

*В. В. Попович, канд. сільгосп. наук, доцент, В. П. Кучерявий, д-р сільгосп. наук, професор (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

### **ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВОДОЙМ СМІТТЕЗВАЛИЩ**

Здійснено аналіз наукових джерел стосовно екологічної небезпеки фільтрату сміттєзвалищ. Розглянуто основні вимоги нормативних документів до дренажних систем відведення фільтрату із сміттєзвалищ. Наведено результати рекогносцирувальних досліджень сміттєзвалищ у межах західноукраїнського лісостепового округу у яких відображено недоліки поводження із фільтратом. На підставі літературних джерел зроблено висновки, що переважна більшість небезпечних речовин у фільтраті сміттєзвалищ перевищує граничнодопустимі концентрації та є згубним явищем для живих організмів та екосистем.

**Ключові слова:** сміттєзвалище, експлуатація, фільтрат, забруднення.

*В. В. Попович, В. А. Кучерявий*

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОДОЁМОВ МУСОРНЫХ СВАЛОК**

Осуществлен анализ научных источников по опасности фильтрата мусорных свалок. Рассмотрены основные требования нормативных документов к дренажным системам отвода фильтрата с мусорных свалок. Приведены результаты полевых исследований мусорных свалок в пределах западноукраинского лесостепного округа в которых отражены недостатки обращения с фильтратом. На основании литературных источников сделаны выводы, что подавляющее большинство опасных веществ в фильтрате свалок превышает предельно допустимые концентрации и является губительным явлением для живых организмов и экосистем.

**Ключевые слова:** свалка, эксплуатация, фильтрат, загрязнение.

*V. V. Popovych, V. P. Kucheravyj*

### **ENVIRONMENTAL THREAT OF LANDFILL SEEPING BASIN**

The article conducts the analysis of scientific sources according to the environmental threat of landfills filtrate. The regulatory documents basic requirements of the landfills filtrate seepage water drainage system were examined. The results of reconnaissance studies of landfills in the west Ukrainian forest-steppe zone were made and the results reveal the defects with the use of filtrate. On the basis of the references the authors infer that simple majority of hazard substances in landfills filtrate exceeds admissible concentration limits and is harmful for living organisms and ecological systems.

Keywords: landfill, exploitation, filtrate, pollution.

**Постановка проблеми.** Функціонування сміттєзвалищ є однією із найгостріших екологічних проблем людства. Окрім відведення значних площ земель під ці об'єкти, відбувається забруднення довкілля токсичними речовинами внаслідок їх експлуатації. Альтернативою сміттєзвалищ є спеціалізовані переробні заводи, проте, запровадження їх у експлуатацію в нашій державі майже не відбувається. Ступінь забруднення сміттєзвалищами обумовлюється кліматом, рельєфом, густотою річок. Небезпечні фактори впливу сміттєзвалищ на довкілля такі [1]:

- хімічний вплив, який виражається виділеннями небезпечних речовин з емісіями фільтратів та біогазу. Небезпечні речовини потрапляють в ґрунти та повітря, а звідти – у водойми та рослинні продукти харчування, які вирощуються в зоні впливу сміттєзвалищ;
- пірогенний фактор, пов'язаний із виділенням тепла при розкладанні відходів та призводить до самонагрівання відходів до +40-70°C. При недостатній тепловіддачі відбувається самозаймання відходів, яке проявляється у вигляді поверхневих пожеж та тлінням у товщі з виділенням диму;

- санітарно-епідеміологічний фактор полягає у виникненні в тілі сміттєзвалища сприятливого середовища для розвитку хвороботворних мікроорганізмів;
- зоогенний фактор полягає у життєдіяльності на сміттєзвалищах птахів, плазунів, ссавців;
- соціальний фактор пов'язаний із тим, що діючі сміттєзвалища створюють зону ризику та дискомфорту для людей, які мешкають чи працюють поблизу полігонів, а також змінюють ландшафт, спричиняють погіршення візуального ефекту та естетики.

Негативними явищами сміттєзвалищ є також відчуження родючих земель, механічний вплив на ґрунти, шумове забруднення під час експлуатації полігону та транспортуванні твердих побутових відходів, неприємний запах [2]. Висока вологість приземного шару у зоні впливу полігонів твердих побутових відходів акумулюється у товщі сміття і в кінцевому випадку перетворюється на фільтрат (рис. 1).



а)



б)

**Рисунок 1** – Водойми із фільтратом: а) – Львівського міського полігону ТПВ; б) – Хмельницького міського полігону ТПВ (фото автора)

Фільтрат – рідка фаза, що утворюється на полігоні при захороненні твердих побутових відходів (ТПВ) з вологістю більше 55 % та внаслідок атмосферних опадів, обсяг яких перевищує кількість вологи, що випаровується з поверхні полігона [2, 3]. Унаслідок випадання опадів на стихійне звалище частина води проникає в товщу сміття, а частина випаровується. За відсутності відповідних інженерних рішень щодо монтування геохімічних бар'єрів, дренажів, стоків та водовідведення у сміттєзвалищах весь фільтрат, пройшовши через товщу сміття, ґрунт та підземні води, потрапляє у відкриті водоймища.

Фільтрат, що утворюється на полігоні, повинен збиратися в контрольні ставки, а потім направлятися на очистку [2, 3]. До стадії очистки фільтрату має бути передбачена його груба сепарація, седиментація, розподіл фаз. Метод чи спосіб очистки та знешкодження фільтрату визначається на основі проведення попереднього аналізу його властивостей за такими параметрами:

- кількість фільтрату;
- концентрація аміаку, нітратів, нітритів, фенолу, хлоридів, сульфатів, ціанідів, у т. ч. що легко вивільнюються;
- кислотність (рН);
- електропровідність;
- ХПК, БПК<sub>5</sub>;
- вміст загального азоту, фосфатів;
- концентрація важких металів;
- вміст вуглеводнів, особливо тих, що вміщують хлор тощо.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Численні дослідження фільтрату, який виділяється із товщі відходів, показали його токсичність та небезпеку для живих організмів.

Дослідженнями [4] встановлено, що в фільтраті полігону ТПВ «Венера» у великих кількостях відзначається присутність аміаку, хлоридів, заліза, підвищений вміст сухого залишку. У одному озері збільшений рН (9,1) і вміст нітритів (5,367 мг/дм<sup>3</sup> або 1,63 ГДК), а у іншому – вміст ртуті (2,4 ГДК). Концентрації забруднюючих речовин в десятки і сотні разів вищі за ГДК. Даний фільтрат є джерелом забруднення підземних та поверхневих вод. Результати показали перевищення в водах заліза, його концентрації в ставках коливалися від 0,51 мг/дм<sup>3</sup> або 1,7 ГДК до 1,84 мг/дм<sup>3</sup> або 6,13 ГДК. Також були проведені дослідження складу підземних вод за допомогою гідрогеологічних свердловин. В деяких свердловинах відзначається підвищений вміст нітратів - 48,03 мг/дм<sup>3</sup> або 1,07 ГДК. В свердловинах за автодорогою, відзначається великий вміст заліза 0,78 мг/дм<sup>3</sup> або 1,3 ГДК, амонію 43,6 -44,31 мг/дм<sup>3</sup> або 21,8-22,155 ГДК, хлоридів 514,2-521,1 мг/дм<sup>3</sup> або 1,47-1,49 ГДК, підвищена жорсткість 11,9-12,4 мг-екв/дм<sup>3</sup> або 1,7-1,77 ГДК і сухий залишок 1350,4-1351,2 мг/дм<sup>3</sup> або 1,35 ГДК [4, 5].

Аналіз проб фільтрату, відібраних з тіла полігону показав, що фільтрат є висококонцентрованим, містить токсичні компоненти, розчини [6]. Він являє собою рідину від чорного до жовто-коричневого кольору зі специфічним затхлим запахом і слабо лужною реакцією середовища (рН = 7,5-8,25). Хімічний аналіз фільтрату показав високий вміст у ньому органічних речовин, при цьому, співвідношення БПК<sub>5</sub>/ХПК становить близько 0,01-0,005, що свідчить про високий вміст біорезистентних компонентів.

Дослідження фільтрату Карасайського полігону Алматинської області (Казахстан) проводилися відповідно до пори року: в найхолодніший місяць – січень і найпаркіший період – кінець червня – початок липня [7]. Було встановлено, що концентрація забруднюючих речовин у фільтраційних водах полігону захоронення ТПВ дуже висока і схильна до значного коливання. Спостерігається зростання вмісту поллютантів в літній період (табл. 1).

**Таблиця 1.**

*Кратність зростання небезпечних речовин у фільтраті у літній період (за даними [7])*

Речовина	Кратність зростання
сульфати	1,4
хлориди	1,2
миш'як	8,1
хром загальний	600
мідь	1,4
цинк	1,6
БПК	3,7
ХПК	3,5

Аналіз фільтраційних вод полігонів є досить інформативним матеріалом. Вивчення складу фільтраційної води полігону захоронення ТПВ дає змогу отримати дані для підбору методу очищення, що є актуальною проблемою, враховуючи обсяги утворення фільтрату.

Склад фільтрату залежно від віку, наведений у таблиці 2.

**Таблиця 2.**

*Склад фільтрату полігонів з різним терміном функціонування (за даними [12])*

Показник фільтрату	Одиниця виміру	Фільтрат полігону з початку експлуатації, 1-3 роки	Фільтрат полігону, 3-10 років	Фільтрат полігону, більше 10 років
Кислотність, рН	-	4-7	5-6	7-8
БПК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	15000	6000	1000
ХПК	мг О <sub>2</sub> /л	21000	13000	6000
Іон амонію	мг/л	800	300	500
Солевміст	мг/л	1000	2000	6000

За результатами хімічного аналізу підземних вод встановлено значний вплив звалища на водоносні шари в результаті розкладання органічних речовин. Вміст у воді амонійного азоту перевищує його фоновий вміст у 14,5 разів, БПК – в 10,5 разів, ХПК – в 8 раз, органічного вуглецю – в 4,5 раза, сухого залишку – в 3 рази, кальцію – в 2,2 раза, магнію – в 2,8 раза, заліза – в 51,5 раза, барію – в 8,7 раза. Відзначено також дуже істотне забруднення з території звалища підземних вод хлоридами – в 83 рази і нафтопродуктами приблизно в 4 рази від фонового вмісту [8].

Небезпечний фільтрат виділяється на території Пироговського полігону твердих побутових відходів (Київська область) [9]. Під тілом депонованих відходів залягають піщані відклади полтавської свити неогену, які мають дуже високу фільтраційну здатність і є основним водоносним горизонтом. Природні джерела його живлення зосереджені у низинних формах рельєфу і спочатку ці води сприяли обводненню депонованих відходів знизу.

Науковцями у праці [10] проведено розрахунок класу небезпеки фільтрату, який виділяється із Львівського сміттєзвалища. Також проаналізовано негативний вплив полігону твердих побутових відходів на довкілля, а особливо негативний вплив дренажних вод полігону на ґрунтові та підземні води. Проведений розрахунок індексів токсичності (небезпеки) окремих хімічних речовин – складників інфільтратів полігону дає змогу за отриманими результатами визначити сумарний індекс токсичності та клас небезпеки дренажних вод полігону [10].

**Постановка завдання.** В Україні експлуатація полігонів ТПВ здійснюється у відповідності до ДБН В.2.4-2-2005. «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування», а збір фільтрату – відповідно до «Методичних рекомендацій із збирання, утилізації та знешкодження фільтрату полігонів побутових відходів». Проте, вимоги цих нормативних документів у більшості випадків не виконуються. Фільтрат відводиться із сміттєзвалищ хаотично та без дотримання вимог у водойми, які розташовані біля підніжжя. Метою цієї роботи є аналіз екологічної небезпеки фільтраційних водойм та встановлення основних порушень відведення фільтратів із сміттєзвалищ західноукраїнського лісостепового округу.

**Виклад основного матеріалу.** Нормативний документ ДБН В.2.4-2-2005 вказує, що для збирання і відведення фільтрату з майданчиків складування ТПВ проектують дренажну систему, яка складається з шарового дренажу (галька або щебінь) та дренажних труб. Матеріали, які використовують для улаштування шарового дренажу і дренажних труб, повинні бути хімічно і біологічно стійкими і підбиратися так, щоб хімічно-фізичні властивості фільтрату та механічна дія ТПВ не приводили б до відмови в роботі системи [2].

У «Методичних вказівках...» [3] наголошено, що для відведення фільтрату рекомендується використовувати труби з перфорованою на 2/3 поверхнею або з прорізами. Рекомендується застосовувати труби з діаметром не менше 300 мм. Труби рекомендується укласти на поверхні гідроізолюючого шару таким чином, щоб фільтрат відводився зі всієї основи полігона побутових відходів. Несучу здатність труб рекомендується визначати спеціальним розрахунком [3].

З метою унеможливлення засмічення дренажної системи під час експлуатації рекомендується здійснювати її контроль і промивання. Фільтрат рекомендується збирати у контрольні ставки, а потім направляти: у систему водовідведення населеного пункту; на споруди із знешкодження та утилізації фільтрату, розміщені на території полігону побутових відходів [3].

Під час рекогносцировно-маршрутних досліджень сміттєзвалищ у межах західноукраїнського лісостепового округу нами на жодному із цих об'єктів не виявлено дренажні системи, які б відповідали вимогам нормативних документів. Фільтрат відводиться хаотично та не направляється у відповідні русла. Зокрема, на Сокальському сміттєзвалищі фільтраційні водойми утворені у місцях природного зниження рельєфу поблизу сільськогосподарських угідь. На Червоноградському сміттєзвалищі фільтрат накопичується із південного боку сміттєзвалища. Жодних дренажних систем чи дамб для зберігання фільтрату не спостерігається. Повітря забруднене токсичними випарами та має неприємний запах. Колір фільтрату корич-

нево-чорний, місцями із жовтими плямами. Збільшення рівня його відбувається під час опадів та таненні снігу. У місцях виділення фільтрату спостерігається розвиток таких рослин як: обліпіха крушинова, береза повисла, куничник наземний, дика морква.

На Тисменицькому сміттєзвалищі фільтрат накопичується у штучно зведених ярах із північного та східного боків сміттєзвалища. Дренажні та фільтрувальні системи відсутні. З північного боку у ярах із фільтратом розвивається водяна рослинність, зокрема, комиш. На берегах фільтраційних водойм росте осика. Фільтрат Рава-Руського сміттєзвалища стікає в угіддя, де вирощуються сільськогосподарські культури. Сміттєзвалище не облаштоване дренажними канавами та системами очистки. Контроль за виділенням фільтратів та екологічної обстановки не здійснюється.

Моніторинг поверхневих вод у зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища (МПК «Збиранка», м. Львів) та визначення фактичних границь зони цього впливу наведено у роботі [11]. Встановлено, що у пробі вод з р. Малехівки, відібраній поблизу автодороги Львів – Ковель, спостерігається перевищення ГДК лише за вмістом розчиненого кисню та БСК<sub>5</sub>. Екологічний стан вод з р. Малехівки у селі Малехів незадовільний. Тут зафіксовано перевищення ГДК за вмістом нітратів, свинцю, кадмію, сухого залишку, БСК<sub>5</sub>. Це свідчить про інтенсивне забруднення річкових вод населенням. Аналіз отриманих результатів показав, що у багатьох пробах вміст важких металів перевищує встановлені норми [11].

Вагомою відмінністю фільтрату від інших типів стічних вод є нерівномірність його накопичення протягом року через коливання рівня атмосферних опадів. На практиці фільтрат розділяють на 2 види: «молодий фільтрат», який утворюється на перших етапах розкладання відходів в аеробній і анаеробній ацетогенній фазі (від 2 до 7-10 років складування) та «старий фільтрат», який формується на стадіях метаногенезу [12].

Фільтраційні води, які утворюються в ацетогенній фазі (рН=3,5-6,0), характеризуються високими значеннями ХПК (5000-30000 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) і БПК<sub>5</sub> (2000-20000 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). Склад органічних добавок, в основному, представлений леткими органічними кислотами жирів. На цій стадії починається гуміфікація відходів. У фільтраті, який утворюється на стадії активного метаногенезу (рН=6,5-8,8), значно знижені величини ХПК (3000-4000 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) і БПК<sub>5</sub> (100-400 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). На стабільній стадії метаногенезу (рекультиваційний і після рекультиваційний життєві цикли полігону) відбувається подальше зменшення концентрації органічних речовин у фільтраті, проте збільшується частка важкоокислюваних сполук, що утворені при подальшому розкладанні та гуміфікації сміття [12].

Таким чином, особливостями фільтрату полігонів ТПВ є:

- багатокомпонентний хімічний склад, представлений органічними та неорганічними сполуками, який змінюється на кожному етапі життєвого циклу полігону;
- залежність об'єму і складу фільтрату від сезонних коливань в атмосфері;
- високий вміст токсичних компонентів;
- залежність об'єму і складу фільтрату від віку, площі, потужності, інженерної інфраструктури полігону та морфологічного складу сміття;
- бактеріальне забруднення;
- екологічна та техногенна небезпека для довкілля.

Власні дослідження фізико-хімічних властивостей фільтратів показали, що найбільш солевмісними є стоки Львівського, Хмельницького, Тисменицького сміттєзвалищ. Фільтрат Тисменицького сміттєзвалища характеризується як «старий», оскільки відсіпання відходів на ньому вже не здійснюється. Кислими є фільтрати всіх сміттєзвалищ. Лише реакція Тисменицького фільтрату більш наближена до нейтральної (рН=6,5) (табл. 3).

Таблиця 3.

## Фізико-хімічні властивості досліджених фільтратів

Сміттєзвалище	Колір фільтрату	Кислотність фільтрату, рН	Вміст солей, мг/л
Львівське	чорний	4,5	6200
Луцьке	-	-	-
Тернопільське	-	-	-
Хмельницьке	чорний	5,0	5900
Магерівське	-	-	-
Рава-Руське	-	-	-
Червоноградське	чорний	5,0	4000
Сокальське	чорний	5,0	5000
Тисменицьке	коричневий	6,5	5500

Для встановлення найбільш безпечного, з точки зору поводження із фільтратом, сміттєзвалища розраховано інтегральний коефіцієнт безпеки кожного з них за формулою:

$$k_{\delta} = \sum_{i=1}^n d_i,$$

де:  $d_i$  – індекс значимості та пріоритету;  
 $n$  – кількість показників вихідних даних.

Індекси значимості та пріоритетів ( $d$ ) нами встановлювались для кожного окремого показника, який характеризував певний недолік поводження із фільтратом окремого сміттєзвалища. Максимальні значення індексу значимості (1) відповідали найбільш значущим показникам, які істотно впливають на екологічний та техногенний стан довкілля. Мінімальні значення (0,2) встановлювались для тих показників, які мають мінімальний вплив на техногенний стан довкілля. Значення індексів значимості та пріоритетів а також недоліки поводження із фільтратами на досліджуваних сміттєзвалищах наведені у табл. 4.

Таблиця 4.

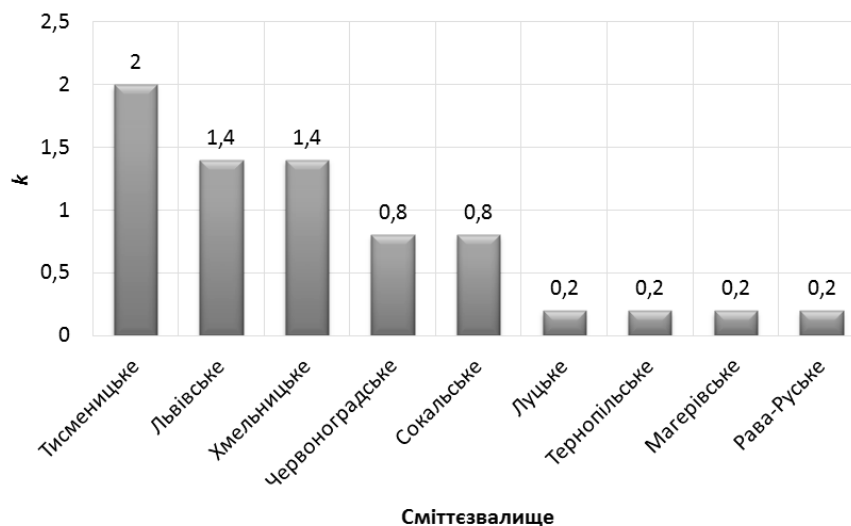
## Значення індексів значимості та недоліки поводження із фільтратами

Сміттєзвалище, індекс значимості та пріоритетів	Наявність водозбірних ставків із фільтратом	Відсутність зсувів дамб	Організоване відведення фільтрату	Наявність дренажних систем згідно вимог	Наявність споруд знешкодження та утилізації фільтрату	Наявність геохімічних бар'єрів	Відсутність явища проникнення фільтрату на землі с/г призначення	Відсутність неприємного запаху фільтрату	Наявність систем моніторингу за рівнем фільтрату	Виконання вимог нормативних документів
$d$	0,8	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,2	0,6	1,0
Львівське	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Луцьке	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Тернопільське	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Хмельницьке	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Магерівське	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Рава-Руське	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Червоноградське	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сокальське	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тисменицьке	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-

Найбільш безпечним, із точки зору поводження із фільтратами, виявилось Тисменицьке сміттєзвалище. Слід зауважити, що це єдине із досліджуваних сміттєзвалищ, яке не експлуатується. Процеси відсипання відходів на цьому сміттєзвалищі не відбуваються. На поверхні та бічних сторонах спостерігаються природні фітомеліоративні процеси.

Найнижчий інтегральний коефіцієнт безпеки (0,2) притаманний сміттєзвалищам у яких відсутні озера-накопичувачі фільтратів, дренажні системи, а фільтрат напряму потрапляє у довкола розташовані сільськогосподарські угіддя. Загалом експлуатація цих сміттєзвалищ здійснюється з порушеннями встановлених вимог.

Розраховані коефіцієнти безпеки кожного із сміттєзвалищ наведено на рис. 2.



*Рис. 2. Коефіцієнти безпеки досліджуваних сміттєзвалищ з урахуванням поводження із фільтратом*

**Висновки.** Як можна побачити із наведених наукових досліджень, переважна більшість небезпечних речовин у фільтраті сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів різних країн перевищує граничнодопустимі концентрації, що є згубним явищем для живих організмів та екосистем. У результаті рекогносцирувальних досліджень сміттєзвалищ у межах західноукраїнського лісостепового округу виявилось, що дренажні системи відведення фільтратів відсутні. Фільтрат накопичується у відстійниках та не переробляється. На деяких сміттєзвалищах відсутні канали для накопичення фільтрату і він потрапляє на родючі землі сільськогосподарських угідь забруднюючи їх токсичними елементами. Найбільш «безпечними» є сміттєзвалища, які не експлуатуються та супроводжуються природними фітомеліоративними процесами.

### Список літератури

1. Грибанова Л. П. Процессы на полигонах / Л. П. Грибанова. «Твердые бытовые отходы». – 2006. – №7. – С. 4-7.
2. ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування. – Київ, 2005. – 33 с.
3. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 20 серпня 2012 року № 421 «Про затвердження Методичних рекомендацій із збирання, утилізації та знешкодження фільтрату полігонів побутових відходів».
4. Кремнева И. П. Типизация полигонов промышленных и бытовых отходов по уровню воздействия на окружающую среду / И. П. Кремнева // "Всё о геологии". [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://geo.web.ru/>.
5. Беспаятов Г. П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде / Г. П. Беспаятов, Ю. А. Кротов. – Л., 1985. – 528 с.

6. Степаненко Е. Е. Исследование химического состава фильтрационных вод полигона твердых бытовых отходов / Е. Е. Степаненко, О. А. Поспелова, Т. Г. Зеленская // Известия Самарского научного центра Российской академии наук «Мониторинг и охрана окружающей среды». – 2009. – Т. 11, №1(3). – С. 525-527.
7. Жаппарова Ж. М. Изучение сезонного изменения состава фильтрационных вод полигона захоронения ТБО / Ж. М. Жаппарова // Научный журнал "Фундаментальные исследования". – 2008. – №2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.rae.ru](http://www.rae.ru).
8. Пурим В. Р. Бытовые отходы. Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики / В. Р. Пурим // – М.: Энергоатомиздат, 2002. – 112 с.
9. Національний природний парк "Голосіїв" проблеми забруднення доквілля Пирогівським полігоном твердих побутових відходів / [Замостян В. П., Ісаєв С. Д., Кундеревич Н. Є., Михайленко П. С.] // Біологія та екологія. Наукові записки. – Том 19. – С. 77-82.
10. Голець Н. Ю. Розрахунок класу небезпеки фільтрату Грибовицького полігону твердих побутових відходів / Н. Ю. Голець, М. С. Мальований, Ю. О. Малик // Вісник ЛДУ БЖД. – № 7. – 2013. – С. 219-224.
11. Мальований М. С. Тверді побутові відходи м. Львова та їх вплив на доквілля / М. С. Мальований, О. Я. Голодовська, М. І. Пастернак // Хімія, технологія речовин та їх застосування : [збірник наукових праць]. – Львів : Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2011. – № 700. – С. 250-252.
12. Кобыгин А. А. Комплексная технология очистки фильтрата полигонов захоронения твердых бытовых отходов / А. А. Кобыгин // Строительные науки. – 2011. – №4. – С. 105-109.

#### References

1. Gribanova L. P. Processes in landfill / *Municipal solid waste*. – 2006. – №7. – P. 4-7. (in Russ.).
2. DBN V.2.4-2-2005 "Landfill. Basics of Design". – Kyiv, 2005. – 33 p. (in Ukr.).
3. Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine on August 20, 2012 № 421 "On Approving the Guidelines for collection, recycling and disposal of leachate and landfill gas" (in Ukr.).
4. Kremneva I. P. Typing polygons industrial and household waste in terms of environmental impact / *All of Geology* [Electron resource]. – Access mode: <http://geo.web.ru/>. (in Russ.).
5. Bespamyatnov G. P. (1985). *Maximum allowable concentrations of chemicals in the environment* – L., 528 p. (in Russ.).
6. Stepanenko E. E. Study the chemical composition of seepage water landfill / *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, "Monitoring and protecting the environment."* – 2009. – Т. 11, №1 (3). – P. 525-527. (in Russ.).
7. Japarova J. M. Study of seasonal changes in the composition of seepage water landfill MSW / *Scientific journal "Basic research"*. – 2008. – №2. [Electron resource]. - Access mode: [www.rae.ru](http://www.rae.ru). (in Russ.).
8. Purim V. R. (2002). *Waste. The theory of combustion. Neutralization. Fuel for the power industry*. – М.: Energoatomizdat, 112 p. (in Russ.).
9. National Park "Holosyyv" problem of environmental pollution Pyrohivskym Landfill / [Zamostian V. P., Isaev S. D., Kunderevych N. E., Mikhailenko P. S.] // *Biology and Ecology. Scientific notes*. – Volume 19 – P. 77-82. (in Russ.).
10. Holets N. Y., Malovanyy M. S., Malik Y. A. Calculation hazard class Hrybovytskoho leachate landfill / *Bulletin LSU BC*. – № 7. – 2013. – P. 219-224. (in Ukr.).
11. Malovanyy M. S., Holodovska O. J., Pasternak M. I. Solid waste m. Lviv and their impact on the environment / *Chemical technology materials and their applications: [Collected Works]*. – Lviv: Publishing House of the National University "Lviv Polytechnic", 2011. – № 700. – P. 250-252. (in Ukr.).
12. Konygin A. A. Complex technology leachate landfills of municipal solid waste / *Building Science*. – 2011. – №4. – P. 105-109. (in Russ.).

