

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**



УТИЛІЗАЦІЯ ТА РЕКУПЕРАЦІЯ ВІДХОДІВ

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ**

студентами спеціальностей
101 «Екологія»,
183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Дніпро
НГУ
2017

Утилізація та рекуперація відходів. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» / О.О. Борисовська, О.В. Деменко, А.В. Павличенко. – Дніпро: Національний гірничий університет, 2017. – 56 с.

Автори:

О.О. Борисовська, канд. техн. наук, доц.;

О.В. Деменко, асист.;

А.В. Павличенко, канд. біол. наук, доц.

Затверджено методичною комісією з спеціальності 101 «Екологія» (протокол №4 від 05.06.2017), 183 «Технології захисту навколишнього середовища» (протокол №4 від 07.06.2017) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол №12 від 01.06.2017).

Подано методичні рекомендації до виконання практичних робіт з дисципліни «Утилізація та рекуперація відходів» для студентів спеціальності 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

Відповідальний за випуск завідувач кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, канд. біол. наук, доц. А.В. Павличенко

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні рекомендації призначені для закріплення теоретичних знань, набутих студентами в лекційному курсі, а також для формування практичних навичок щодо поводження з відходами.

Методичні рекомендації включають 4 практичні роботи, тексти яких викладено за типовою структурною схемою – тема, мета роботи, подання теоретичних положень за темою, завдання та контрольні запитання.

Послідовність проведення практичних робіт відповідає темам лекційних занять, що сприяє практичному закріпленню теоретичних знань з дисципліни.

В результаті виконання практичних робіт студенти повинні набути практичні навички з:

- розрахунку класу небезпеки промислових відходів;
- обсягів твердих побутових відходів, що накопичуються у містах України в залежності від чисельності жителів міста та кількості корисних компонентів побутових відходів, що можуть бути утилізовані;
- розрахунку основних елементів санітарної системи очистки міста;
- розрахунку екологічного податку за розміщення відходів підприємства та заповнення Податкової декларації екологічного податку.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСУ НЕБЕЗПЕКИ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ

Мета роботи: набуття студентами практичних навичок розрахунку класу небезпеки промислових відходів.

Поставлена мета досягається послідовним вирішенням **таких завдань:**

- ознайомлення з загальними положеннями ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги до поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення»;
- визначення основних переваг та недоліків розрахункового методу визначення класу небезпеки промислових відходів;
- ознайомлення з прикладами розрахунку класу небезпеки промислових відходів за LD_{50} та за ГДК хімічних речовин у ґрунті;
- самостійний розрахунок класу небезпеки промислових відходів згідно завдання на практичну роботу.

Загальні положення. До промислових відходів відносяться відходи сфер виробництва та споживання. Серед них найбільшу небезпеку для довкілля і здоров'я населення становлять неутилізовані токсичні промислові відходи.

Відходи галузей виробництва і сфери споживання в залежності від фізичних, хімічних і біологічних характеристик всієї маси певного відходу або окремих його інгредієнтів поділяються на чотири класи небезпеки:

I клас – речовини (відходи) *надзвичайно небезпечні*;

II клас – речовини (відходи) *високонебезпечні*;

III клас – речовини (відходи) *помірно небезпечні*;

IV клас – речовини (відходи) *малонебезпечні*.

Клас небезпеки визначається токсичністю промислових відходів. *Токсичними промисловими відходами* називаються такі відходи, які утворюються в процесі технологічного циклу в промисловості і мають у своєму складі фізіологічно активні речовини, які викликають токсичний ефект.

Відходи I класу небезпеки зберігають у герметичній тарі (сталеві бочки, контейнери). По мірі наповнення тару з відходами закривають герметично сталюю кришкою, при необхідності заварюють електрогазозварюванням.

Відходи II класу небезпеки зберігають, згідно до агрегатного стану, у поліетиленових мішках, пакетах, діжках та інших видах тари, що запобігає розповсюдженню шкідливих речовин (інгредієнтів).

Відходи III класу небезпеки зберігають у тарі, що забезпечує локалізоване зберігання, дозволяє виконувати вантажно-розвантажувальні та транспортні роботи і виключає розповсюдження у навколишньому середовищі шкідливих речовин.

Відходи IV класу небезпеки можуть зберігатися відкрито на промисловому майданчику у вигляді конусоподібної купи. Ці відходи без негативних екологічних наслідків можуть бути об'єднані з побутовими відходами в місцях захоронення останніх або використані як ізолюючий матеріал, а також для різних планувальних робіт при освоєнні території.

На даний час єдиною офіційно затвердженою в Україні методикою визначення класу небезпеки відходів є державні санітарні правила і норми ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги до поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення».

Цей нормативний документ містить деякі норми, що не відповідають вимогам діючого законодавства України та принципам державної регуляторної політики, тому Рішенням Державної служби України з питань регуляторної політики та розвитку підприємництва № 33 від 15.07.2014 року Міністерству охорони здоров'я України було запропоновано визнати ДСанПіН 2.2.7.029-99 такими, що втратили чинність, та усунути порушення принципів державної регуляторної політики у двомісячний строк з дня прийняття такого рішення.

Проте і досі жодні зміни не були внесені у цей документ і жодних нових правил визначення класу небезпеки відходів Міністерством охорони здоров'я України розроблено не було і де-факто на практиці в нашій країні фахівці вимушені продовжувати користуватися цим нормативним недіючим документом, адже альтернативи немає.

Отже, розглянемо особливості цієї методики.

Клас небезпеки визначається *виробником відходів* або за його дорученням. Визначення класу небезпеки промислових відходів слід здійснювати:

- експериментальним шляхом на дослідних тваринах згідно з ГОСТ 12.1.007-76 в установах, акредитованих на цей вид діяльності;
- розрахунковим методом, коли установлений фізико-хімічний склад відходів, за LD_{50} або ГДК екзогенних хімічних речовин у ґрунті.

Визначення класу небезпеки розрахунковим методом

Згідно ДСанПіН 2.2.7.029-99, для визначення небезпечних властивостей відходів використовуються наступні показники:

- середня смертельна доза хімічного інгредієнта, що викликає загибель 50% піддослідних тварин при введенні у шлунок;
- розчинність хімічного інгредієнта у воді;
- коефіцієнт летючості хімічного інгредієнта;
- клас небезпеки в повітрі робочої зони (при відсутності середньої смертельної дози);
- ГДК хімічної речовини в ґрунті.

Якщо для конкретного виду промислових відходів розроблено та впроваджено технологію утилізації, знешкодження або оброблення, яка призводить до усунення чи значного зменшення негативного впливу відходів на біоценози об'єктів довкілля, насамперед ґрунту, слід визначити клас небезпеки відходів за LD_{50} згідно з формулами 1 і 2:

$$K_i = \frac{\lg(LD_{50})_i}{(S + 0,1F + C_e)_i}, \quad (1)$$

де K_i – індекс токсичності кожного хімічного інгредієнта, що входить до складу відходу, величину K_i округлюють до першого знаку після коми;

$\lg(LD_{50})$ – логарифм середньої смертельної дози хімічного інгредієнта при

введенні в шлунок, ($lg(LD_{50})$ знаходять за довідниками [1-4]);

S – коефіцієнт, який відображає розчинність хімічного інгредієнта у воді (за допомогою довідника [5] знаходять розчинність хімічного інгредієнта у воді в грамах на 100 г води при температурі не вище 25°C, цю величину ділять на 100 і отримують безрозмірний коефіцієнт S , який в більшості випадків знаходиться в інтервалі від 0 до 1);

F – коефіцієнт леткості хімічного інгредієнта (за допомогою довідників [6, 7] визначають тиск насиченої пари в мм рт. ст. інгредієнтів відходу при температурі 25°C, що мають температуру кипіння при 760 мм рт. ст. не вище 80°C; одержану величину ділять на 760 і отримують безрозмірну величину F , яка знаходиться в інтервалі від 0 до 1);

C_e – кількість даного інгредієнта в загальній масі відходу, т/т;

i – порядковий номер конкретного інгредієнта.

Після розрахунку K_i для інгредієнтів відходу, вибирають не більше 3, але не менше 2 основних, які мають найменші K_i ; при цьому $K_1 < K_2 < K_3$, крім того, повинна виконуватися умова $2K_1 \geq K_3$.

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i, n \leq 3, \quad (2)$$

де K_{Σ} – сумарний індекс небезпеки. Він обчислюється за допомогою двох або трьох вибраних індексів токсичності, після чого за допомогою таблиці 1 визначають клас небезпеки та ступінь токсичності відходу.

При відсутності LD_{50} для інгредієнтів відходу, але при наявності класу небезпеки цих інгредієнтів у повітрі робочої зони (ГОСТ 12.1.005-88), необхідно у формулу (1) підставити умовні величини LD_{50} , що орієнтовно визначені за показниками класу небезпеки у повітрі робочої зони (табл. 2).

Таблиця 1 – Класифікація небезпеки відходів за LD_{50}

Величина K_{Σ} , отримана на основі LD_{50}	Клас небезпеки	Ступінь токсичності
Менше 1,3	I	Надзвичайно небезпечні
Від 1,3 до 3,3	II	Високонебезпечні
Від 3,4 до 10	III	Помірно небезпечні
Від 10 і більше	IV	Малонебезпечні

Таблиця 2 – Класи небезпеки у повітрі робочої зони і відповідні умовні величини LD_{50}

Класи небезпеки у повітрі робочої зони	Еквівалент LD_{50}	$lg(LD_{50})$
I	15	1,176
II	150	2,176
III	5000	3,699
IV	>5000	3,788

Враховуючи те, що значна частина небезпечних промислових відходів не

має впроваджених схем утилізації, знешкодження чи оброблення і видаляється методом поховання або використовується у вигляді домішок чи прошарків на полігонах твердих промислових відходів, тобто може мати безпосередній контакт з об'єктами довкілля, для визначення класу небезпеки таких відходів слід застосовувати ГДК їх хімічних складників у ґрунті згідно з формулою 3:

$$K_i = \frac{ГДК_i}{(S + 0,1F + C_6)_i}, \quad (3)$$

де $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація i -тої токсичної хімічної речовини у ґрунті [9], що міститься у відході;

K_i, S, C_6, F, i – ті ж самі показники, що в формулі 1.

Величину K_i округляють до першого знаку після коми.

Після розрахунку K_i для інгредієнтів відходу, вибирають не більше 3, але не менше 2 основних, які мають найменші K_i ; при цьому $K_1 < K_2 < K_3$, крім того, повинна виконуватися умова $2K_1 \geq K_3$.

Потім розраховується сумарний індекс токсичності (K_Σ) згідно з формулою 2, після чого за допомогою таблиці 3 визначають клас небезпеки та ступінь токсичності відходу.

Затвердження класу небезпеки промислових відходів проводить Міністерство охорони здоров'я України за погодженням Міністерства екології та природних ресурсів України.

Таблиця 3 – Класифікація небезпеки відходів за ГДК хімічних речовин у ґрунті

Величина K_Σ , отримана на основі ГДК у ґрунті	Клас небезпеки	Ступінь токсичності
Менше 2	I	Надзвичайно небезпечні
Від 2 до 16	II	Високонебезпечні
Від 16,1 до 30	III	Помірно небезпечні
Від 30,1 і більше	IV	Малонебезпечні

Основні недоліки даної методики:

- не для всіх речовин, які можуть бути виявлені у відходах, встановлені LD_{50} , класи небезпеки в повітрі робочої зони і ГДК в ґрунті;
- при розрахунку враховується небезпека не всіх інгредієнтів відходів, а тільки двох або трьох пріоритетних інгредієнтів;
- не враховується недолік інформації по первинним показникам небезпеки компонентів відходів;
- не враховуються екологічні показники небезпеки компонентів відходів, такі як канцерогенність, мутагенність та ін.;
- не завжди точно відомий склад відходів;
- деякі види промислових відходів можуть мати непостійний якісний склад, що змінюється у часі в залежності умов зберігання тощо;
- якісний і кількісний аналіз вимагає значних витрат коштів і часу.

Формули, що використовуються для визначення класу небезпеки відходів за даною методикою, також недосконалі:

- значення показників коефіцієнтів розчинності і летючості розрізняються на порядок; при додаванні абсолютно різнорідних величин S , F і C їх сума може приймати істотне значення навіть при гранично малому вмісті речовини C_i , але значних величинах коефіцієнта розчинності S (наприклад, для фториду сурми, у якого $S=4,45$; або хлориду цинку, у якого $S=3,75$);

- зміна індексу токсичності K_i має нелогічний характер: чим токсичність вище, тим індекс менше, і навпаки;

- сам індекс токсичності інгредієнта K_i є неповноцінним: дана методика передбачає його облік тільки при підрахунку сумарного індексу небезпеки K_Σ , тобто сама величина K_i не є самодостатньою характеристикою компонента суміші і ніяк не пов'язана з його класом токсичності;

- не обґрунтований квадратичний характер залежності сумарного індексу небезпеки K_Σ від n , і, внаслідок цього, дана залежність гіпертрофована в граничних ситуаціях, коли $2K_1=K_3$, значення K_Σ в залежності від вибору $n=2$ або $n=3$ може різнитися більш ніж в два рази.

Крім того, з точки зору екологічної безпеки, для визначення небезпечних властивостей відходів недостатньо використання таких показників, як середня смертельна доза хімічного інгредієнта LD_{50} , розчинність хімічного інгредієнта у воді S , коефіцієнт летючості хімічного інгредієнта F , його клас небезпеки в повітрі робочої зони і ГДК в ґрунті. Всі ці показники враховують вплив відходів або їх складових тільки на організм людини, не беручи до уваги їх небезпеку для інших живих організмів і навколишнього природного середовища.

Приклади розрахунку класу небезпеки промислових відходів.

1. Приклад розрахунку класу небезпеки промислових відходів за LD_{50} .

На підприємстві N утворюються промислові відходи, що мають в своєму складі: сульфат свинцю – 5%; оксид свинцю – 5%; оксид алюмінію – 15%; оксид заліза – 55%; хлорид миш'яку – 20%.

Переводимо процентний вміст компонентів відходів в частки одиниці і, користуючись таблицею 1 та таблицею 4, знаходимо фізико-хімічні та токсикологічні властивості для кожного інгредієнта. Результати заносимо в таблицю 5.

Таблиця 4 – Фізико-хімічні та токсикологічні властивості інгредієнтів, що входять до складу промислових відходів [10]

Назва	Формула	Тиск насиченої пари, мм рт.ст.	Розчинність, г/100 г води	LD_{50}	ГДК р.з.	Клас небезпеки
Алюміній	Al	0	0	-	2	III
А гідроксид	Al(OH) ₃	0	0,00001	-	6	III
А калію сульфат	AlK(SO ₄) ₂ ×12 H ₂ O	0	5,9	-	2	III
А нітрат	Al(NO ₃) ₃ ×9H ₂ O	0	241	204	-	-

Назва	Формула	Тиск насиченої пари, мм рт.ст.	Розчинність, г/100 г води	LD_{50}	ГДК р.з.	Клас небезпеки
нонагідрат	O					
А нітрид	AlN	0	0	-	2	III
А оксид	Al ₂ O ₃	0	0	-	2	II
А фтористий	AlF ₃	0	0,559	-	2,5	III
А сульфат	Al ₂ (SO ₄) ₃	0	38,5	370	-	-
А хлорид	AlCl ₃	0	45,1	150	-	-
Аміак	NH ₃	0	52,6		20	IV
А сульфат	(NH ₄) ₂ SO ₄	0	75,4	4280	-	-
А хрому сульфат	NH ₄ Cr(SO ₄) ₂	0	10,78	11,9	-	-
Ванадій	V	0	0	-	-	-
В карбід	VC	0	0	-	3	III
В оксид (III)	V ₂ O ₃	0	0	-	0,5	II
В оксид (V)	V ₂ O ₅	0	0,07	23,4	0,1	II
В хлорид	VCl ₃	0	-	24	0,5	II
Залізо	Fe	0	0	98600	-	-
З оксид	FeO, Fe ₃ O ₄ , Fe ₂ O ₃	0	0	-	10	III
З сульфат	Fe ₂ (SO ₄) ₃	0	0	533	-	-
З хлорид	FeCl ₃	0	96,6	59	-	-
Кадмій	Cd	0	0	890	0,01	I
К оксид	CdO	0	0,00048	67	0,1	II
К сульфат	CdSO ₄	0	76,4	47	0,01	I
К хлорид	CdCl ₂	0	114,1	67	0,01	I
К нітрат тетрагідрат	Cd(NO ₃) ₂ × 4H ₂ O	0	149,4	47	0,01	I
Кобальт	Co	0	0	-	0,05	I
К оксид	CoO, Co ₃ O ₄ , Co ₂ O ₃	0	0	202	0,05	I
К сульфат	CoSO ₄	0	39,3	424	-	-
К хлорид	CoCl ₂	0	52,9	55	-	-
К нітрат	CoNO ₃	0	50,57	434	-	-
К фтористий	CoF ₂	0	1,36	150	-	-
Марганець	Mn	0	0	-	0,3	II
М карбонат	MnCO ₃	0	0,00011	-	-	-
М нітрат гексагідрат	Mn(NO ₃) ₂ × 6H ₂ O	0	132,3	56	-	-
М оксид	MnO ₂	0	0	550	0,05	I
М сульфат	MnSO ₄	0	62,9	64	-	-

Назва	Формула	Тиск насиченої пари, мм рт.ст.	Розчинність, г/100 г води	LD_{50}	ГДК р.з.	Клас небезпеки
М хлорид	$MnCl_2$	0	73,9	120	-	-
Мідь	Cu	0	0	-	1	II
М оксид	CuO	0	0	273		-
М сульфат	$CuSO_4$	0	20,5	43	0,5	II
М хлориста	$CuCl_2$	0	74,5	3,7	0,5	II
Миш'як	As	0	0	144	-	-
М оксид (III)	As_4O_6	0	3,7	10	-	-
М оксид (III)	As_2O_3	0	2,04	19,1	0,3	II
М оксид (V)	As_2O_5	0	65,8	-	0,3	II
М сульфід	As_2S_3	0	0	215	-	-
М хлорид	$AsCl_3$	11,65	0	48	-	-
Нікель	Ni	0	0	780	0,5	II
Н оксид	NiO	0	0	-	0,5	II
Н сульфат	$NiSO_4$	0	38,4	32	0,5	II
Н сульфід	NiS	0	0	-	0,5	II
Н. тетракарбоніл	$Ni(CO)_4$	-	0,018	-	0,0005	I
Н хлорид	$NiCl_2$	0	65,6	105	-	-
Ртуть	Hg	0,0013	0	-	0,01	I
Р хлорид (сулема)	$HgCl_2$	0	6,6	17,5	0,05	I
Р нітрат гідрат	$Hg(NO_3)_2 \times 0,5H_2O$	0	-	-	0,05	I
Р оксид	HgO	-	0,0051	-	0,05	I
Р сульфат	Hg_2SO_4	-	0,058	-	0,05	I
Свинець	Pb	0	0	-	0,005	I
С оксид (II, IV)	PbO, Pb_2O_4, PbO_2	0	0,2756	217	-	-
С нітрат	$Pb(NO_3)_2$	0	52,2		0,01	I
С сульфат	$PbSO_4$	0	0,0045	282	0,01	I
С ортоарсенат	$Pb_3(AsO_4)_2$	0	0	-	0,15	II
Стронцій	Sr	0	-	-	-	-
С гідроксид	$Sr(OH)_2$	0	0,81	3160	1,0	II
С карбонат	$SrCO_3$	0	0,0011		6,0	IV
С нітрат	$Sr(NO_3)_2$	0	70,4	1028	1,0	II
С оксид	SrO	0	-	667	1,0	II
С сульфат	$SrSO_4$	0	0,0132	-	6,0	IV
С хлорид	$SrCl_2$	0	53,1	1036	-	-
С хромут	$SrCrO_4$	0	0,12	3110	-	-
Сурма	Sb	0	0	90	0,5	II

Назва	Формула	Тиск насиченої пари, мм рт.ст.	Розчинність, г/100 г води	LD_{50}	ГДК р.з.	Клас небезпеки
С оксид (III)	Sb_2O_3	0	-	172	1	II
С оксид (V)	Sb_2O_5	0	0,3	978	2	III
С сульфід (III)	Sb_2S_3	0	0,00017	209	1	II
С сульфід (V)	Sb_2S_5	0	0	458	2	III
С фторид (III)	SbF_3	0	444,7	15	0,3	II
С фторид (V)	SbF_5	0	-	-	0,3	II
С хлорид (III)	$SbCl_3$	0	602	13	0,3	II
С хлорид (V)	$SbCl_5$	0	-	-	0,3	II
Хром	Cr	0	0	-	-	-
Х оксид	Cr_2O_3	0	0	450	1	II
Х оксид	CrO_3	0	167		0,01	I
Х хлорид	$CrCl_3$	0	0	7,8	0,01	I
Цинк	Zn	0	0	-	-	-
Ц оксид	ZnO	0	0,00016		0,5	II
Ц ортофосфат	$Zn_3(PO_4)_2$	0	0	551	-	-
Ц сульфат	$ZnSO_4 \times 7H_2O$	0	165	-	5	III
Ц сульфід	ZnS	0	0	-	5	III
Ц фосфід	Zn_3P_2	0	0	-	0,1	II
Ц хлорид	$Zn Cl_2$	0	375	-	1	II

Таблиця 5 – Фізико-хімічні та токсикологічні властивості компонентів відходів

Компонент	Маса, C_i т/т	Тиск насиченої пари, мм рт.ст.	Розчинність, г / 100 г води	LD_{50}	Клас небезпеки	Еквівалент LD_{50}	F	S
$PbSO_4$	0,05	0	0,0045	282	-	-	0	0,000045
PbO	0,05	0	0,2756	217	-	-	0	0,002756
Al_2O_3	0,15	0	0	-	III	5000	0	0
FeO	0,55	0	0	-	III	5000	0	0
$AsCl_3$	0,20	11,65	0	48	-	-	0,015	0

За формулою 1 для кожного компонента відходів визначаємо індекс токсичності:

$$K_1(PbSO_4) = \frac{\lg(LD_{50})_1}{S_1 + 0,1F_1 + C_1^g} = \frac{\lg 282}{0,000045 + 0,1 \cdot 0 + 0,05} = 49,0.$$

$$K_2(PbO) = \frac{\lg 217}{0,002756 + 0,1 \cdot 0 + 0,05} = 44,3.$$

$$K_3(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{\lg 5000}{0 + 0,1 \cdot 0 + 0,15} = 24,7.$$

$$K_4(\text{FeO}) = \frac{\lg 5000}{0 + 0,1 \cdot 0 + 0,55} = 6,7.$$

$$K_5(\text{AsCl}_3) = \frac{\lg 48}{0 + 0,1 \cdot 0,015 + 0,2} = 8,4.$$

Розташовуємо коефіцієнти токсичності в порядку зростання значення:

$$K_1(\text{FeO}) = 6,7.$$

$$K_2(\text{AsCl}_3) = 8,4.$$

$$K_3(\text{Al}_2\text{O}_3) = 24,7.$$

$$K_4(\text{PbO}) = 44,3.$$

$$K_5(\text{PbSO}_4) = 49,0.$$

Обираємо найменші значення індексів токсичності K_i , щоб виконувалася умова: $K_1 < K_2 < K_3$.

Такими величинами будуть: $K_1=6,7$; $K_2=8,4$ і $K_3=24,7$.

При цьому умова $2K_1 \geq K_3$ не виконується. Отже, відкидаємо третій коефіцієнт і визначаємо сумарний індекс токсичності за першими двома коефіцієнтами згідно з формулою 2:

$$K_\Sigma = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i = \frac{1}{2^2} (6,7 + 8,4) = 3,8.$$

Відповідно до оціночної шкали (таблиця 2), відходи даного підприємства відносяться до III класу небезпеки – **помірно небезпечні**.

Подібні відходи небезпеки зберігаються в паперових і тканинних мішках, пакетах і інших видах тари, що дозволяють виконувати вантажно-розвантажувальні і транспортні роботи і виключають поширення в навколишньому середовищі шкідливих речовин. З території підприємства ці відходи повинні бути видалені протягом **двох діб**. У разі тимчасового зберігання відходів на стаціонарних складах або в промислових приміщеннях повинні бути забезпечені вимоги ГОСТ 12.1.005-88 до повітря робочої зони.

2. Приклад розрахунку класу небезпеки за даними ГДК хімічних речовин у ґрунті.

На підприємстві М утворюються відходи, що мають в своєму складі: оксид нікелю – 15%; сульфат цинку – 15%; хлорид хрому – 10%; сульфат свинцю – 50%; сульфат марганцю – 10%.

Переводимо процентний вміст компонентів відходів у частки одиниці і, користуючись таблицею 4 и 6, знаходимо фізико-хімічні та токсикологічні властивості для кожного інгредієнта. Результати заносимо в таблицю 7.

За формулою 3 для кожного компонента відходів визначаємо індекс токсичності:

$$K_1(\text{NiO}) = \frac{ПДК_1}{S_1 + 0,1F_1 + C_1^g} = \frac{4,0}{0 + 0,1 \cdot 0 + 0,15} = 26,7.$$

$$K_2(ZnSO_4) = \frac{23,0}{1,65 + 0,1 \cdot 0 + 0,15} = 12,8.$$

$$K_3(CrCl_3) = \frac{6,0}{0 + 0,1 \cdot 0 + 0,10} = 60,0.$$

$$K_4(PbSO_4) = \frac{6,0}{0,00045 + 0,1 \cdot 0 + 0,50} = 12,0.$$

$$K_5(MnSO_4) = \frac{1500}{0,629 + 0,1 \cdot 0 + 0,10} = 2057,6.$$

Таблиця 6 – Гранично допустимі концентрації хімічних речовин в ґрунті

Назва речовини	ГДК, мг/кг
Ванадій	150
Кобальт (рухома форма)	5,0
Мідь (рухома форма)	3,0
Нікель (рухома форма)	4,0
Цинк (рухома форма)	23,0
Хром (рухома форма)	6,0
Свинець (рухома форма)	6,0
Марганець	1500
Ртуть	2,1
Миш'як	2,0
Сурма	4,5

Таблиця 7 – Фізико-хімічні та токсикологічні властивості компонентів відходів

Компонент	Маса, C_i т/т	Тиск насиченої пари, мм. рт. ст.	Розчинність, г / 100 г води	ГДК у ґрунті за металом, мг/кг	F	S
NiO	0,15	0	0	4,0	0	0
ZnSO ₄	0,15	0	165	23,0	0	1,65
CrCl ₃	0,10	0	0	6,0	0	0
PbSO ₄	0,50	0	0,0045	6,0	0	0,000045
MnSO ₄	0,10	0	62,9	1500	0	0,629

Упорядковуємо ряд коефіцієнтів токсичності за зростанням і вводим нову нумерацію:

$$K_1(PbSO_4) = 12,0.$$

$$K_2(ZnSO_4) = 12,8.$$

$$K_3(NiO) = 26,7.$$

$$K_4(CrCl_3) = 60,0.$$

$$K_5(MnSO_4) = 2057,6.$$

Обираємо найменші значення індексів токсичності K_i , щоб виконувалася умова: $K_1 < K_2 < K_3$.

Такими величинами будуть: $K_1=12,0$; $K_2=12,8$ і $K_3=26,7$.

При цьому умова $2K_1 \geq K_3$ не виконується. Отже, відкидаємо третій коефіцієнт і визначаємо сумарний індекс токсичності за першими двома коефіцієнтами згідно з формулою 2:

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i = \frac{1}{2^2} (12,0 + 12,8) = 6,2.$$

Відповідно до оціночної шкали (таблиця 3), відходи даного підприємства відносяться до II класу небезпеки – **високонебезпечні**.

Відходи II класу небезпеки зберігаються в закритій тарі (поліетиленові мішки, пакети, діжки, закриті ящики), здатній запобігати поширенню шкідливих речовин. З території підприємства ці відходи також повинні бути видалені протягом **двох діб**. У разі тимчасового зберігання відходів на території підприємства якість повітря робочої зони повинна відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005-88.

Контрольне завдання

Визначити клас небезпеки відходів підприємств № 1 і № 2 за LD_{50} і за ГДК хімічних речовин в ґрунті відповідно. Запропонувати заходи щодо безпечного поводження з відходами відповідно до їх класу небезпеки. Склад відходів згідно варіантів завдання наведений у Додатку А.

Контрольні запитання

1. Які промислові відходи називаються токсичними?
2. Вимоги до зберігання промислових відходів в залежності від класу небезпеки.
3. Способи визначення класу небезпеки промислових відходів.
4. Які показники використовуються для визначення класу небезпеки промислових відходів розрахунковим методом?
5. Для яких відходів клас небезпеки визначається за показником LD_{50} ?
6. В яких випадках для визначення класу небезпеки відходів слід застосовувати ГДК їх хімічних компонентів у ґрунті?
7. Недоліки розрахункового методу визначення класу небезпеки промислових відходів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

РОЗРАХУНОК ОБСЯГІВ НАКОПИЧЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Мета роботи: опанувати методику розрахунку обсягів твердих побутових відходів, що накопичуються у містах України в залежності від чисельності жителів міста.

Поставлена мета досягається послідовним вирішенням **таких завдань**:

- ознайомлення з нормами накопичення твердих побутових відходів;
- ознайомлення з методикою розрахунку обсягів твердих побутових відходів, що накопичуються у містах України;
- визначення кількості ТПВ, що накопичуються у місті в залежності від чисельності жителів (згідно завдання на практичну роботу) та розрахунок кількості корисних компонентів побутових відходів, що можуть бути утилізовані.

Загальні положення. Санітарна очистка населених місць – один з найважливіших санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на санітарно-епідеміологічне благополуччя населення і охорону навколишнього природного середовища.

Схема санітарного очищення – проект, спрямований на вирішення комплексу робіт з організації, збору, видалення, знешкодження побутових відходів і прибиранню міських територій.

Як правило, схема санітарної очистки розробляється відповідно до плану міста на термін 15-20 років з виділенням першої черги заходів, а прогноз може охоплювати період 25-30 років.

Схема санітарного очищення зазвичай включає в себе:

1. Визначення нормативів утворення побутових відходів.
2. Визначення складу та властивостей побутових відходів: морфологічний склад; щільність; вологість; елементний і хімічний склад; питома теплота згоряння і т. д.
3. Вибір технології збору та транспортування відходів.
4. Розробку схеми літнього і зимового прибирання території міста.
5. Обґрунтування вибору технології утилізації відходів.
6. Розрахунок орієнтовної вартості санітарної очистки та прибирання міста.

Як видно з цього переліку, без визначення нормативів утворення та без розрахунку відповідної кількості побутових відходів вибрати технологію їх збору, транспортування, утилізації та розрахувати вартість санітарної очистки та прибирання міста неможливо. Саме тому питання розрахунку обсягів ТПВ, що накопичуються у місті, є вкрай важливим.

Розрахунок кількості відходів здійснюється згідно «Рекомендованим нормам надання послуг з вивезення побутових відходів» (Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України № 75 від 22.03.2010). Норми надання послуг з вивезення побутових відходів носять рекомендаційний

характер та призначені для застосування при проведенні укрупнених розрахунків під час проектування схем санітарного очищення, об'єктів поводження з побутовими відходами, у процесі визначення необхідної кількості машин та механізмів, обслуговуючого персоналу тощо.

Норми накопичення – це кількість відходів (кг, л, м³), що утворюються на розрахункову одиницю (людина для житлового фонду, одне місце в готелі, 1 м² торгової площі для крамниць і т. д.) в одиницю часу (доба, рік).

Норми накопичення ТПВ розроблені для двох джерел:

1. Житлових будинків різного ступеня благоустрою.
2. Установ і підприємств суспільного призначення (їдалень, навчальних закладів, готелів, крамниць і т. п.).

Орієнтовні норми накопичення ТПВ від житлових будинків наведені у таблиці 8.

У різних за розмірами містах розподіл чисельності жителів, що мешкають у будинках з різним ступенем благоустрою, також відрізняється. Так, наприклад, в містах з населенням до 50 тис. осіб у повністю впорядкованих будинках проживає приблизно 25% жителів, середнього благоустрою – 25%, в будинках без благоустрою і приватному секторі – десть половина мешканців (50%). У містах з чисельністю жителів від 50 до 150 тис. ці показники становлять відповідно 25, 30 і 45%, тобто чим більшим є місто, тим менша кількість людей мешкає у приватному секторі, а кількість мешканців багатоповерхівок, навпаки, збільшується (див. табл. 9).

У таблиці 10 наведені орієнтовні норми накопичення ТПВ від другого джерела утворення відходів у місті – об'єктів суспільного призначення, торгових і культурно-побутових установ.

Таблиця 8 – Орієнтовні норми накопичення ТПВ від житлових будинків, $H_i^{жс}$

Об'єкт утворення відходів	Норма накопичення ТПВ на одного жителя $H_i^{жс}$, кг		Щільність, кг/м ³
	середньо-добова	середньо-річна	
1	2	3	4
Багатоквартирні та одноквартирні будинки з наявністю усіх видів благоустрою	0,77	304,5	105,0-230,0
Багатоквартирні будинки за відсутності одного або двох з видів благоустрою:			
каналізації	0,96	350,4	130,0-250,0
центрального опалення	1,0	365,0	131,8-259,8
каналізації і центрального опалення (використання твердого палива)	1,15	420,0	145,0-298,0
Одноквартирні будинки з присадибною ділянкою:			

1	2	3	4
з наявністю усіх видів благоустрою	1,26	460,0	164,3-319,4
за відсутності каналізації	1,45	530,0	187,3-360,5
за відсутності центрального опалення	1,52	555,0	192,0-372,5
за відсутності центрального опалення (використання твердого палива), водопостачання, каналізації	1,59	580,0	194,0-384,1

Таблиця 9 – Орієнтовний розподіл чисельності жителів у залежності від кількості населення міста, q , %

Чисельність населення міста, тис. жителів	Повністю впорядковані будинки	Будинки середнього благоустрою	Будинки без благоустрою та приватні будинки
до 50	25	25	50
від 50 до 150	25	30	45
від 150 до 300	30	30	40
від 300 до 500	35	30	35
від 500 до 850	40	40	20
від 850 до 1000	50	25	25
більше 1000	55	25	20

Таблиця 10 – Орієнтовні норми накопичення ТПВ від об'єктів суспільного призначення, торгових і культурно-побутових установ, H_i^c

Об'єкт утворення відходів	Одиниці вимірювання	Норма накопичення H_i^c , кг		Щільність, кг/м ³
		середньо-добова	середньо-річна	
Лікарня	1 ліжко	0,35	127,75	127,75-159,7
Поліклініка	1 відвідання	0,01	3,0	100,0-167,0
Готель	1 місце	0,5	182,0	121,0-182,0
Гуртожиток	1 місце	0,35	146,0	182,0-243,0
Санаторій, будинок відпочинку	1 місце	0,7	256,0	135,0-183,0
Дитячі садки, ясла	1 місце	0,28	70,0	184,0-200,0
Школа	1 учень	0,08	20,0	167,0-200,0
Профтехучилище	1 учень	0,4	100,0	181,8-200,0
ВНЗ і технікум	1 учень	0,09	23,0	177,0-192,0
Театр і кінотеатр	1 місце	0,08	24,5	102,0-116,0
Ресторан	1 блюдо	1,4	540,0	245,0-270,0

Об'єкт утворення відходів	Одиниці вимірювання	Норма накопичення H_i^c , кг		Щільність, кг/м ³
		середньо- добова	середньо- річна	
Кафе, їдальня	1 блюдо	0,5	182,5	184,0-192,0
Промтоварний магазин	1 м ² торг. площі	0,15	46,0	177,0-184,0
Продовольчий магазин	1 м ² торг. площі	0,3	91,50	183,0-198,9
Ринок	1 м ² торг. площі	0,31	96,0	160,0-240,0
Пляж	1 м ² площі	0,04		133,3-160,0
Вокзал	1 м ² площі очікування	0,37	135,0	205,0-217,0

Необхідно відмітити, що кількість об'єктів суспільного призначення (їдалень, навчальних закладів, готелів, крамниць і т. п.) також суттєво залежить від розмірів міста та кількості його мешканців. Так, у таблиці 11 наведена орієнтовна кількість об'єктів суспільного призначення, торгових і культурно-побутових установ залежно від чисельності населення міста, а у таблиці 12 – середня кількість місць в одному об'єкті суспільного призначення (ліжок у лікарні, учнів у школі, студентів у ВНЗ і т. д.) у залежності від чисельності населення, адже розміри суспільних установ також суттєво залежать від кількості мешканців у місті, яких необхідно обслуговувати.

Таблиця 11 – Кількість об'єктів суспільного призначення, торгових і культурно-побутових установ залежно від чисельності населення $N_{об}$, шт.

Об'єкти утворення відходів	Середня чисельність населення, що обслуговується, тис. чол.												
	25	50	100	150	200	250	300	400	500	600	750	900	1000
Лікарня	1-3	1-3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Поліклініка	1	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13
Готель	1	1	1	1	2	2	3	3	4	5	6	6	7
Гуртожиток	2	3	3	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
Санаторій	-	-	-	-	-	-	2	3	4	5	6	7	8
Дитячі садки, ясла	2	4	6	15	30	50	100	120	130	140	150	160	170
Школа	4	8	10	15	20	30	40	50	60	90	100	120	160
Профтехучи- лище	1	2	2	3	3	5	10	12	20	25	30	30	30
ВНЗ, технікум	-	-	-	4	8	10	15	20	25	30	25- 40	25- 40	30- 40
Театр,	1	2	3	5	6	8	10	12	14	15	16	17	20

Об'єкти утворення відходів	Середня чисельність населення, що обслуговується, тис. чол.												
	25	50	100	150	200	250	300	400	500	600	750	900	1000
кінотеатр													
Ресторан	1	1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	20
Кафе, їдальня	4	5	8	12	18	20	30	40	50	60	70	80	100
Промтоварни й магазин	3	6	18	20	40	70	100	120	140	160	170	180	190
Продовольчи й магазин	4	8	20	25	50	80	150	160	170	180	190	200	220
Ринок	1	2	2	3	3	3	4	4	5	6	7	8	10
Пляж	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	5
Вокзали (залізничні, автовокзали)	2	2	2	2	2	3	4	6	8	8	8	10	12

Таблиця 12 – Середня кількість місць в одному об'єкті суспільного призначення, торгових і культурно-побутових установах в залежності від чисельності населення $n_{од.об}$

Об'єкти утворення відходів	Оди- ниці вимі- ру	Чисельність населення, тис. чол.												
		25	50	100	150	200	250	300	400	500	600	750	900	1000
Лікарня	ліжко	85	85	85	85	90	90	200	200	200	200	200	200	200
Поліклініка	відві- дання	40	40	50	60	100	100	200	200	300	400	500	600	600
Готель	місце	20	20	50	50	60	100	160	160	200	200	300	300	300
Гуртожиток	місце	80	80	100	100	150	150	200	200	200	250	250	250	250
Санаторій	місце	-	-	-	-	-	-	100	100	200	300	300	300	300
Дитячі сади, ясла	місце	100	100	100	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Школа	учень	300- 500	500	500	400- 600	600	600	600	700- 1000	700- 1000	700- 1000	700- 1000	700- 1000	700- 1000
Профтеху- чилище	учень	50	50	50	50	100	100	100	150	150	150	150	150	200
ВНЗ, технікум	учень	-	-	-	800	800	800	1000	1000	1000	2000	2000- 5000	2000- 7000	2000- 10000
Театр, кінотеатр	місце	400	400	400	400	400	400	500	500	500	500	500	600	600
Ресторан	блюдо	45	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200
Кафе, їдальня	блюдо	400	500	600	700	800	800	800	800	900	900	1000	1000	1000
Промтовар-	1 м ²	60	60	60	60	70	70	70	100	100	150	150	150	200

Об'єкти утворення відходів	Оди- ниці вимі- ру	Чисельність населення, тис. чол.												
		25	50	100	150	200	250	300	400	500	600	750	900	1000
ний магазин														
Продоволь- чий магазин	1 м ²	30	30	30	40	40	50	50	60	100	100	120	120	150
Ринок	1 м ²	60	60	150	150	200	300	400	500	1000	1500	2000	3000	4000
Пляж	1 м ²	300	300	300	500	500	500	500	1000	1000	1000	1500	1500	2000
Вокзал	1 м ²	100	100	100	200	200	250	250	400	450	500	600	800	1000

Таким чином, для визначення обсягів твердих побутових відходів, що накопичуються у місті, необхідно виконати наступне:

1. У залежності від чисельності жителів міста розрахувати кількість людей, що проживають у будинках з різним рівнем благоустрою, за формулою:

$$N_i = (n \cdot q_i) / 100, \quad (4)$$

де n – загальна кількість людей, що проживають у місті, чол.;

q_i – число жителів, які мешкають у будинках з різним ступенем благоустрою, % (табл. 9).

2. Розрахувати кількість відходів, що утворюються у місті за добу та за рік від об'єктів житлового фонду різного рівня благоустрою за формулою:

$$Q_i^{\text{жс}} = N_i \cdot H_i^{\text{жс}}, \quad (5)$$

де $H_i^{\text{жс}}$ – відповідна норма накопичення від об'єктів житлового фонду, середньодобова та середньорічна (табл. 8).

3. Розрахувати загальну кількість відходів, що утворюються у місті за добу та за рік від об'єктів житлового фонду за формулою:

$$Q_{\text{жс}} = \sum Q_i^{\text{жс}}. \quad (6)$$

4. Розрахувати кількість відходів, що утворюються у місті за добу та за рік від кожного з об'єктів суспільного призначення різного виду за формулою:

$$Q_i^c = N_{\text{об}} \cdot n_{\text{од.об.}} \cdot H_i^c, \quad (7)$$

де $N_{\text{об}}$ – кількість об'єктів суспільного призначення у місті в залежності від чисельності жителів, шт. (табл. 11);

$n_{\text{од.об.}}$ – кількість одиниць в об'єкті суспільного призначення в залежності від чисельності жителів, шт. (табл. 12).

H_i^c – відповідна норма накопичення від об'єктів суспільного призначення (табл. 10).

5. Розрахувати загальну кількість відходів, що утворюються у місті за добу та за рік від об'єктів суспільного призначення за формулою:

$$Q_c = \sum Q_i^c. \quad (8)$$

6. Розрахувати загальну кількість відходів, що накопичуються у місті за добу та за рік:

$$Q_3 = Q_{жс} + Q_c. \quad (9)$$

7. Встановити кількість корисних компонентів побутових відходів, що можуть бути утилізовані.

Тверді побутові відходи, з одного боку, представляють суттєву небезпеку для довкілля та здоров'я населення, а з іншого – є джерелом цінних матеріальних ресурсів. До складу ТПВ входять наступні компоненти, %:

- папір, картон 20–30;
- харчові відходи 28–45;
- деревина 1,5–4;
- метал чорний 1,5–4,5;
- метал кольоровий 0,2–0,3;
- текстиль 4–7%;
- кості 0,5–2;
- скло 3–8;
- шкіра, резина 1–4;
- каміння, фаянс 1–3;
- пластмаса 1,5–5;
- інше 1–3.

Вторинними матеріальними ресурсами, які можуть бути утилізовані, є *папір, харчові відходи, деревина, чорні та кольорові метали, скло та пластмаса*. Якщо вилучити із загального обсягу ТПВ ці компоненти, кількість відходів, що вивозиться на полігони та спалюється на сміттєспалювальних заводах, суттєво знизиться. Отже, знизяться викиди шкідливих речовин у довкілля та зменшиться площа, яку необхідно відводити під полігони захоронення ТПВ та продуктів їх спалювання.

Середня кількість цінних компонентів у загальному обсягу ТПВ, виходячи із вищенаведених даних, становить, %:

- папір, картон 25,0;
- харчові відходи 36,0;
- деревина 2,8;
- метал чорний 3,0;
- метал кольоровий 0,25;
- скло 5,5;
- пластмаса 3,3.

Помножуючи загальний обсяг ТПВ на середню кількість цих компонентів, отримуємо кількість цінних складових, що можуть бути утилізовані:

$$Q_{\text{папір}} = \frac{Q_3 \cdot 25}{100}; \quad (10)$$

$$Q_{\text{харч.відходи}} = \frac{Q_3 \cdot 36}{100}; \quad (11)$$

$$Q_{\text{деревина}} = \frac{Q_3 \cdot 2,8}{100} \text{ і т. д.} \quad (12)$$

Загальна кількість вторинних матеріальних ресурсів розраховується за формулою:

$$Q_{BMP} = Q_{\text{папір}} + Q_{\text{харч.відходи}} + Q_{\text{деревина}} + \dots + Q_{\text{пластмаса}} \quad (13)$$

Усі розрахунки накопичення ТПВ у цій роботі доцільно виконувати в табличній формі, це значно спрощує обчислення та запобігає виникненню механічних помилок.

Приклад розрахунку

Завдання: Встановити кількість відходів, що накопичуються у місті, якщо чисельність жителів становить 1,2 млн чоловік, та розрахувати кількість корисних складових ТПВ, що можуть бути утилізовані.

1. Розраховуємо кількість людей, що проживають у будинках з різним рівнем благоустрою, за формулою 4.

Кількість людей, що проживають у повністю впорядкованих будинках:

$$N_1 = n \cdot q_1 = (1200000 \cdot 55) / 100 = 660000 \text{ чол.}$$

Кількість людей, що проживають у будинках середнього благоустрою:

$$N_2 = n \cdot q_2 = (1200000 \cdot 25) / 100 = 300000 \text{ чол.}$$

Кількість людей, що проживають у будинках приватного сектора:

$$N_3 = n \cdot q_3 = (1200000 \cdot 20) / 100 = 240000 \text{ чол.}$$

2, 3. Розраховуємо кількість відходів, що утворюються у місті за добу та за рік від кожного об'єкту житлового фонду за формулою 5 та загальну кількість ТПВ від об'єктів житлового фонду за формулою 6.

Середньодобове накопичення ТПВ від повністю впорядкованих будинків:

$$Q_1^{ж(сд)} = N_1 \cdot H_1^{ж(сд)} = 660000 \cdot 0,77 = 508200 \text{ кг/доба.}$$

Середньорічне накопичення ТПВ від повністю впорядкованих будинків:

$$Q_1^{ж(ср)} = N_1 \cdot H_1^{ж(ср)} = 660000 \cdot 304,5 = 200970000 \text{ кг/рік} = 200970 \text{ т/рік.}$$

Середньодобове накопичення ТПВ від будинків середнього благоустрою:

$$Q_2^{ж(сд)} = N_2 \cdot H_2^{ж(сд)} = 300000 \cdot 1,0 = 300000 \text{ кг/доба.}$$

Середньорічне накопичення ТПВ від будинків середнього благоустрою:

$$Q_2^{ж(ср)} = N_2 \cdot H_2^{ж(ср)} = 300000 \cdot 365,0 = 109500000 \text{ кг/рік} = 109500 \text{ т/рік}$$

і т.д.

Результати заносимо у таблицю 13.

4, 5. Обираємо із таблиці 11 кількість об'єктів суспільного призначення, що характерна для міст з чисельністю населення більше 1 млн осіб, а з таблиці 12 – відповідну середню кількість місць в одному об'єкті. Помножуючи норму накопичення на кількість об'єктів та на відповідну кількість місць в одному об'єкті (формула 7), розраховуємо кількість відходів, що утворюються у місті за добу та за рік від кожного об'єкту суспільного призначення.

Середньодобове накопичення ТПВ від лікарень:

$$Q_1^{с(сд)} = N_{об} \cdot n_{од.об.} \cdot H_1^{с(сд)} = 12 \cdot 200 \cdot 0,35 = 840 \text{ кг/добу.}$$

Середньорічне накопичення ТПВ від лікарень:

$$Q_1^{(cp)} = N_{об} \cdot n_{од.об.} \cdot H_1^{(cp)} = 12 \cdot 200 \cdot 127,75 = 306600 \text{ кг/рік} = 306,6 \text{ т/рік.}$$

Таблиця 13 – Результати розрахунків кількості відходів, що утворюються у місті за добу та за рік від кожного об'єкту житлового фонду

№ п/п	Об'єкти утворення відходів	Число жителів, чол. N_i	Норми накопичення ТПВ на одного жителя, $H_i^{жс}$		Накопичення, $Q_i^{жс}$	
			середньо- добова, кг	середньо- річна, кг	середньо- добове, кг	середньо- річне, т
1	Повністю впорядковані	660 000	0,77	304,5	508 200	200 970
2	Середнього благоустрою	300 000	1,0	365,0	300 000	109 500
3	Будинки прива- тного сектору	240 000	1,52	555	364 800	133 200
У загальному обліку		1 200 000	-	-	1 173 000	443 670

Середньодобове накопичення ТПВ від поліклінік:

$$Q_2^{(cd)} = N_{об} \cdot n_{од.об.} \cdot H_2^{(cd)} = 13 \cdot 600 \cdot 0,01 = 78 \text{ кг/добу.}$$

Середньорічне накопичення ТПВ від лікарень:

$$Q_2^{(cp)} = N_{об} \cdot n_{од.об.} \cdot H_2^{(cp)} = 13 \cdot 600 \cdot 3 = 23\,400 \text{ кг/рік} = 23,4 \text{ т/рік}$$

і т. д.

Результати обчислень заносимо у таблицю 14.

Таблиця 14 – Результати розрахунків кількості відходів, що утворюються у місті за добу та за рік від об'єктів суспільного призначення

Об'єкти утворення відходів	Одиниця виміру в об'єктах	Кількість об'єктів $N_{об}$	Кількість одиниць в об'єкті $n_{од.об}$	Норма накопичення, H_i^c		Накопичення, Q_i^c	
				серед- ньодо- бова, кг	середньо- річна, кг	середньо- добове, кг	серед- ньо- річне, т
Лікарня	1 ліжко	12	200	0,35	127,75	840	306,6
Поліклініка	1 відві- дання	13	600	0,01	3	78	23,4
Готель	1 місце	7	300	0,5	182	1 050	382,2
Гуртожиток	1 місце	90	250	0,35	146	7 875	3 285
Санаторій	1 місце	8	300	0,7	256	1 680	614,4
Дитячі садки	1 місце	170	150	0,28	70	7 140	1 785
Школа	1 учень	160	1000	0,08	20	12 800	3 200
ПТУ	1 учень	30	200	0,4	100	2 400	600
ВНЗ, технікум	1 учень	40	10000	0,09	23	36 000	9 200

Об'єкти утворення відходів	Одиниця виміру в об'єктах	Кількість об'єктів $N_{об}$	Кількість одиниць в об'єкті $n_{од.об}$	Норма накопичення, H_i^c		Накопичення, Q_i^c	
				середньодобова, кг	середньорічна, кг	середньодобове, кг	середньорічне, т
Театр, кінотеатр	1 місце	20	600	0,08	24,5	960	294
Ресторан	1 блюдо	20	1200	1	365	24 000	8 760
Кафе, їдальня	1 блюдо	100	1000	0,43	157	43 000	15 700
Промтоварний магазин	1 м ² торг. площі	190	200	0,15	46	5 700	1 748
Продовольчий магазин	1 м ² торг. площі	220	150	0,3	91,5	9 900	3 019
Ринок	1 м ² торг. площі	10	4000	0,31	96	12 400	3 840
Пляж	1 м ² площі	5	2000	0,04	-	400	-
Вокзали	1 м ² площі	12	1000	0,37	135	4 440	1 620
У загальному обліку		-	-	-	-	170 663	54 378

6. Розраховуємо загальну кількість відходів, що накопичуються у місті за добу та за рік від об'єктів житлового фонду та суспільного призначення (формула 9). Результати розрахунків заносимо у таблицю 15.

Таблиця 15 – Результати розрахунків загальної кількості відходів, що утворюються у місті за добу та за рік

Об'єкти накопичення	Накопичення, Q	
	середньодобове, т	середньорічне, т
Об'єкти житлового фонду	1 173,0	443670
Об'єкти суспільного призначення	170,663	543786
Всього по місту	1 343,7	498048

7. На підставі отриманих даних розрахунку визначаємо кількість корисних компонентів ТПВ, що можуть бути утилізовані.

За добу:

$$Q_{nanip} = \frac{Q_3^{cd} \cdot 25}{100} = \frac{1343,7 \cdot 25}{100} = 336 \text{ т/добу};$$

$$Q_{харч.відходи} = \frac{Q_3^{cd} \cdot 36}{100} = \frac{1343,7 \cdot 36}{100} = 484 \text{ т/добу і т. д.}$$

За рік:

$$Q_{\text{папір}} = \frac{Q_3^{\text{ср}} \cdot 25}{100} = \frac{498047,6 \cdot 25}{100} = 124512 \text{ т/рік};$$

$$Q_{\text{харч.відходи}} = \frac{Q_3^{\text{ср}} \cdot 36}{100} = \frac{498047,6 \cdot 36}{100} = 179297 \text{ т/рік і т. д.}$$

Результати розрахунків заносимо у таблицю 16.

Таблиця 16 – Кількість корисних компонентів ТПВ, що можуть бути утилізовані

Компоненти відходів	Кількість у загальній масі відходів, %	Кількість корисних складових, що можуть бути утилізовані, т	
		за добу	за рік
Папір, картон	25	336	124512
Харчові відходи	36	484	179297
Деревина	2,8	38	13945
Метал чорний	3,0	40	14941
Метал кольоровий	0,25	3	1245
Скло	5,5	74	27393
Пластмаса	3,3	44	16436
Всього	75,85	1019	377779

Таким чином, у місті з населенням близько 1,2 млн чоловік щодоби накопичується близько 1 344 т твердих побутових відходів, а щорічно – понад 498 тис. т ТПВ, з них близько 378 тис. т/рік становлять вторинні матеріальні ресурси, що можуть бути утилізовані.

Контрольне завдання

Визначити кількість ТПВ, що накопичуються у місті з чисельністю жителів N тис. осіб (див. додаток Б до цих методичних рекомендацій). Встановити, яка кількість корисних компонентів з цих відходів може бути утилізована.

Контрольні запитання

1. Що називається схемою санітарного очищення міста?
2. Які складові включає в себе схема санітарного очищення?
3. Від чого залежать обсяги накопичення твердих побутових відходів у містах?
4. Що називають нормами накопичення ТПВ?
5. Для яких об'єктів встановлюються норми накопичення ТПВ?
6. Які компоненти твердих побутових відходів можуть бути утилізовані?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ САНІТАРНОЇ ОЧИСТКИ МІСТА

Мета роботи: опанувати методику розрахунку основних елементів санітарної системи очистки міст.

Поставлена мета досягається послідовним вирішенням **таких завдань:**

- ознайомлення з елементами санітарної очистки міст та особливостями її планування;
- аналіз прикладів розрахунку необхідної кількості контейнерів, смітєвотів для вивозу ТПВ з міста, а також місткості та площі полігону для їх захоронення;
- самостійний розрахунок основних елементів санітарної системи очистки міста.

Загальні положення. Як вже згадувалось раніше (див. практичну роботу №2), розрахунок кількості побутових відходів у місті є основою для вибору технології їх збору, транспортування та утилізації. Цей розрахунок є першочерговим етапом схеми санітарної очистки міста.

Сама схема безпосередньо визначає черговість здійснення заходів, обсяги робіт за всіма видами очищення і прибирання, системи і методи збору, видалення, знешкодження і переробки відходів, необхідну кількість збиральних машин, механізмів, устаткування та інвентарю, орієнтовні капіталовкладення на будівництво і придбання технічних засобів.

Основними системами збору побутових відходів є контейнерна (система змінюваних збірників) і система незмінюваних збірників (рис. 1).



Рисунок 1 – Контейнерні системи «змінюваних» і «незмінюваних» збірників

При контейнерній («змінюваній») системі відходи вивозять разом з контейнерами, а на їх місце встановлюють порожні.

При «незмінюваній» системі відходи вивантажують безпосередньо у смітєвози, а контейнери після висипання встановлюють на місце. Вибір тієї або іншої системи визначають такі чинники:

- 1) відстань місць завантаження смітєвотів від населеного пункту;

- 2) санітарно-епідеміологічні умови;
- 3) можливість санообробки контейнерів безпосередньо в домоволодіннях;
- 4) тип і кількість смітєвозів;
- 5) кількість жителів, етажність забудови, наявність приватного сектора;
- 6) рельєф місцевості;
- 7) наявність сезонних об'єктів (ярмарки, виставки і т. п.).

У впорядкованому житловому фонді можуть водночас застосовуватися обидві системи.

Більш продуктивна «незмінювана» система повинна застосовуватися у великих містах.

Контейнерна система (змінювані збірники) може застосовуватися при відстані вивезення не більше 8 км, а також при обслуговуванні об'єктів тимчасового утворення відходів і сезонних об'єктів (місце з великим скупченням людей, дачні селища, виставки, ярмарки).

Збір і вилучення ТПВ у житлофонді приватної власності можуть здійснюватися за будь-якою системою.

При системі змінюваних контейнерів застосовують контейнери місткістю $0,75 \text{ м}^3$ і смітєвози типу М-30А (рис. 2), а при системі незмінюваних – місткістю 1,1; 1,0; та $0,75 \text{ м}^3$ з використанням смітєвозів типу КО-415 або КО-413 (рис. 3, 4), а також Zoeller (рис. 5). Типові контейнери для сміття (рис. 6).



Рисунок 2 – Смітєвоз типу М-30А



Рисунок 3 – Смітєвоз КО-413 на шасі ГАЗ-53А



Рисунок 4 – Смітєвоз КО-415 на шасі КамАЗ



Рисунок 5 – Смітєвоз ZOELLER

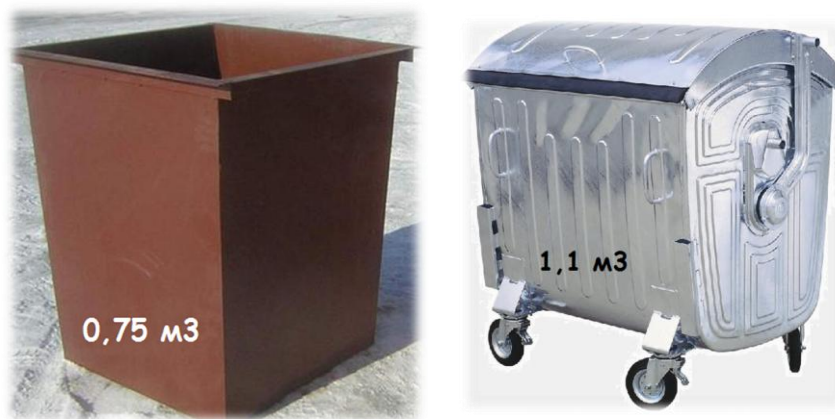


Рисунок 6 – Типові контейнери для сміття

1. Визначення кількості контейнерів.

Необхідне число контейнерів (n_K) при «незмінюваній» системі визначають за формулою:

$$n_K = \frac{V^{cd} \cdot K \cdot K_1 \cdot P}{g \cdot K_2}, \quad (14)$$

де V^{cd} – середньодобове накопичення ТПВ, м³/добу;

K – коефіцієнт нерівномірності накопичення ТПВ (можна прийняти рівним 1,25);

K_1 – коефіцієнт, що враховує кількість контейнерів, які знаходяться у ремонті та резерві ($K_1=1,05$);

P – періодичність вивезення відходів, діб;

g – місткість одного контейнера, м³;

K_2 – коефіцієнт заповнення контейнера ($K_2=0,9$).

При розрахунку числа контейнерів треба враховувати періодичність вилучення ТПВ. Періодичність вивезення залежить від сезону року, кліматичної зони, епідеміологічної обстановки в місті, погоджується із санепідемслужбою і затверджується рішенням міськвиконкому.

Застосовують такі терміни вилучення побутових відходів: з території домоволодінь – не менше одного разу в три дні; з території домоволодінь з особливим режимом або у південній зоні – щодня.

2. Визначення кількості сміттевозів.

Кількість сміттевозів (шт.) встановлюють для кожного типу за формулою:

$$C = \frac{Q^p}{365 \cdot \Pi \cdot K_{вик}}, \quad (15)$$

де Q^p – кількість ТПВ, що підлягають вивезенню впродовж року, т;

Π – продуктивність одного сміттевозу прийнятого типу, т/зміну;

$K_{вик}$ – коефіцієнт використання рухомого складу парку для кожного автогосподарства ($K_{вик}=0,7-0,8$).

Змінну продуктивність сміттевозу визначають з рівняння:

$$\Pi = \lambda \cdot g_\lambda, \quad (16)$$

де λ – кількість ходок (рейсів) за зміну;

g_{λ} – кількість ТПВ, що перевозяться за один рейс, т; при «незмінюваній» системі для сміттевозу КО-413 на шасі ГАЗ-53А $g_{\lambda}=3,5$ т, а для сміттевозу КО-415 на шасі КамАЗ $g_{\lambda}=9,5$ т.

Кількість рейсів сміттевозу можна знайти за формулою:

$$\lambda = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_0)}{t_{нав} + t_{розв} + 2 \cdot t_{проб}}, \quad (17)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год. Тривалість зміни дорівнює 8 год.;

$T_{пз}$ – підготовчо-заключний час, год. Витрати часу на підготовчо-заключні роботи становлять приблизно 0,5 год.;

T_0 – час нульового пробігу (від гаража до місця роботи і назад), год. $T_0=0,3$ год.;

$t_{нав}$ – тривалість навантаження, год.;

$t_{розв}$ – тривалість розвантаження; $t_{розв}=0,25$ годин.

$t_{проб}$ – час пробігу від місця навантаження до місця розвантаження, год.

Норма навантаження $t_{нав}$ для сміттевозу КО-413 на шасі ГАЗ-53А становить $t_{нав}=1,1-1,7$ год.; для сміттевозу КО-415 на шасі КамАЗ – $t_{нав}=3,3-3,7$ год.

Час пробігу від місця навантаження до місця розвантаження залежить від відстані від місця збору відходів до полігону:

$$t_{проб} = \frac{S^{розв}}{V^{сер}}, \quad (18)$$

де $S^{розв}$ – відстань від міста до місця розвантаження, км;

$V^{сер}$ – середня швидкість сміттевоза поза містом, км/год.

Оптимальна відстань від місця збору ТПВ до полігону $S^{розв}$ визначається за таблицею 17.

Таблиця 17 – Оптимальна відстань від місця збору ТПВ до полігону

Показник	Населення міста, тис. жителів			
	до 200	200–500	500–850	850 та більше
Відстань, км	5–15	15–20	20–30	30–40

Середня швидкість сміттевозів поза містом $V^{сер}$ дорівнює 45 км/год.

Застосування сміттевозів типу КО-413 доцільно при вивезенні на відстань до 30 км. При більшій відстані більш доцільно використовувати КО-415.

3. Розрахунок місткості полігону.

Місткість полігону розраховується для обґрунтування необхідної площі ділянки складування ТПВ.

Місткість полігону E на розрахунковий термін знаходять за формулою:

$$E = \frac{(Y_1 + Y_2) \cdot (H_1 + H_2) \cdot T_n \cdot K_{із}}{4 \cdot K_{уц}}, \quad (19)$$

де Y_1 і Y_2 – питомі річні норми накопичування ТПВ за обсягом на перший і останній роки експлуатації, м³/чол. за рік;

H_1 і H_2 – кількість жителів, які обслуговуються полігоном на перший і останній роки експлуатації, чол.;

T_n – розрахований термін експлуатації полігону, років;

K_{iz} – коефіцієнт, який враховує обсяг зовнішніх ізолюючих шарів ґрунту (проміжних і останнього); $K_{iz} = 1,15$.

K_{yuc} – коефіцієнт, який враховує ущільнення ТПВ у процесі експлуатації полігону на увесь термін T_n (див. табл. 18).

Таблиця 18 – Значення K_{yuc} при різній масі ущільнюючого бульдозера або катка

Маса бульдозера або катка, т	Висота полігону h , м	K_{yuc}
3–6	20–30	3,0
12–14	20–30	4,0
20–22	50 і більше	4,5

Питому річну норму накопичування ТПВ за обсягом на перший рік експлуатації Y_1 знаходять за формулою:

$$Y_1 = \frac{V_p}{H_1}, \quad (20)$$

де V_p – обсяг ТПВ, які підлягають вивезенню упродовж року, m^3 .

Питому річну норму накопичення за обсягом на останній рік експлуатації Y_2 визначають за умови щорічного зростання її за обсягом на 3% з формули:

$$Y_2 = Y_1 + 0,03 \cdot Y_1 \cdot T_n. \quad (21)$$

Кількість жителів, які обслуговуються полігоном в останній рік експлуатації (враховуючи тенденцію зменшення населення), можна знайти за формулою:

$$H_2 = 0,96 \cdot H_1. \quad (22)$$

4. Розрахунок площі полігону.

Необхідну площу ділянки складування ($S_{скл}$) встановлюють за формулою:

$$S_{скл} = \frac{3 \cdot E}{h \cdot 10000}, \text{ га}, \quad (23)$$

де 3 – коефіцієнт, що враховує закладення зовнішніх відкосів 1:4;

h – висота складування ТПВ, м.

Необхідну площу полігону (S) знаходять за формулою:

$$S = 1,1 \cdot S_{скл} + S_{дод}, \text{ га}, \quad (24)$$

де 1,1 – коефіцієнт, що враховує смугу навколо ділянки складування;

$S_{дод}$ – площа ділянки господарської зони.

У роботі слід прийняти $S_{дод} = 1$ га. Фактичну місткість полігону визначають в залежності від конкретно відведеної площі на плоскому рельєфі, відпрацьованому кар'єрі і т. п.

Приклад розрахунку

Завдання: розрахувати необхідне число контейнерів, кількість сміттєвозів для вивозу ТПВ з міста із населенням 1,2 млн жителів, встановити місткість та

площу полігону для їх захоронення. Термін експлуатації полігону – 20 років.

1. Визначення числа контейнерів.

Необхідне число контейнерів (n_K) при «незмінюваній» системі, як вказувалося вище, визначають за формулою (14):

$$n_K = \frac{V^{cd} \cdot K \cdot K_1 \cdot P}{g \cdot K_2}.$$

Середньодобове накопичення ТПВ у місті з населенням 1,2 млн. жителів становить біля 1343,7 т/рік (див. практичну роботу №2).

Середня щільність ТПВ становить 0,19–0,23 т/м³ [11]. Звідси:

$V^{cd} = 1343,7 / 0,2 = 6718,5$ м³/добу (тому що об'єм = маса / щільність, якщо хтось забув).

Відходи вивозяться щоденно, тому $P=1$ доба;

Місткість контейнерів приймаємо $g=1,1$ м³.

Звідси:

$$n_K = \frac{V^{cd} \cdot K \cdot K_1 \cdot P}{g \cdot K_2} = \frac{6718,5 \cdot 1,25 \cdot 1,05 \cdot 1}{1,1 \cdot 0,9} = 8907 \text{ шт.}$$

Таким чином, для збору добової кількості ТПВ у даному місті знадобиться 8907 контейнерів.

2. Визначення числа сміттевозів.

Кількість сміттевозів (шт.) встановлюють для кожного типу за формулою (15):

$$C = \frac{Q^p}{365 \cdot \Pi \cdot K_{вик}}.$$

Кількість ТПВ, що підлягають вивезенню упродовж року Q^p становить 498 048 т (див. практичну роботу № 2).

Прийmemo для використання у даному місті сміттевози КО-415 на шасі КамАЗ. Кількість ТПВ, що перевозяться за один рейс, для КО-415 становить $g_{\lambda}=9,5$ т.

Визначаємо число рейсів сміттевозу за зміну (17):

$$\lambda = \frac{T_{зм} \cdot (T_{пз} + T_0)}{t_{нав} + t_{розв} + 2 \cdot t_{проб}},$$

$T_{зм}=8$ год. (тривалість зміни);

$T_{пз}=0,5$ год. (підготовчо-заклучний час);

$T_0=0,3$ год. (час нульового пробігу);

$t_{нав} = 3,3-3,7$ год. (тривалість навантаження для КО-415);

$t_{розв}=0,25$ год. (тривалість розвантаження);

$t_{проб}$ – час пробігу від місця навантаження до місця розвантаження, год.

Час пробігу від місця навантаження до місця розвантаження залежить від відстані від місця збору відходів до полігону (18):

$$t_{проб} = \frac{S^{розв}}{V^{сер}},$$

Відстань до полігону від міста з населенням 1,2 млн жителів становить 30–

40 км. Середня швидкість сміттєвозів поза містом дорівнює 45 км/год.

Звідси:

$$t_{\text{проб}} = \frac{S^{\text{розв}}}{V^{\text{сер}}} = \frac{30}{45} = 0,67 \text{ год.}$$

$$\lambda = \frac{T_{\text{зм}} \cdot (T_{\text{нз}} + T_0)}{t_{\text{нав}} + t_{\text{розв}} + 2 \cdot t_{\text{проб}}} = \frac{8 - (0,5 + 0,3)}{3,5 + 0,25 + 2 \cdot 0,67} \approx 1,4 = 2 \text{ рейси.}$$

Визначаємо змінну продуктивність сміттєвозу:

$$P = \lambda g_{\lambda} = 2 \cdot 9,5 = 19 \text{ т/зміну.}$$

Звідси кількість сміттєвозів:

$$C = \frac{Q^p}{365 \cdot P \cdot K_{\text{вик}}} = \frac{498048}{365 \cdot 19 \cdot 0,75} \approx 95,8 = 96 \text{ сміттєвозів.}$$

Таким чином, для вивезення ТПВ протягом року знадобиться 96 сміттєвозів.

3. Розрахунок місткості полігону.

Визначаємо місткість полігону за формулою (19):

$$E = \frac{(Y_1 + Y_2) \cdot (H_1 + H_2) \cdot T_n \cdot K_{i3}}{4 \cdot K_{\text{уц}}}.$$

Розраховуємо питому річну норму накопичування ТПВ за обсягом на перший рік експлуатації:

$$Y_1 = \frac{V_p}{H_1} = \frac{2490240}{1200000} = 2,08 \text{ м}^3/\text{людину.}$$

Кількість ТПВ, які підлягають вивезенню упродовж року, становить 498048 т (див. практичну роботу №2). Ця маса відповідає об'єму:

$$V_p = 498048 / 0,2 = 2490240 \text{ м}^3 \text{ (адже об'єм = маса / щільність).}$$

Питома річна норма накопичення за обсягом на останній рік експлуатації:

$$Y_2 = Y_1 \cdot +0,01 \cdot Y_1 \cdot T_n = 2,08 + 0,03 \cdot 2,08 \cdot 20 = 3,33 \text{ м}^3/\text{людину.}$$

Кількість жителів, які будуть обслуговуватися полігоном в останній рік експлуатації:

$$H_2 = 0,96 \cdot H_1 = 0,96 \cdot 1200000 = 1152000 \text{ чол.}$$

$K_{i3}=1,15$ (коефіцієнт, який враховує обсяг зовнішніх ізолюючих шарів ґрунту);

$K_{\text{уц}}=4,5$ (враховує ущільнення ТПВ, обираємо з табл. 18).

Звідси місткість полігону на розрахунковий термін:

$$E = \frac{(Y_1 + Y_2) \cdot (H_1 + H_2) \cdot T \cdot K_1}{4 \cdot K_2} = \frac{(2,08 + 3,33)(1200000 + 1152000) \cdot 20 \cdot 1,15}{4 \cdot 4,5} = 16228800 \text{ м}^3.$$

Таким чином, для розміщення ТПВ міста із населенням 1,2 млн жителів знадобиться полігон місткістю 16,2 млн м³.

4. Розрахунок площі полігону.

Необхідна площа ділянки складування:

$$S_{\text{скл}} = \frac{3 \cdot E}{h \cdot 10000} = \frac{3 \cdot 16228800}{50 \cdot 10000} = 97,4 \text{ га.}$$

Необхідна площа полігону:

$$S = 1,1 \cdot S_{\text{скл}} + S_{\text{дон}} = 1,1 \cdot 97,4 + 1 = 108,1 \text{ га.}$$

Для довідки:



Будівельний об'єм будівель «Західна Вежа» та «Східна Вежа», що розташовані на вул. Вернадського (колишня вул. Дзержинського) у м. Дніпро, становить 109703 м^3 кожна. Отже, для розміщення ТПВ міста з населенням 1,2 млн. жителів протягом 20 років знадобиться об'єм полігону, що відповідає **148** таким будівлям.

Таким чином, для розміщення ТПВ міста з населенням 1,2 млн жителів протягом 20 років знадобиться полігон площею 108,1 га.

Для довідки:



Площа футбольного стадіону «Дніпро-Арена» становить **7 350 м²**, тобто 0,75 га. Отже, площа полігону ТПВ буде дорівнювати **144** таким стадіонам.

За умов утилізації корисних компонентів ТПВ (див. практичну роботу № 2) площа полігону може бути значно зменшена.

Контрольне завдання

Визначити необхідну кількість контейнерів, кількість сміттєвозів для вивозу ТПВ, місткість та площу полігону для їх захоронення для міста з чисельністю жителів N тис. осіб (див. додаток Б до цих методичних рекомендацій).

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте основні системи збору побутових відходів.
2. Від яких чинників залежить вибір системи збору побутових відходів?
3. Яка система збору повинна застосовуватися у великих містах?
4. Коли може застосовуватися контейнерна система збору ТПВ?
5. Від чого залежить вибір місткості контейнера та типу сміттєвоза?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

РОЗРАХУНОК ЕКОЛОГІЧНОГО ПОДАТКУ ЗА РОЗМІЩЕННЯ ВІДХОДІВ

Мета роботи: опанувати методики розрахунку екологічного податку за розміщення відходів підприємства.

Поставлена мета досягається послідовним вирішенням **таких завдань:**

- ознайомлення з особливостями екологічного оподаткування в Україні;
- аналіз прикладів розрахунку екологічного податку за розміщення відходів підприємства згідно з Податковим кодексом України;
- самостійне заповнення розрахунку податкового зобов'язання з екологічного податку та Податкової декларації.

Загальні положення. Згідно з розділом VIII Податкового кодексу України (ст. 240) платниками податку є суб'єкти господарювання, юридичні особи, що не провадять господарську (підприємницьку) діяльність, бюджетні установи, громадські та інші підприємства, установи та організації, постійні представництва нерезидентів, включаючи тих, які виконують агентські (представницькі) функції стосовно таких нерезидентів або їх засновників, під час провадження діяльності яких на території України і в межах її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони здійснюються:

- викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення;
- скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти;
- розміщення відходів (крім розміщення окремих видів (класів) відходів як вторинної сировини, що розміщуються на власних територіях (об'єктах) суб'єктів господарювання);
- утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені);
- тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлені особливими умовами ліцензії строк;
- ввезення, виробництво, придбання транспортних засобів та кузовів до них, що в подальшому підлягають утилізації.

Під терміном «розміщення відходів» слід розуміти наступне (Закон України «Про відходи», 1998): зберігання та захоронення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи об'єктах.

Ставки податку за розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах наведені у ст. 246 Податкового кодексу України. Вони періодично збільшуються, тому актуальну версію ставок екологічного податку **завжди необхідно перевіряти** на сайті Верховної Ради України: за посиланням <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/main/d>.

На 01.07.2017 р. діють наступні ставки екологічного податку:

- 1) за розміщення окремих видів надзвичайно небезпечних відходів:
 - обладнання та приладів, що містять ртуть, елементи з іонізуючим випромінюванням – 778,3 гривень за одиницю;

- люмінесцентних ламп – 13,54 гривень за одиницю.

2) розміщення відходів, які встановлюються залежно від класу небезпеки – див. табл. 19.

За розміщення відходів, на які не встановлено клас небезпеки, застосовується ставка податку, встановлена за розміщення відходів I класу небезпеки.

Таблиця 19 – Ставки податку за розміщення відходів, які встановлюються залежно від класу небезпеки

Клас небезпеки відходів	Рівень небезпечності відходів	Ставка податку, гривень за тону
I	надзвичайно небезпечні	1264,07
II	високонебезпечні	46,04
III	помірно небезпечні	11,55
IV	малонебезпечні	4,5
	малонебезпечні нетоксичні відходи гірничодобувної промисловості	0,44

За розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів, ставки податку збільшуються у 3 рази.

Суми податку, який справляється за розміщення відходів (Π_{pe}), обчислюються платниками самостійно щокварталу виходячи з фактичних обсягів розміщення відходів, ставок податку та коригуючих коефіцієнтів за формулою:

$$\Pi_{pe} = \sum_{i=1}^n (H_{ni} \cdot M_{li} \cdot K_m \cdot K_o), \quad (25)$$

де H_{ni} – ставки податку в поточному році за тону і-того виду відходів у гривнях з копійками;

M_{li} – обсяг відходів і-го виду в тоннах (т);

K_m – коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів (табл. 20);

K_o – коригуючий коефіцієнт, що дорівнює 3 і застосовується у разі розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів.

Таблиця – 20 Коефіцієнт до ставок податку, який встановлюється залежно від місця (зони) розміщення відходів у навколишньому природному середовищі

Місце (зона) розміщення відходів	Коефіцієнт K_m
В межах населеного пункту або на відстані менш як 3 км від таких меж	3
На відстані від 3 км і більше від меж населеного пункту	1

На основі вищенаведеного платниками податку заповнюється **Податкова декларація екологічного податку** (*приклад див. нижче*) та складається розрахунок податкового зобов'язання з екологічного податку встановленого зразка за видами забруднення довкілля (додатки 1-6):

- Додаток 1 до Податкової декларації – розрахунок за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення.

- Додаток 2 до Податкової декларації – розрахунок за скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти.

- Додаток 3 до Податкової декларації – розрахунок за розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах (*приклад див. нижче*).

- Додаток 4 до Податкової декларації – розрахунок за утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені).

- Додаток 5 до Податкової декларації – розрахунок за утворення радіоактивних відходів і сплачується за придбання джерел(а) іонізуючого випромінювання.

- Додаток 6 до Податкової декларації – розрахунок за тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлений особливими умовами ліцензії строк.

- Додаток 7 до Податкової декларації – Кодифікатор забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення;

- Додаток 8 до Податкової декларації – Кодифікатор забруднюючих речовин, що скидаються у водні об'єкти;

- Додаток 9 до Податкової декларації – Кодифікатор відходів, що розміщуються у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах (*див. нижче*).

Відмітка про одержання
(штамп контролюючого органу)

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства
фінансів України
17.08.2015 № 715

ПОДАТКОВА ДЕКЛАРАЦІЯ екологічного податку¹

порядковий №² _____

копія³ _____

☐ звітна

☐ звітна нова

☐ уточнююча

1	податковий період:									
	1.1	звітний:								
		квартал				2	0			року
	1.2	що уточнюється ⁴ :								
		квартал				2	0			року

2	платник:									
	(повне найменування (прізвище, ім'я, по батькові)									
	платника податків згідно з реєстраційними документами)									
	податковий номер платника податків ⁵ або									
	серія та номер паспорта ⁶									
	код виду економічної діяльності (КВЕД) ⁷									
	код органу місцевого самоврядування за КОАТУУ ⁸									
	податкова адреса									
						поштовий індекс				
						міжміський код				
						тел./факс				
	електронна адреса ⁹									

3	найменування контролюючого органу, до якого подається Податкова декларація:									

№ з/п	показник	величина ¹⁰
4	податкове зобов'язання з екологічного податку за:	×
4.1	викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення	
	(сума рядків 4 додатків 1)	
4.1.1	різниця	
	(сума різниці між рядками 5.1 та 5.2 додатків 1)	
4.1.2	штраф	
	(сума рядків 7 додатків 1)	
4.1.3	пеня	
	(сума рядків 8 додатків 1)	
4.2	скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти	
	(сума рядків 4 додатків 2)	
4.2.1	різниця	
	(сума різниці між рядками 5.1 та 5.2 додатків 2)	
4.2.2	штраф	
	(сума рядків 7 додатків 2)	
4.2.3	пеня	

		(сума рядків 8 додатків 2)	
4.3	розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах		
		(сума рядків 4 додатків 3)	
4.3.1	різниця		
		(сума різниці між рядками 5.1 та 5.2 додатків 3)	
4.3.2	штраф		
		(сума рядків 7 додатків 3)	
4.3.3	пеня		
		(сума рядків 8 додатків 3)	
4.4	утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені) та/або тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлений особливими умовами ліцензій строк		
		(сума рядків 4 додатків 4, 5, 6)	
4.4.1	різниця		
		(сума різниці між рядками 5.1 та 5.2 додатків 4, 5, 6)	
4.4.2	штраф		
		(сума рядків 7 додатків 4, 5, 6)	
4.4.3	пеня		
		(сума рядків 8 додатків 4, 5, 6)	

5	кількість типів додатків (розрахунків), що подаються з Податковою декларацією екологічного податку, у тому числі 11:					
	Додаток 1			Додаток 2		Додаток 3
	Додаток 4			Додаток 5		Додаток 6

6	доповнення до Податкової декларації за довільною формою	
	відповідно до пункту 46.4 статті 46 глави 2 розділу II Податкового кодексу України повідомляємо:	
№ з/п	Зміст доповнення	

Інформація, наведена у Податковій декларації, розрахунках та доповненнях, є достовірною.

Дата заповнення (дд.мм.рррр)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Керівник (уповноважена особа)/
фізична особа (представник)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(підпис)

(ініціали та прізвище)

(реєстраційний номер облікової
картки платника податків або
серія та номер паспорта) ⁶
М.П. (за наявності)

Головний бухгалтер
(особа, відповідальна за ведення
бухгалтерського обліку)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(реєстраційний номер облікової
картки платника податків або
серія та номер паспорта) ⁶

(підпис)

(ініціали та прізвище)

- ¹ Невід'ємною частиною Податкової декларації є 6 (шість) типів додатків: додатки 1 – 6. Відповідний тип додатка забезпечує обчислення податкового зобов'язання за відповідним видом об'єкта оподаткування – викиди в атмосферне повітря, скиди у водні об'єкти та інші.

За відсутності у платника відповідного виду об'єкта оподаткування тип додатка, у якому обчислюється податкове зобов'язання для такого об'єкта оподаткування, до Податкової декларації не додається.

Згідно з пунктом 250.7 статті 250 розділу VIII Податкового кодексу України Податкова декларація, що містить додатки 4, 5 або 6, подається з копією звітності про фактичні обсяги радіоактивних відходів.
- ² У графі "порядковий №" зазначається номер Податкової декларації арабськими цифрами, починаючи з 1 (одиниці) послідовно в порядку зростання кількості поданих з початку року Податкових декларацій.
- ³ У разі подання копії Податкової декларації відповідно до пункту 250.8 статті 250 розділу VIII Податкового кодексу України поряд з полем "копія" проставляється позначка.
- ⁴ Періодом, що уточнюється, вважається період, за який платник, керуючись нормами статті 50 глави 2 розділу II Податкового кодексу України, самостійно узгоджує суму податкового зобов'язання у зв'язку із самостійним виправленням помилки у раніше поданому податковому розрахунку, що уточнюється.
- ⁵ Зазначається код за ЄДРПОУ платника податку або реєстраційний (обліковий) номер платника податків, який присвоюється контролюючими органами, або реєстраційний номер облікової картки платника податків - фізичної особи.
- ⁶ Серія та номер паспорта зазначаються фізичними особами, які мають відмітку у паспорті про право здійснювати будь-які платежі за серією та номером паспорта.
- ⁷ Зазначається основний вид економічної діяльності платника.
- ⁸ Зазначається код органу місцевого самоврядування за КОАТУУ за місцезнаходженням контролюючого органу, у якому платник перебуває на обліку як платник екологічного податку.
- ⁹ Заповнюється за бажанням платника податків.
- ¹⁰ Вартісні показники Податкової декларації (її додатків) зазначаються у гривнях з копійками.
- ¹¹ Зазначається кількість відповідних типів додатків, що додаються до Податкової декларації.

	діюча на день заниження	
8.5	кількість днів у календарному році	

Інформація, наведена у розрахунку, є достовірною.

Дата заповнення (дд.мм.рррр)

		.			.				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

Керівник (уповноважена особа)/

фізична особа (представник)

(підпис)

(ініціали та прізвище)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(реєстраційний номер облікової

картки платника податків або

серія та номер паспорта) ⁵

М.П. (за наявності)

Головний бухгалтер

(особа, відповідальна за ведення

бухгалтерського обліку)

(підпис)

(ініціали та прізвище)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(реєстраційний номер облікової

картки платника податків або

серія та номер паспорта) ⁵

¹ У графі «порядковий № Податкової декларації» зазначається номер Податкової декларації, до якої додається цей розрахунок.

² У графі «Розрахунок №» арабськими цифрами зазначається порядковий номер розрахунку, починаючи з 1 (одиниці) послідовно в порядку зростання.

³ При уточненні показників раніше поданих Податкових декларацій за попередні податкові періоди проставляється період, що уточнюється.

⁴ Зазначається код за ЄДРПОУ платника податку або реєстраційний (обліковий) номер платника податків, який присвоюється контролюючими органами, або реєстраційний номер облікової картки платника податків – фізичної особи.

⁵ Серія та номер паспорта зазначаються фізичними особами, які мають відмітку у паспорті про право здійснювати будь-які платежі за серією та номером паспорта.

⁶ Зазначається код органу місцевого самоврядування за КОАТУУ за місцезнаходженням контролюючого органу, у якому платник перебуває на обліку як платник екологічного податку.

⁷ Зазначається код органу місцевого самоврядування за місцем розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах.

Для кожного місця чи об'єкта для розміщення відходів складається окремий розрахунок (додаток).

⁸ Код відходів, рівень небезпечності та клас небезпеки відходів зазначаються платником відповідно до додатка 9 до Податкової декларації екологічного податку.

⁹ Зазначається фактичний обсяг розміщення відходів в тоннах; для обладнання та приладів, що містять ртуть, елементи з іонізуючим випромінюванням, люмінесцентних ламп в одиницях.

¹⁰ Ставки податку зазначаються згідно зі статтею 246 розділу VIII Податкового кодексу України.

¹¹ Розмір грошового зобов'язання зазначається у гривнях з копійками.

¹² За потреби кількість рядків може бути збільшена.

- ¹³ Заповнюється у разі подання уточнюючої Податкової декларації, що містить виправлені показники, та у разі уточнення показників раніше поданої Податкової декларації у складі звітної або звітної нової Податкової декларації за будь-який наступний податковий період, протягом якого такі помилки були самостійно виявлені платником податку.
- ¹⁴ Зазначається розмір штрафної санкції (десятиковим дробом), що застосовується у разі заниження у раніше поданій Податковій декларації суми податкових зобов'язань, що самостійно узгоджується платником, визначеної згідно з нормами підпункту "а" або "б" абзацу третього пункту 50.1 статті 50 глави 2 розділу II Податкового кодексу України.
- ¹⁵ Нараховується платником самостійно відповідно до підпункту 129.1.2 пункту 129.1 статті 129 глави 12 розділу II Податкового кодексу України.

Додаток 9
до Податкової декларації
екологічного податку

**Кодифікатор
відходів, що розміщуються
у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах**

КОД	НАЗВА, КЛАС НЕБЕЗПЕКИ ТА РІВЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ВІДХОДІВ
246.1.000	Надзвичайно небезпечні відходи:
246.1.001	обладнання та прилади, що містять ртуть, елементи з іонізуючим випромінюванням
246.1.002	люмінесцентні лампи
246.2.000	Відходи, на які встановлено клас безпеки та рівень небезпечності:
246.2.001	надзвичайно небезпечні
246.2.002	високонебезпечні
246.2.003	помірно небезпечні
246.2.004	малонебезпечні
246.2.005	малонебезпечні нетоксичні відходи гірничодобувної промисловості
246.3.000	Відходи, на які не встановлено клас безпеки та рівень небезпечності

Приклад розрахунку

У ДВНЗ «НГУ» у 4-му кварталі 2016 року утворилась наступна кількість відходів (табл. 21).

Таблиця 21 – Відходи ДВНЗ «НГУ», 4-й квартал 2016 року

Вид відходів	Кількість, т (одиниць)	Вид відходів	Кількість, т (одиниць)
Відпрацьовані ртутні лампи	2 085 шт.	Одноразові вживані шприці	0,0005
Ганчір'я	0,611	Склобій	0,613
Брухт чорного металу	3,652	Макулатура	2,025
Відходи деревини (меблі)	15,844	Відпрацьовані акумулятори	0,017
Електронний брухт	0,471	Відпрацьовані шини	0,112

Відходи зберігаються на території університету до моменту їх передачі стороннім організаціям, умови зберігання відповідають санітарним правилам і нормам.

Визначаємо клас небезпеки відходів згідно з нормативним документом № 4286-87 «Временный классификатор токсичных промышленных отходов» та встановлюємо код відходів за Кодифікатором відходів, що розміщуються у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах (Додаток 9 до Податкової декларації екологічного податку, *див. вище*).

Отримані дані заносимо в стовбець 2. В стовбець 3 заносимо фактичний обсяг розміщення відходів **в тоннах**; для люмінесцентних ламп – **в одиницях**.

Згідно з класом небезпеки відходів (ст. 246 Податкового кодексу України) обираємо відповідну ставку екологічного податку та заносимо у розрахунок (стовбець 4).

Вибираємо відповідні коригуючі коефіцієнти, що залежать від місця розміщення відходів (у даному випадку дорівнює 3) та рівня забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів (у даному випадку дорівнює 1). Заповнюємо відповідні стовбці розрахунку (стовбець 5 та 6).

Обчислюємо суму екологічного податку за кожний вид відходів за формулою (25) та загальну суму податкового зобов'язання. Заносимо дані у стовбець 7.

Отже, згідно із розрахунком, податкове зобов'язання за звітний (податковий) період за розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах становить **85 345,08 грн**.

Після розрахунку податкового зобов'язання за розміщення відходів заповнюється Податкова декларація екологічного податку (*приклад заповнення див. нижче*), яка протягом 40 днів після закінчення звітного кварталу подається до контролюючого органу, в якому підприємство перебуває на обліку як платник екологічного податку.

Контрольне завдання

Розрахувати екологічний податок за розміщення відходів підприємства згідно з Податковим кодексом України та заповнити розрахунок податкового зобов'язання з екологічного податку встановленого зразка. Варіанти завдань – див. Додаток В до цих методичних рекомендацій.

Контрольні запитання

1. Які суб'єкти є платниками податку згідно з розділом VIII Податкового кодексу України?
2. Що розуміється під терміном «розміщення відходів»?
3. Яка ставка податку застосовується за розміщення відходів, на які не встановлено клас небезпеки?
4. У скільки разів збільшуються ставки податку за розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів?

ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

Відмітка про одержання
(штамп контролюючого органу)

Додаток 3
до Податкової декларації
екологічного податку

порядковий №1 Податкової декларації ¹

Розрахунок ² №

1

за розміщення відходів у спеціально

відведених для цього місцях чи на об'єктах

X	звітний		звітний новий		уточнюючий	
1	податковий період:					
1.1	звітний:					
	квартал	4		2 0 1 6	року	
1.2	що уточнюється ³ :					
	квартал			2 0	року	
2	податковий номер платника податків ⁴					
	або серія та номер паспорта ⁵					
				0 2 0 7 0 7 4 3		
3	код органу місцевого самоврядування за КОАТУУ: ⁷					
3.1	за місцем обліку платника ⁶					
				1 2 1 0 1 3 6 9 0 0		
3.2	за місцем розташування джерела забруднення ⁷					
				1 2 1 0 1 3 6 9 0 0		
№ з/п	код відходів ⁸	об'єкт оподаткування ⁹	ставка податку ¹⁰	коефіцієнти		величина ¹¹ (к.3 × к.4 × к.5 × к.6)
1	2	3	4	5	6	7
4	податкове зобов'язання за звітний (податковий) період (р. 4.1 + р. 4.2 + ...)					85345,08
4.1 ¹²	Відпрацьовані ртутні лампи, 246.1.002, надзвичайно небезпечні, 1 клас	2085	13,54	3	1	84692,70
4.2	Ганчір'я, 246.2.004, мало небезпечні, 4 клас	0,611	4,5	3	1	8,25
4.3	Брухт чорного металу, 246.2.004, мало небезпечні, 4 клас	3,652	4,5	3	1	49,30
4.4	Відходи деревини (меблі), 246.2.003, помірно небезпечні, 3 клас	15,844	11,55	3	1	548,99
4.5	Електронний брухт, 246.2.004, мало небезпечні, 4 клас	0,471	4,5	3	1	6,36
4.6	Одноразові вживані шприці, 246.2.004, мало небезпечні, 4 клас	0,0005	4,5	3	1	0,01
4.7	Склобій, 246.2.004, мало небезпечні, 4 клас	0,613	4,5	3	1	8,28
4.8	Макулатура, 246.2.004, мало небезпечні, 4 клас	2,025	4,5	3	1	27,34
4.9	Відпрацьовані акумулятори, 246.2.002, високонебезпечні, 2 клас	0,017	46,04	3	1	2,35
4.10	Відпрацьовані шини, 246.2.004, мало небезпечні, 4 клас	0,112	4,5	3	1	1,51

5	податкове зобов'язання, що уточнюється ¹³ (р. 4 додатка 3, що уточнюється)									
	5.1	зобов'язання, що збільшується: якщо (р. 4 > р. 5), то (р. 4 – р. 5)								
	5.2	зобов'язання, що зменшується: якщо (р. 5 > р. 4), то (р. 5 – р. 4)								
6	розмір штрафу ¹⁴									
7	сума штрафу (р. 5.1 × р. 6)									
8	сума пені ¹⁵ (р. 5.1 × р. 8.4 / 100 × 120/100 / р. 8.5 × р. 8.3)									
	8.1	граничний термін погашення узгодженого грошового зобов'язання (дд.мм.рррр)								
	8.2	фактичний термін погашення узгодженого грошового зобов'язання (дд.мм.рррр)								
	8.3	період заниження узгодженого грошового зобов'язання, днів								
	8.4	облікова ставка Національного банку України, діюча на день заниження								
	8.5	кількість днів у календарному році								

Інформація, наведена у розрахунку, є достовірною.

Дата заповнення (дд.мм.рррр)

0	5	.	0	1	.	2	0	1	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Керівник (уповноважена особа)/
фізична особа (представник)

(підпис)

ПІБ

(ініціали та прізвище)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(реєстраційний номер облікової
картки платника податків або
серія та номер паспорта) ⁵

М.П. (за наявності)

Головний бухгалтер

(особа, відповідальна за ведення
бухгалтерського обліку)

(підпис)

ПІБ

(ініціали та прізвище)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(реєстраційний номер облікової
картки платника податків або
серія та номер паспорта) ⁵

ДОДАТОК А

Вихідні дані для розрахунку класу небезпеки відходів за LD_{50} і за ГДК хімічних речовин в ґрунті (практична робота № 1)

Склад відходів підприємства №1 (для розрахунку за LD_{50})	Вміст, %	Склад відходів підприємства №1 (для розрахунку за ГДК у ґрунті)	Вміст, %
варіант 1			
оксид алюмінію	10	оксид хрому	15
сульфат алюмінію	5	сульфат міді	5
оксид кадмію	5	хлорид миш'яку	5
хлорид миш'яку	20	сульфат кобальту	5
хлорид ванадію	5	сульфат марганцю	5
сульфат міді	5	оксид миш'яку	5
хлорид заліза	10	хлорид нікелю	20
сульфат кобальту	20	хлорид ртуті	35
сульфат марганцю	20	сульфат свинцю	5
варіант 2			
сульфат алюмінію	15	сульфат міді	10
хлорид заліза	5	оксид миш'яку	5
хлорид миш'яку	15	хлорид нікелю	5
сульфат кобальту	5	хлорид ртуті	5
сульфат марганцю	10	сульфат свинцю	5
сульфат міді	5	оксид цинку	5
оксид миш'яку	5	хлорид миш'яку	5
хлорид нікелю	10	оксид хрому	25
хлорид ртуті	20	оксид ртуті	10
сульфат свинцю	10	сульфат марганцю	25
варіант 3			
сульфат міді	15	оксид цинку	10
оксид миш'яку	15	хлорид миш'яку	5
хлорид нікелю	10	оксид хрому	10
хлорид ртуті	5	оксид ртуті	5
сульфат свинцю	10	сульфат марганцю	25
хлорид стронцію	5	оксид ртуті	5
хлорид миш'яку	15	хлорид міді	5
хлорид цинку	10	хлорид нікелю	25
хлорид алюмінію	5	оксид свинцю	10
сульфат кадмію	10		
варіант 4			
хлорид стронцію	5	хлорид миш'яку	5
хлорид миш'яку	15	сульфат марганцю	5
хлорид цинку	10	хлорид міді	10
хлорид алюмінію	10	хлорид нікелю	20

Склад відходів підприємства №1 (для розрахунку за LD_{50})	Вміст, %	Склад відходів підприємства №1 (для розрахунку за ГДК у ґрунті)	Вміст, %
сульфат кадмію	10	оксид свинцю	20
сульфат марганцю	15	оксид хрому	5
хлорид міді	10	хлорид цинку	5
хлорид нікелю	15	оксид ванадію	15
оксид свинцю	10	сульфат кобальту	15
варіант 5			
хлорид миш'яку	15	оксид хрому	10
сульфат марганцю	15	хлорид цинку	10
хлорид міді	10	оксид ванадію	15
хлорид нікелю	5	сульфат кобальту	5
оксид свинцю	10	хлорид миш'яку	5
хлорид стронцію	15	хлорид марганцю	5
хлорид цинку	15	оксид миш'яку	15
оксид ванадію	10	сульфат ртуті	10
сульфат кобальту	5	сульфат свинцю	25
варіант 6			
хлорид стронцію	5	хлорид миш'яку	5
хлорид цинку	40	хлорид марганцю	5
оксид ванадію	10	оксид миш'яку	5
сульфат кобальту	5	сульфат ртуті	10
хлорид миш'яку	10	сульфат свинцю	15
хлорид марганцю	5	хлорид сурми	5
оксид миш'яку	10	сульфат цинку	15
сульфат ртуті	5	оксид хрому	5
сульфат свинцю	10	хлорид кобальту	35
варіант 7			
хлорид миш'яку	5	хлорид сурми	5
хлорид марганцю	5	хлорид миш'яку	5
оксид миш'яку	10	сульфат цинку	5
сульфат ртуті	5	оксид хрому	5
сульфат свинцю	10	хлорид кобальту	5
хлорид сурми	5	оксид цинку	5
сульфат цинку	10	оксид ртуті	5
хлорид заліза	40	хлорид сурми	5
хлорид кобальту	10	хлорид миш'яку	15
		хлорид ванадію	45
варіант 8			
хлорид сурми	10	оксид цинку	15

Склад відходів підприємства №1 (для розрахунку за LD_{50})	Вміст, %	Склад відходів підприємства №1 (для розрахунку за ГДК у ґрунті)	Вміст, %
хлорид миш'яку	5	оксид ртуті	15
сульфат цинку	10	оксид хрому	15
хлорид заліза	35	хлорид миш'яку	10
хлорид кобальту	10	хлорид ванадію	25
оксид алюмінію	15	сульфат міді	5
сульфат алюмінію	5	сульфат нікелю	5
оксид кадмію	5	хлорид ртуті	5
хлорид ванадію	5	хлорид кобальту	5
варіант 9			
оксид алюмінію	5	сульфат міді	5
сульфат алюмінію	5	сульфат нікелю	5
оксид кадмію	20	хлорид миш'яку	10
хлорид миш'яку	5	хлорид ртуті	10
хлорид ванадію	10	оксид цинку	10
сульфат міді	15	сульфат цинку	5
сульфат нікелю	15	оксид ртуті	5
хлорид ртуті	20	сульфат марганцю	10
сульфат стронцію	5	хлорид миш'яку	10
		оксид хрому	30
варіант 10			
сульфат міді	15	сульфат цинку	15
сульфат нікелю	10	оксид ртуті	15
хлорид миш'яку	5	оксид цинку	15
хлорид ртуті	30	хлорид миш'яку	10
сульфат стронцію	10	оксид хрому	10
сульфат цинку	5	сульфат нікелю	10
сульфат алюмінію	5	сульфат кобальту	5
хлорид алюмінію	10	сульфат марганцю	10
хлорид заліза	10	хлорид марганцю	10

ДОДАТОК Б

Вихідні дані для розрахунку кількості ТПВ що накопичуються у місті, а також контейнерів, смітєвозів для вивозу ТПВ, місткості та площі полігону для їх захоронення у залежності від чисельності жителів N тис. осіб
(практична робота №2 та 3)

№ варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чисельність жителів N, тис. осіб	25	100	200	250	350	450	550	650	700	850

ДОДАТОК В

Вихідні дані для розрахунку екологічного податку за розміщення відходів підприємства згідно з Податковим кодексом України (практична робота № 4)

№	Вид відходів	Кількість, т
Варіант 1		
1	Осмол виробництва анілінових барвників	288
2	Відпрацьовані ртутні лампи, шт.	121
3	Відходи виробництва барвників	130
4	Тверді побутові відходи	242
5	Відпрацьована емульсія прокатного цеху	122
6	Шлам станції нейтралізації	323
7	Відходи виробництва мастик	181
8	Ртуть на активованому вугіллі	148
9	Відходи виробництва поліуретанових волокон	264
10	Відходи солей кадмію у виробництві реактивів	199
	Підприємство знаходиться у межах міста	-
Варіант 2		
1	Осмол виробництва метанолу	327
2	Каталізатор відпрацьований	217
3	Шлам каталізаторний виробництва ізопрену	292
4	Шлам станції нейтралізації	317
5	Тверді побутові відходи	183
6	Відпрацьовані ртутні лампи, шт.	306
7	Окалина прокатного виробництва	170
8	Відходи виробництва хлорпарафіну	288
9	Відходи виробництва мастик	290
10	Скло від переробки ламп	228
	Підприємство розташовано на відстані 4 км від міста	-
Варіант 3		
1	Відходи солей кадмію у виробництві реактивів	125
2	Відходи виробництва барвників	300
3	Відпрацьовані ртутні лампи, шт.	157
4	Осмол виробництва анілінових барвників	176
5	Ртуть на активованому вугіллі	348
6	Відходи виробництва мастик	210
7	Тверді побутові відходи	216
8	Відходи виробництва поліуретанових волокон	304
9	Шлам станції нейтралізації	142
10	Відпрацьована емульсія прокатного цеху	226
	Підприємство знаходиться у межах міста	-
Варіант 4		
1	Скло від переробки ламп	311

№	Вид відходів	Кількість, т
2	Осмол виробництва метанолу	140
3	Каталізатор відпрацьований	276
4	Відходи виробництва мастик	357
5	Шлам каталізаторний виробництва ізопрену	203
6	Окалина прокатного виробництва	186
7	Відходи виробництва мастик	178
8	Тверді побутові відходи	123
9	Відпрацьовані ртутні лампи, шт.	96
10	Відходи виробництва хлорпарафіну	258
	Підприємство розташовано на відстані 5 км від міста	-
Варіант 5		
1	Тверді побутові відходи	301
2	Відпрацьовані ртутні лампи	1234
3	Осмол виробництва анілінових барвників	326
4	Ртуть на активованому вугіллі	270
5	Відходи виробництва поліуретанових волокон	196
6	Осмол виробництва метанолу	362
7	Відпрацьована емульсія прокатного цеху	198
8	Шлам станції нейтралізації	262
9	Відходи виробництва барвників	323
10	Відходи виробництва мастик	253
	Підприємство знаходиться у межах міста	-
Варіант 6		
1	Осмол виробництва метанолу	637
2	Каталізатор відпрацьований	628
3	Тверді побутові відходи	687
4	Відпрацьовані ртутні лампи, шт.	25
5	Відходи виробництва мастик	214
6	Шлам каталізаторний виробництва ізопрену	275
7	Скло від переробки ламп	356
8	Окалина прокатного виробництва	144
9	Відходи виробництва хлорпарафіну	165
10	Шлам станції нейтралізації	257
	Підприємство розташовано на відстані 6 км від міста	-
Варіант 7		
1	Відходи виробництва барвників	301
2	Осмол виробництва анілінових барвників	238
3	Відходи виробництва мастик	129
4	Відпрацьована емульсія прокатного цеху	361
5	Тверді побутові відходи	273
6	Відпрацьовані ртутні лампи, шт.	326
7	Шлам станції нейтралізації	254

№	Вид відходів	Кількість, т
8	Відходи виробництва поліуретанових волокон	156
9	Відходи солей кадмію у виробництві реактивів	265
10	Ртуть на активованому вугіллі	188
	Підприємство знаходиться у межах міста	-
Варіант 8		
1	Скло від переробки ламп	535
2	Осмол виробництва метанолу	255
3	Каталізатор відпрацьований	482
4	Шлам каталізаторний виробництва ізопрену	501
5	Відходи виробництва мастик	416
6	Окалина прокатного виробництва	199
7	Тверді побутові відходи	85
8	Відпрацьовані ртутні лампи, шт.	52
9	Відходи виробництва хлорпарафіну	684
10	Шлам станції нейтралізації	641
	Підприємство розташовано на відстані 4,5 км від міста	-
Варіант 9		
1	Осмол виробництва анілінових барвників	187
2	Відходи виробництва барвників	271
3	Відходи виробництва поліуретанових волокон	123
4	Відходи виробництва мастик	534
5	Відпрацьована емульсія прокатного цеху	217
6	Ртуть на активованому вугіллі	265
7	Шлам станції нейтралізації	205
8	Відходи солей кадмію у виробництві реактивів	421
9	Тверді побутові відходи	539
10	Відпрацьовані ртутні лампи, шт.	138
	Підприємство знаходиться у межах міста	-
Варіант 10		
1	Каталізатор відпрацьований	25
2	Відпрацьовані ртутні лампи, шт.	99
3	Тверді побутові відходи	223
4	Відходи виробництва мастик	478
5	Осмол виробництва метанолу	86
6	Відходи виробництва хлорпарафіну	280
7	Шлам каталізаторний виробництва ізопрену	150
8	Шлам станції нейтралізації	160
9	Окалина прокатного виробництва	233
10	Скло від переробки ламп	478
	Підприємство розташовано на відстані 7 км від міста	-

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вредные вещества в промышленности: Справочник для химиков, инженеров и врачей. Под ред. Н. В. Лазарева и Э. Н. Левиной. В 3-х т. Л.: «Химия», 1976.
2. Вредные химические вещества: Неорганические соединения элементов I-IV групп: Справочник / Под общей ред. В. А. Филова. Л.: «Химия», Ленинградское отделение.– 1989.– 512 с.
3. Вредные химические вещества: Неорганические соединения элементов V-VIII групп: Справочник / Под общей ред. В.А. Филова. Л.: «Химия», Ленинградское отделение. – 1989. – 592 с.
4. Измеров Н.Ф., Саноцкий И.В., Сидоров К.К. Параметры токсикометрии промышленных ядов при однократном воздействии: Справ очник – М.: «Медицина».– 1977.– 240 с.
5. Справочник по растворимости. – М.–Л.: Издательство академии наук СССР, 1961.– Т.1.
6. Справочник химика. 2-е издание. М.–Л., 1962. – Т.1.
7. Справочник химика. 3-е издание. М.–Л., 1971. – Т.2.
8. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
9. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК): №2546-82; №3210-85; № 4433-87.
10. "Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення". ДСанПіН 2.2.7. 029-99. Затверджено МОЗ України 01.07.1999. р. №29.
11. Стольберг Ф. В. Экология города. Учебник. – К.: Либра. – 2000. – 464 с.
12. Податковий Кодекс України (Електронний ресурс) / Режим доступу: URL : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>. – Загол. з екрану.
13. Временный классификатор токсичных промышленных отходов и методические рекомендации по определению класса токсичности промышленных отходов № 4286-87.
14. Радовенчик В.М. Тверді відходи: збір, переробка, складування: навч. посіб / В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля. – К.: Кондор, 2010. – 549 с.
15. Управління та поводження з відходами: підручник / Т.П. Шаніна, О.Р. Губанова, М.О. Клименко та ін. За ред. проф. Т.А. Сафронова, проф. М.А. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса:ТЕС, 2012. – 272 с.
16. Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води: навч. посібник / За ред. В.К. Хільчевського. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2007. – 152 с.
17. Краснянский М.Е. Утилизация и рекуперация отходов: учебное пособие/ М.Е. Краснянский. – издание 2-е. – Харьков: Бурун и К, Киев: КНТ, 2007. – 288 с.
18. Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка /. А.С. Гринин, В.Н. Новиков. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.

19. Чобан А.Ф. Утилізація та рекуперація відходів: метод. посібник. – Чернівці: Рута, 2008. – 98 с.

20. Свояк Н.І. Проблеми поводження з побутовими відходами / Н.І. Свояк, М. Н. Фоміна // Екологічний вісник. – 2012. – № 6. – С. 14-15.

21. Савуляк В.І., Березюк О.В. Технічне забезпечення збирання, перевезення та підготовки до переробки твердих побутових відходів: монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2006. – 218 с.

ЗМІСТ

Практична робота № 1. Визначення класу небезпеки промислових відходів.....	4
Практична робота № 2. Розрахунок обсягів накопичення твердих побутових відходів	15
Практична робота № 3. Розрахунок елементів системи санітарної очистки міста	26
Практична робота № 4. Розрахунок екологічного податку за розміщення відходів	34
Перелік рекомендованої літератури	54

БОРИСОВСЬКА Олена Олександрівна
ДЕМЕНКО Ольга Володимирівна
ПАВЛИЧЕНКО Артем Володимирович

**УТИЛІЗАЦІЯ ТА РЕКУПЕРАЦІЯ ВІДХОДІВ
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
студентами спеціальностей
101 «Екологія»,
183 «Технології захисту навколишнього середовища»**

Друкується в редакційній обробці авторів.

Підписано до друку 15.06.2017. Формат 30х42/4.
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 3,1.
Обл.-вид. арк. 3,1. Тираж 50 прим. Зам. №418

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.