору та утилізації біогазу; створення системи збору та відводу умовно чистих атмосферних опадів; створення системи збору та очищення інфільтратів; створити проект поетапної технічної та біологічної рекультивації полігону.

У зв'язку з тим, що полігон твердих побутових відходів м. Житомир існує дуже тривалий час, створених без спеціальної підготовки вказаної вище, слід розглянути наступні варіанти подальшого поводження з ним:

– Пошук місця, проектування, здійснення підготовчих робіт нового полігону твердих побутових відходів. Новий полігон необхідно проектувати з урахуванням сучасних уявлень про їх створення, у відповідності до існуючих нормативних документів України (ДБН В.2.4-2-05) та Євросоюзу (ЄК 91/271/ЕЕС).

– Розширення функціональних можливостей та пропускних потужностей функціонуючого заводу по переробці сміття, на якому відходи проходять стадію сепарації (вилучення цінних компонентів), подаються на анаеробний розклад і у подальшому або спалюється, або складується. Наявний завод у м. Житомир розпочав своє функціонування у лютому 2023 р.

У той же час складування відходів в період підготовки та закриття полігону повинно слугувати не тільки як метод утилізації, але і як складова комплексного підходу до рекультивації полігону твердих побутових відходів. На площах, які не будуть використовуватися і де не передбачається рух вантажного транспорту, повинна бути завершена технічна рекультивація з формуванням наступних ізоляційних шарів та матеріалів: мінеральний захисний шар з водопроникністю 10^{-9} м/с

і товщиною 1 м.; шар синтетичної гідроізоляції завтовшки не менше 3 мм, стійкої до хімічної та біологічної агресії і до пошкодження гризунами; дренажний шар товщиною 0,5 м, який служить для відведення атмосферних вод з поверхні полігону ТПВ; рекультивацийний шар не менше 1 м, що має шар родючого ґрунту 30 ... 50 см.

Відомо, що законодавство Євросоюзу вимагає закриття полігонів ТПВ, які не відповідають вимогам. Крім того, українське законодавство передбачає тільки проектування та спорудження нових полігонів, а не розширення існуючих. Таким чином, новий регіон полігону, який освоюється, слід розглядати як новий об'єкт, який у свою чергу повинен проектуватися згідно з вимогами нормативних документів. Це, в свою чергу, потребує, що для забезпечення прийняття відходів протягом кількох років, які необхідні для прийняття рішень та розробки нової схеми управління відходами, необхідно освоювати нові площі під полігон твердих побутових відходів м. Житомира. Важливим завданням в освоєнні нової площі є дотримання нормативних рекомендацій щодо їх створення.

Відведена нова площа є продовженням старого полігону ТПВ, тому для її проектування можна дати наступні пропозиції:

– Створити геологічний бар'єр на підшві полігону з ухилом в бік зовнішнього його краю. Це дасть можливість фільтрату, який утворюється, стікати в напрямку системи збору а не в напрямку старого полігону. Вимоги для водонепроникності геологічного бар'єру та його товщини збігаються в директиві ЄК 91/271/ЕЕС та в ДБН В.2.4-2-05 і складають 10^{-9} м/с і 1 м відповідно.

– Побудувати систему збору звалищного газу. ДБН В.2.4-2-05 рекомендує спорудження газозбірних колодязів паралельно із заповненням площі відходами. Через кожні 2 м до центрального колодязя під'єднуються горизонтальні перфоровані труби для збільшення ефективності екстракції газу та зменшення кількості необхідних вертикальних колодязів. Оскільки технічні питання збору звалищного газу достатньо вивчені, а існуючі технічні рішення в достатній мірі апробовані на практиці, у цій роботі додатковому вивченню цих питань увага не приділялась.

– Створити систему збору фільтрату. Відповідно до директиви ЄК 91/271/ЕЕС геологічний бар'єр повинен покриватися синтетичним водонепроникним матеріалом та дренажним шаром, в якому встановлюються перфоровані труби для збору фільтрату. Згідно ДБН В.2.4-2-05 синтетичне покриття не потрібне. Слід зазначити, що позиція розробників згаданих ДБН незрозуміла. Синтетичний матеріал дозволяє поліпшити захист від потрапляння фільтрату, що утворюється в процесі анаеробного розкладу відходів, в ґрунтові води. Зате синтетичне покриття потрібно як захисний шар для верхнього перекриття полігону і розміщується на глибині 1,5 м від поверхні. Отже, більшого значення надається захисту від потрапляння атмосферних опадів в тіло звалища, ніж від потрапляння токсичного фільтрату в ґрунтові води. Також, одним з варіантів біологічної рекультивації є засадження рекультивованої поверхні кущами і деревами, які можуть пускати коріння глибоко вниз і тим самим пошкоджувати синтетичне покриття і зменшувати його ефективність.

Оскільки збір та очищення фільтратів є найбільшою проблемою звалищ твердих побутових відходів, а також оскільки на стадії створення звалища не приділялось необхідної уваги створенню геологічного бар'єру та системи збору фільтрату, проблема забруднення ґрунтових вод зостається великою. Запобігання потраплянню фільтрату в ґрунтові води може бути забезпечене – спорудженням системи збору фільтрату та пониження рівня ґрунтових вод.

У той же час для функціонування системи збору фільтрату важливим завданням є недопущення змішування атмосферних опадів з фільтратом, що утворюється в тілі відходів в результаті процесів анаеробного розкладу. Для забезпечення цього необхідно здійснювати збір атмосферних опадів за допомогою каналів.

Необхідним аспектом необхідно рахувати також впровадження технології очищення фільтрату, яка б дозволила скидати його у поверхневі води без загрози забруднення гідросфери.

Висновки. Для досягнення позитивних змін у секторі поводження з твердими побутовими відходами можна рекомендувати наступні заходи: створити незалежне агентство з управління відходами, яке здійснювало б єдину політику в секторі поводження з ТПВ, з метою

виключити переважання відомчих інтересів над загальнодержавними; упорядкувати правове регулювання поводження з ТПВ; упорядкувати держбюджетне фінансування національних програм у цій сфері; посилити роботу з підготовки кадрів у галузі переробки вторинної

сировини; підвищити рівень поінформованості населення про проблеми управління твердими побутовими відходами та рівень санітарної гігієни; розвинути підприємництво у сфері поводження з ТПВ, тим самим вивівши даний сектор із тіні в прозору систему управління.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Закон України «Про відходи». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 1 листопада 1999 р. № 2034 «Про затвердження Порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів».
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 31.08.98 № 1360 (1360-98-п) «Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів».
5. Гончаренко Я.С. Сучасний стан та перспективи вирішення проблеми поводження з відходами в Україні у контексті активізації інтеграційних процесів. *Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління*. 2015. Том 20. Вип. 3 (49). С. 232 – 242.
6. Коцюба І.Г., Лефтер Ю.О., Нонік Л.Ю., Єльнікова Т.О., Герасимчук О.Л. Аналіз сучасного досвіду та напрямів вирішення проблем управління твердими комунальними відходами. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. К.: Видавничий дім «Гельветика», 2021. № 6(39). С. 166-170. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.esc.6-39.28>
7. Коцюба І.Г., Хрутьба В.В. Методологія екологічного краудсорсингу у сфері поводження з відходами. *Науково-практичний журнал "Екологічні науки"*. 2019. Вип. 2(25). С. 203-205.
8. Літовка А.І., Козоріз В.О., Баранова А.О. Оцінка впливу побутових відходів на навколишнє середовище. *Молодий вчений*. 2021. № 11 (99). С. 85–88.
9. Молчанова А.В. Екологічні аспекти впливу полігонів твердих побутових відходів на агроландшафт, водне середовище та атмосферне повітря. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 4 С. 106 – 110.
10. Мольчак Я.О., Мисковець І.Я., Колядинський М.І. Визначення показників забруднення від сміттєзвалища для створення безпечних умов життєдіяльності людини. *Комунальне господарство міст*. 2015. Випуск 120 (1). С. 161–163.
11. Науково-теоретичне обґрунтування накопичення твердих побутових відходів Житомирщини / І. Коцюба, С. Лико, В. Лукіянова, Ю. Анпілова. *Збірник наукових праць: Екологічна безпека та природокористування*. № 4 (36). 2020. с. 56-65.
12. Екологічний менеджмент у поводженні із побутовими відходами на регіональному рівні: прогнозування екологічної ситуації: монографія /В. В. Попович, А. І. Делятинчук, Н. П. Попович, М. С. Мальований. Львів : СПОЛОМ, 2021. 210 с. : рис., табл. Бібліогр.: с. 165-188 (197 назв).
13. Попович В.В., Перепелиця А.М., Квічка А.Є. Поводження із небезпечними побутовими відходами та особливості їх депонування на сміттєзвалищах. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.13. С. 155–160.
14. Самойлік М.С., Молчанова А.В. Екологічні аспекти впливу полігонів твердих побутових відходів на навколишнє середовище. Фільтрат. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1 – 2. с. 88-91.
15. Сафранов Т.А., Приходько В.Ю., Шаніна Т.П. Проблема розміщення відходів на звалищах та полігонах Одеської області. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна*. 2016. Серія «Екологія». Вип. 14. С. 83 – 90.
16. Тетеньова І.О. Вплив сміттєзвалищ на довкілля та умови проживання населення. *EN VI RON MENT & HE ALTH (Навколишнє середовище і здоров'я)*. 2017. № 2. С. 26 – 30.
17. Тітенко Г.В., Широкоступ С.М. Підходи до вирішення проблеми видалення твердих побутових відходів в системі екологічного менеджменту територій. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 1–2 (27). С. 136 – 142.
18. I.G. Kotsiuba, G.V. Skyba, I.A. Skuratovskaya, S.M. Lyko. Ecological Monitoring of Small Water Systems: Algorithm, Software Package, the Results of Application to the Uzh River Basin (Ukraine). *Methods and objects of chemical analysis*, Volume 14, No.4, 2019. P. 200-207.
19. Kotsiuba, I., Herasymchuk, O., Shamrai, V., Lukianova, V., Anpilova, Y., Rybak, O., Lefter, I. (2023). A Strategic Analysis of the Prerequisites for the Implementation of Waste Management at the Regional Level. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24(1), 55-66.

20. Khrutba V., Morozova T., Kotsiuba I., Shamrai V. (2021) Simulation Modeling for Predicting the Formation of Municipal Waste. In: Shkarlet S., Morozov A., Palagin A. (eds) *Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020)*. MODS 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1265. Springer, Cham. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4_3

REFERENCES:

1. Law of Ukraine "About waste". Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Law of Ukraine "About Environmental Protection". Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
3. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated November 1, 1999 No. 2034 "On approval of the Procedure for State Accounting and Certification of Waste."
4. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 08/31/98 No. 1360 (1360-98-p) "On approval of the Procedure for maintaining a register of objects of waste generation, processing and disposal."
5. Honcharenko, Ya.E. (2015). Current state and prospects for solving the problem of waste management in Ukraine in the context of activation of integration processes. *Market economy: modern management theory and practice*. 3(49). pp. 232-242.
6. Kotsyuba, I.G., Lefter, Yu.O., Nonik, L.Yu., Yelnikova, T.O., Gerasymchuk, O.L. (2021). Analysis of modern experience and ways of solving municipal solid waste management problems. *Environmental sciences: a scientific and practical journal*. 6(39). pp. 166-170. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.6-39.28>
7. Kotsyuba, I.G., Khrutba, V.V. (2019). Ecological crowdsourcing methodology in the field of waste management. *Environmental sciences: a scientific and practical journal*. 2(25). pp. 203-205.
8. Litovka, A.I. (2021). Assessment of the impact of household waste on the environment. *Young scientist*. 11(99). pp. 85-88.
9. Molchanova, A.V. (2016). Ecological aspects of the impact of solid household waste landfills on the agricultural landscape, water environment and atmospheric air. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 4. pp. 106-110.
10. Molchak, Y.O. (2015). Determining indicators of pollution from a landfill to create safe conditions for human life. *Communal management of cities*. 120(1). pp. 161-163.
11. I. Kotsyuba, S. Lyko, V. Lukyanova, Yu. Anpilova. (2020). Scientific and theoretical justification of solid household waste accumulation in Zhytomyr region. *Collection of scientific papers: Environmental safety and nature management*. 4(36). pp. 56-65.
12. Popovych, V. V. (2021). Ecological management in household waste management at the regional level: forecasting the ecological situation: *monograph*. pp. 210. Bibliography: pp. 165-188 (197 titles).
13. Popovych, V.V. (2013). Handling of hazardous household waste and features of their disposal in landfills. *Scientific Bulletin of National Technical University of Ukraine*. 23(13). pp. 155-160.
14. Samoilik, M.S. (2017). Ecological aspects of the impact of solid household waste landfills on the environment. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 1(2). pp. 55-57
15. Safranov, T.A. (2016). The problem of waste placement in landfills and landfills of the Odessa region. *Bulletin of the V.N. Karazin KhNU "Ecology" series*. 14(1). pp. 83-90.
16. Tetenyova, I.O. (2017). Impact of landfills on the environment and living conditions of the population. *ENVIRONMENT & HEALTH (Environment and health)*. 2(1). pp. 26-30.
17. Titenko, G.V. (2017). Approaches to solving the problem of solid household waste removal in the system of ecological management of territories. *Man and environment. Problems of neoecology*. 2(27). pp. 136-142.
18. I.G. Kotsiuba, G.V. Skyba, I.A. Skuratovskaya, S.M. Lyko. (2019). Ecological Monitoring of Small Water Systems: Algorithm, Software Package, the Results of Application to the Uzh River Basin (Ukraine). *Methods and objects of chemical analysis*. 14(4), pp. 200-207.
19. Kotsiuba, I., Herasymchuk, O., Shamrai, V., Lukianova, V., Anpilova, Y., Rybak, O., Lefter, I. (2023). A Strategic Analysis of the Prerequisites for the Implementation of Waste Management at the Regional Level. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24(1), 55-66.
20. Khrutba V., Morozova T., Kotsiuba I., Shamrai V. (2021) Simulation Modeling for Predicting the Formation of Municipal Waste. In: Shkarlet S., Morozov A., Palagin A. (eds) *Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020)*. MODS 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1265. Springer, Cham. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4_3