

---

# УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ

---

УДК 656.71:504.43.45

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.2-53.10>

## ЕКОЛОГО-МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕКИ ПОЛІГОНУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ДОВКІЛЛЯ (НА ПРИКЛАДІ ФАСТІВСЬКОГО РАЙОНУ)

Дмитруха Т.І.<sup>1</sup>, Черняк Л.М.<sup>1</sup>, Фролов В.Ф.<sup>2</sup>, Петрусенко В.П.<sup>1</sup>,  
Лапань О.В.<sup>1</sup>, Кондакова Т.С.<sup>1</sup>, Трофімов І.Л.<sup>1</sup>, Поливан Ю.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет  
пр. Гузара Любомира, 1, 03058, м. Київ

<sup>2</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури  
Повітрофлотський пр., буд. 31, 03037, м. Київ  
Dmitrucha79@gmail.com, frolov47@ukr.net

Розглянуто причини накопичення твердих побутових відходів у довкіллі та з'ясовано, що понад 90% побутових відходів потрапляють на звалища. Встановлено, що у зразках атмосферного повітря, взятих на відстані близько 500 м від тіла сміттєзвалища, вміст деяких шкідливих речовин, специфічних для резервуара зберігання твердих відходів, перевищує відповідну ГДК. Встановлено, що полігон обладнаний та експлуатується з порушенням санітарно-гігієнічних норм: немає відповідного контролю моніторингу забруднення ґрунтових вод, сортування відходів не проводиться, немає переносних сітчастих огорож для захоплення легкої (летючої) фракції відходів, дезінфекційні бар'єри на вході та на виході із сміттєзвалища не обладнані, не існує систем для збору фільтрату та біогазу, робочі картки не формуються, процедура зберігання відходів на робочих картках не розроблена, регулярне скидання шарів твердих побутових відходів ізоляційним матеріалом не проводиться. Найбільш вагомим і довгостроковим впливом на навколишнє середовище місць видалення відходів є утворення фільтрату та його негативний вплив на поверхневі та підземні води.

При дослідженні ґрунтів у районі розташування сміттєзвалища було визначено значне забруднення ґрунту сполуками важких металів. У колодязях жителів м. Фастова, що знаходиться поза межею зони нормативної санітарно-захисної охорони, спостерігаються забруднення води важкими металами та аміачним азотом.

Встановлено перевищення середнього регіонального показника рівня захворюваності населення за такими класами захворювань: захворювання серцево-судинної системи (м. Фастів – у 1,8 рази, с. Веприк – у 1,3 рази, с. Червоне – у 1,2 рази); респіраторні захворювання (майже в 2 рази перевищують середній показник по регіону в м. Фастові, селах Веприк та Червоне), інфекційні захворювання (м. Фастів – у 2,3 рази, с. Веприк – у 1,8 рази). *Ключові слова:* забруднення, побутові відходи, Фастівський район, звалище.

**Ecological-mathematical analysis of the danger of the household waste landfill for the environment (on the example of the Fastiv district). Dmytrukha T., Cherniak L., Frolov V., Petrusenko V., Lapan O., Kondakova T., Trofimov I., Polyvan Yu.**

The reasons for the accumulation of solid household waste in the environment were considered and it was found that more than 90% of household waste are composed in landfills. It was established that in the atmospheric air samples taken at a distance of about 500 m from the body of the landfill, the content of some harmful substances, specific for the solid waste storage tank, exceeds the relevant MPC. It was established that the landfill is equipped and operated in violation of sanitary and hygienic standards: there is no appropriate control of groundwater pollution monitoring, waste sorting is not carried out, there are no portable mesh fences to capture the light (volatile) fraction of waste, disinfection barriers at the entrance and exit from landfills are not equipped, there are no systems for collecting of filtrate and biogas, work cards are not formed, the procedure for storing waste on work cards is not developed, regular dumping of layers of solid household waste with insulating material is not carried out. The most significant and long-term environmental impact of the waste disposal sites is the formation of filtrate and its negative impact on surface and underground waters.

During the study of soils at the area of the landfill, significant soil contamination with heavy metal compounds was determined. Water pollution with heavy metals and ammonia nitrogen is observed in the wells of residents of Fastiv, which is outside the zone of normative sanitary protection.

An excess of the average regional indicator of the level of morbidity of the population for the following classes of diseases was established: diseases of the cardiovascular system (in Fastiv – by 1.8 times, in Vepryk village – by 1.3 times, the in Chervone village – by 1.2 times); respiratory diseases (almost 2 times higher than the regional average in Fastiv, Vepryk and Chervone villages), infectious diseases (in Fastiv – by 2.3 times, in Vepryk village – by 1.8 times). *Key words:* pollution, household waste, Fastiv district, landfill.

**Постановка проблеми.** Надмірне накопичення твердих побутових відходів у довкіллі, несанкціоновані сміттєзвалища та неправильна експлуатація полігонів є однією з найгостріших проблем сучас-

ності. За даними Міністерства охорони довкілля, в Україні щорічно утворюється пів мільярда тонн відходів, понад 90% з них відправляють на звалища. За 2019 р. утворилося 441,5 млн тонн відходів,

108 млн тонн утилізували і 239 млн тонн відправили на зберігання. Загальний обсяг накопичених відходів склав 15 млрд 398,6 млн тонн, в 2020 р. – 15 млрд 635,3 млн тонн. За минулий рік побутового та промислового сміття в Україні утворилося 462,4 млн тонн: утилізували – 100,5 млн тонн, відправили на зберігання – 276 млн тонн.

Також зовсім невеликий обсяг відходів в Україні спалюють – в середньому 1–1,1 млн тонн за рік. 95% з нього потрапляє на звалища та полігони. Несанкціонованих звалищ в Україні – понад 30 тисяч, полігонів – більше 6 тисяч.

**Актуальність.** Відомо, що в Україні існує система збирання та перероблення небезпечних відходів, яка регламентується чинним законодавством, проте, дуже часто налагоджений облік і контроль стосовно збирання і переробки небезпечних відходів існує лише на великих підприємствах та установах. Тому, дуже часто, небезпечні відходи, разом з побутовими, потрапляють на полігони або несанкціоновані звалища.

**Зв'язок автора доробку із важливими науковими та практичними завданнями.** Враховуючи ситуацію, яка склалася на сьогоднішній день, вирішено було провести дослідження щодо безпеки полігону побутових відходів для довкілля (на прикладі Фастівського району).

Метою роботи було надати оцінку рівня забруднення території, прилеглої до Фастівського полігону та з'ясувати чи є зв'язок між показниками здоров'я людей, що проживають поруч з полігоном та небезпечними процесами, які характерні для полігону твердих побутових відходів.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Як відомо, основними принципами державної політики у сфері поводження з відходами є захист навколишнього середовища та здоров'я людини від негативного впливу відходів [1–5], які повинні включати обов'язковий облік відходів, що утворюються в процесі роботи промислових об'єктів, а також сприяти розробці методів та технологій, які б дозволяли максимально здійснювати повторне використання відходів. На жаль, на сьогоднішній день, дуже часто фіксується порушення режимів експлуатації полігонів та сміттєзвалищ, Самовільне розміщення відходів у невідновлених та непридатних для цього місцях, невиконання вимог стосовно поводження з відхо-

дами, що призводить до негативних екологічних та санітарно-епідеміологічних наслідків [6–10].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.**

Наявність несанкціонованих сміттєзвалищ є характерною рисою для багатьох міст України. Стан сміттєзвалища міста Фастова не відповідає встановленим вимогам: немає відповідних свердловин для моніторингу забруднення ґрунтових вод (зараз працює 3 свердловини), немає освітлення та води для побутових проблем. Сортування відходів глобально не проводиться. Полігон твердих побутових відходів міста Фастова діє з 1992 року, але на даний час діє як несанкціоноване сміттєзвалище.

**Новизна.** В існуючих літературних джерелах наведені дані стосовно стану полігонів в різних містах України і наразі відсутні дослідження щодо особливостей формування та безпеки полігону побутових відходів. Тому новизною даної роботи є оцінка безпеки відходів для довкілля та населення міста Фастів та району.

**Методологічне або загальнонаукове значення.** Аналіз оцінки безпеки полігону твердих побутових відходів для довкілля та здоров'я людей дозволить створити основи стосовно розробки і впровадження рекомендацій та рішень щодо мінімізації небезпечного впливу різних видів побутових відходів на навколишнє середовище.

**Виклад основного матеріалу.** В результаті досліджень було встановлено, що у зразках атмосферного повітря, взятих на відстані близько 500 м від тіла сміттєзвалища, вміст деяких шкідливих речовин, специфічних для резервуара зберігання твердих відходів, перевищує відповідну ГДК (сірководень – 1,125 ГДК, аміак – 1,15 ГДК, кротоновий альдегід – 1,2 ГДК) (Таблиця 1).

При дослідженні ґрунтів у районі розташування сміттєзвалища було визначено значне забруднення ґрунту сполуками важких металів, за рахунок цього спричиняється поширення забруднення від сміттєзвалища (табл. 2).

Так, на відстані 100 м від сміттєзвалища концентрація ртуті в ґрунті в 5 разів перевищує ГДК; також є надлишок нікелю – 1,137 ГДК, кадмію – 2,653 ГДК, свинцю – 2,386 ГДК, хрому – 2,818 ГДК, що стано-

Таблиця 1

**Вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на відстані 500 м від тіла полігона біля м. Фастів**

Дослідна речовина	Вміст хімічних речовин в атмосферному повітрі, / (максимально разова)	Частки ГДК	ГДК, мг/ (максимально разова)
Сірководень	0,007 – 0,009	0,9 – 1,125	0,008
Аміак	0,18 – 0,23	0,9 – 1,15	0,2
Кротоновий альдегід	0,004 – 0,006	0,8 – 1,2	0,005

Таблиця 2

## Вміст забруднюючих речовин у ґрунті у районі розміщення Фастівського полігона

Показник, одиниця виміру	100 м від полігона	500 м від полігона	ГДК
Реакція середовища	7,85±0,21	7,57±0,12	-
Нікель, мг/ дм <sup>2</sup>	96,71±13,21	13,98±3,33	85,0
Кадмій, мг/ дм <sup>2</sup>	3,98±0,41	0,44±0,08	1,5
Ртуть, мг/дм <sup>2</sup>	10,4±2,38	0,36±0,04	2,1
Свинець, мг/ дм <sup>2</sup>	76,36±23,24	1,87±0,05	32,0
Хром, мг/ дм <sup>2</sup>	16,91±2,71	5,69±1,23	6,0

Таблиця 3

## Вміст пріоритетних забруднювачів у воді поверхневих водойм у районі розміщення Фастівського сміттєзвалища

Показник, одиниця вимірювання	Озеро фільтрату	Річка Унава	ГДК, гігієнічний норматив
pH	8,2±0,07	7,8±0,03	6,5–8,5
Сухий залишок, мг/ дм <sup>2</sup>	1500,0±154,21	997,0±48,32	1000,0
ХСК, мг/ дм <sup>2</sup>	15000,0±258,92	158,0±33,43	30,0
БСК5 мг/ дм <sup>2</sup>	4581,2±38,25	37,1±12,3	6,0
Хлориди, мг/ дм <sup>2</sup>	913,4±8,84	89,27±2,03	350,0
Сульфати, мг/ дм <sup>2</sup>	148,93±22,67	96,63±23,44	500,0
Аміак, мг/ дм <sup>2</sup>	22,5±12,05	0,34±0,02	2,0
Свинець, мг/ дм <sup>2</sup>	0,01±0,001	0,008±0,001	0,03
Нікель, мг/ дм <sup>2</sup>	0,86±0,07	0,07±0,012	0,1
Кадмій, мг/ дм <sup>2</sup>	0,098±0,01	0,02±0,001	0,001
Цинк, мг/ дм <sup>2</sup>	3,61±0,84	0,35±0,02	1,0
Залізо, мг/ дм <sup>2</sup>	8,59±1,01	0,18±0,01	0,3
Ртуть, мг/ дм <sup>2</sup>	0,014±0,001	0,00017±0,00005	0,0005

вить загрозу для підземних водоносних горизонтів, а також може бути перешкодою для подальшого використання цієї території для житла, рекреаційних об'єктів або як сільськогосподарські угіддя. На відстані 500 м від тіла полігона в житловому районі вміст важких металів не перевищує гігієнічних норм. Найбільш вагомим і довгостроковим впливом на навколишнє середовище місць видалення відходів є утворення фільтрату та його негативний вплив на поверхневі та підземні води. Фільтрат утворюється не тільки в результаті надходження будь-якої рідини ззовні, але також є побічним продуктом розпаду органічних речовин.

На полігоні Фастів немає системи збору та очищення фільтрату. Експертиза на місці показала, що в районі, де знаходиться зберігання відходів, спостерігається накопичення фільтрату, який збирається нижче за рельєфом в озеро фільтрату.

Фільтрат полігону характеризується високим вмістом органічних та неорганічних речовин, а також іонів важких металів. Рідина за своїм складом може бути прирівняною до висококонцентрованих стічних вод (таблиця 3).

Пріоритетними забруднювачами фільтрату сміттєзвалища є органічні речовини, які важко піддаються біологічній деструкції (згідно ХСК, БСК5), аміак, солоність, хлориди та важкі метали.

Відбувається забруднення води річки Унава органічними речовинами, в основному металами, які важко окислюються (ХСК перевищує гігієнічний стандарт водних об'єктів для культурного та побутового використання в 5 разів, БСК5 – у 6) та важких, зокрема кадмію (20 ГДК).

У колодязях жителів м. Фастова, що знаходиться поза межею зони нормативної санітарно-захисної охорони, спостерігаються забруднення води важкими металами та аміачним азотом (табл. 4).

Характерною особливістю фільтрату на сміттєзвалищі є високий вміст азоту амонійного при гальмуванні процесів нітрифікація токсичних речовин. Вплив сміттєзвалища відчутний навіть на відстані більше 10 км. Так, середній вміст азоту амонійного перевищує гігієнічний водний стандарт для шахтних свердловин на відстані 1 км від полігона в 2,5 рази, на відстані 10 км – в 1,2 рази.

**Вміст пріоритетних забруднювачів у воді шахтних колодязів  
у районі розміщення Фастівського сміттєзвалища**

Показник	Розміщення шахтних колодязів від тіла сміттєзвалища на відстані				
	1 км с. Червоне	3 км с. Веприк	5 км с. Мала Снітинка	7 км с. Велика Офірна	10 км с. Дідівщина
pH	6,6±0,08	6,65±0,07	6,68±0,05	6,7±0,03	6,73±0,01
Сульфати, мг/ дм <sup>2</sup>	121,98±12,3	138,81±2,4	151,25±2,1	158,3±1,8	164,67±0,8
Фосфати, мг/ дм <sup>2</sup>	0,437±0,03	0,385±0,038	0,364±0,031	0,321±0,027	0,227±0,018
Хлориди, мг/ дм <sup>2</sup>	71,69±6,79	60,35±4,24	59,61±3,36	43,97±2,21	41,62±1,97
Азот амонійний, мг/ дм <sup>2</sup>	6,5±1,64	4,4±1,59	3,7±1,52	3,5±1,47	3,2±1,33
Нітрати, мг/ дм <sup>2</sup>	9,65±2,03	12,6±1,59	13,4±1,53	13,9±1,46	14,3±1,41
Свинець, мг/ дм <sup>2</sup>	0,006±0,0006	0,005±0,0003	0,005±0,0025	0,004±0,0026	0,0036±0,0023
Мідь, мг/ дм <sup>2</sup>	0,475±0,22	0,017±0,006	0,016±0,003	0,013±0,002	0,0011±0,001
Нікель, мг/ дм <sup>2</sup>	1,43±0,46	1,16±0,023	0,74±0,019	0,29±0,015	0,06±0,009
Кадмій, мг/ дм <sup>2</sup>	0,0105±0,0007	0,0085±0,002	0,0069±0,001	0,0057±0,0009	0,0036±0,0008
Цинк, мг/ дм <sup>2</sup>	0,36±0,02	0,32±0,01	0,31±0,006	0,28±0,003	0,22±0,001
Ртуть, мг/ дм <sup>2</sup>	0,0015±0,0001	0,0009	0,0006	0,0005	0,0003

Водопровідна вода централізованого водопостачання для найбільш віддаленої від полігона частини м. Фастова відповідає гігієнічним вимогам.

Аналіз даних про захворюваність населення 4 населених пунктів (м. Фастів, с. Веприк, с. Мала Снітинка та с. Червоне) Київської області, розташованих навколо сміттєзвалища, дозволив встановити просторово-часові особливості формування показників здоров'я місцевого населення. Просторові (територіальні) характеристики захворюваності населення, що проживають у населених пунктах, прилеглих до сміттєзвалища, показали, що є тенденція зростання його показників для класифікації захворювань населення при зменшенні відстані до сміттєзвалища. Отже, зменшуючи відстань від сміттєзвалища в с. Мала Снітинка (5000 м до сміттєзвалища) до с. Червоне (близько 1000 м до сміттєзвалища)

спостерігали збільшення в 1,4 рази частоти патології серцево-судинної системи, в 1,7 рази – патології нервової системи; майже в 2 рази – інфекційна патологія (рис. 1).

Слід зазначити, що зі зменшенням відстані до сміттєзвалища частота онкологічної патології зростає в 2,3 рази. Динамічно-часова характеристика виявила зростання показників захворюваності в період з 2012 по 2015 роки в населення м. Фастова для всіх класів захворювань, що надаються (рис. 2).

В інших селах, навпаки, спостерігалося зниження рівня захворюваності, а саме: захворювання нервової системи – с. Червоне (на 28,9 випадків на 10 тис. населення), с. Веприк (на 246) онкологічна патологія – с. Веприк (на 17,5) захворювання серцево-судинної системи – с. Мала Снітинка (на 548 р.).



Рис. 1. Поширеність хвороб різних класів у дорослого населення сіл Київської області, проживаючих на територіях, прилеглих до Фастівського сміттєзвалища



Рис. 2. Динамічно-просторова характеристика онкологічної захворюваності мешканців населених пунктів Київської області, прилеглих до місця видалення твердих побутових відходів

Встановлено перевищення середнього регіонального показника рівня захворюваності населення за такими класами захворювань: захворювання серцево-судинної системи (м. Фастів – у 1,8 рази, с. Веприк – у 1,3 рази, с. Червоне – у 1,2 рази); респіраторні захворювання (майже в 2 рази перевищують середній показник по регіону в м. Фастові, селах Веприк та Червоне), інфекційні захворювання (м. Фастів – у 2,3 рази, с. Веприк – у 1,8 рази).

З метою об'єктивної оцінки стану здоров'я жителів територій, що є прилеглими до сміттєзвалища міста Фастів, було проведено опитування населення. Всього було опитано 86 осіб різного віку. За результатами опитування, більшість населення Фастова оцінює стан навколишнього природного середовища в їхньому місті та прилеглої території як незадовільний, пов'язуючи це з впливом сміттєзвалища, а також зазначає, що функціонування поблизу місцевості сміттєзвалища негативно впливає на стан здоров'я та умови життя мешканців [11].

**Висновки.** Використання полігону твердих побутових відходів міста Фастова відбувається з порушенням санітарно-гігієнічних вимог. Встановлено, що на відстані 100 м від сміттєзвалища концентрація ртуті в ґрунті в 5 разів перевищує ГДК; нікелю – 1,137 ГДК, кадмію – 2,653 ГДК, свинцю – 2,386 ГДК, хрому – 2,818 ГДК. Водопровідна вода централізованого водопостачання для найбільш віддаленої від полігона частини м. Фастова відповідає гігієнічним вимогам. У шахтних свердловинах зафіксовано перевищення середнього вмісту азоту амонійного на відстані 1 км від полігона в 2,5 рази, на відстані 10 км – в 1,2 рази. Зі зменшенням відстані до сміттєзвалища зростає частота онкологічної патології. Виявлено, що вода централізованого водопостачання для найбільш віддаленої від полігона частини м. Фастова відповідає гігієнічним вимогам. У шахтних свердловинах зафіксовано перевищення середнього вмісту азоту амонійного на відстані 1 км від полігона в 2,5 рази, на відстані 10 км – в 1,2 рази.

### Література

1. Тетеньова І. О. Вплив сміттєзвалища на довкілля та умови проживання населення. *Довкілля та здоров'я*, 2017. № 2. С. 26–30.
2. Петухов І. До відходів нема інших підходів – тільки знешкодження. *Міське господарство України*, 2000. № 1. С. 44–45.
3. Леонтьєва О. В., Мороз А. О., Свентух О. В., Грабко М. В., Мевш., О. О. Еколого-економічні проблеми утилізації твердих побутових відходів. *Вісник ВПШ*, 2004. № 3. С. 27–33.
4. 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.
5. Научу Н. В., Водяник А. О. Екологічна безпека атмосферного повітря території навколо полігонів твердих побутових відходів. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*, 2012. Вип. 2 (73). С. 160–163.
6. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування : навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] – К. : Кондор, 2010. 550 с.
7. Тимочко Т.В., Черненко Н.А. Відходи. *Всеукр. екол. ліга*, 2006. 28 с.
8. Тимочко Т.В. Поводження з відходами в Україні. *Всеукр. екол. Ліга*, 2017. 36 с.
9. Ткачук К. К., Ополінський І. О. Оцінка ступеня екологічної небезпеки в результаті складування органічних відходів. *Вісник КрНУ імені М. Остроградського*, Випуск 2/2018 (109). Ч. 1. С. 80–85.
10. Wiesen, K., Saurat, M., Lettenmeier, M. Calculation of material input per service unit using the ecoinvent database. *International Journal of Performability Engineering*, (2014), vol. 10. № 4. P. 357–366.
11. Полив'ян Ю. Оцінка впливу фастівського полігону твердих побутових відходів на довкілля 6-й Міжнародний молодіжний конгрес "Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування": збірник матеріалів. – Львів: Західно-Український Консалтинг Центр (ЗУКЦ), ТзОВ, 2021. 314 с.