

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український державний університет
науки і технологій**

Кафедра «Екологічна та цивільна безпека»

В авторській редакції

УТИЛІЗАЦІЯ ТА РЕКУПЕРАЦІЯ ВІДХОДІВ

Навчально-методичні рекомендації
до практичних занять



ДНІПРО
2024

Упорядники:
М. С. Безовська, Ю. В. Зеленько, О. В. Розгон

Електронний аналог
друкованого видання

Схвалено Групою забезпечення якості освітньої програми
101 «Екологія»
Протокол № 6 від 05.01.2024

У 84 Утилізація та рекуперація відходів : навчально-методичні рекомендації до практичних занять / упоряд. М. С. Безовська, Ю. В. Зеленько, О. В. Розгон ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро : УДУНТ, 2024. – 37 с.

Навчально-методичні рекомендації призначені для використання студентами усіх форм навчання освітнього ступеня «бакалавр» за ОПП «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» під час виконання практичних занять з дисципліни «Утилізація та рекуперація відходів».

Навчально-методичні рекомендації містять основні теоретичні положення для засвоєння матеріалу, методики розв’язання задач з дисципліни, контрольні питання для підготовки до модулю.

Іл. 8. Табл. 12. Бібліогр.: 12 назв.

ЗМІСТ

	Стор.
Передмова	4
Практична робота № 1 Визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів.....	5
Практична робота № 2 Розрахунок кількості контейнерів для збирання відходів у населеному пункті.....	12
Практична робота № 3 Розрахунок кількості спеціально обладнаних транспортних засобів для вивезення твердих побутових відходів.....	15
Практична робота № 4 Розрахунок основних технологічних параметрів об'єктів поводження з ТПВ.....	17
Практична робота № 5 Розрахунок основних параметрів полігону для ТПВ.....	20
Практична робота № 6 Оцінка впливу полігону ТПВ на навколишнє середовище.....	23
Практична робота № 7 Розробка і обґрунтування типу конструкцій санітарно-захисних смуг.....	29
Практична робота № 8 Розрахунок екологічного податку за розміщення відходів.....	33
Список літератури	36

ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки призначені для виконання практичних робіт з дисципліни «Утилізація та рекуперація відходів», що відноситься до обов'язкової компоненти (ОК21) освітньо-професійної програми (ОП) «Екологія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Метою дисципліни є досягнення компетентностей, які ґрунтуються на зазначених в освітньо-професійній програмі (ОП).

1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні (K08).
2. Здатність оцінювати та забезпечувати якість робіт, що виконуються (K11).
3. Знання сучасних досягнень національного та міжнародного екологічного законодавства (K17).
4. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю (K18).
5. Здатність до участі в розробці системи управління та поводження з відходами виробництва та споживання (K22).
6. Здатність до опанування міжнародного та вітчизняного досвіду вирішення регіональних та транскордонних екологічних проблем (K25).
7. Здатність до участі в управлінні природоохоронними діями та/або екологічними проектами (K26).
8. Здатність до розуміння технологічних схем та технічної документації щодо природозахисних споруд (K29).

Softskills:

1. Особистісні: здатність приймати рішення при класифікації відходів (ОН1), розрізненні методів утилізації та рекуперації відходів з метою мінімізації потрапляння їх у навколишнє природне середовище (ОН2), здатність чітко формулювати цілі після оволодіння навичками системного підходу щодо використання відходів як вторинної сировини (ОН3).
2. Комунікаційні: здатність формулювати думки при виконанні індивідуальних завдань (КН1), аргументовано захищати прийняті рішення при виборі методів утилізації відходів (КН2).
3. Управлінські: здатність розвивати членів команди під час виконання окремих завдань студентів (УН1), запобігання конфліктів при обговоренні з викладачем результатів виконаних завдань (УН2), вміння вислуховувати усі точки зору (УН3).

Дисципліна «Утилізація та рекуперація відходів» повинна забезпечити такі програмні результати навчання (згідно з ОП):

1. Знання і розуміння:

ПР08. Уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень;

ПР10. Уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень.

2. Формування суджень:

ПР04. Використовувати принципи управління, на яких базується система екологічної безпеки;

ПР09. Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення;

ПР11. Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище;

ПР12. Брати участь у розробці та реалізації проектів, спрямованих на оптимальне управління та поводження з виробничими та муніципальними відходами;

ПР15. Уміти пояснювати соціальні, економічні та політичні наслідки впровадження екологічних проектів.

Очікувані результати навчання (ОРН), які повинні бути досягнуті після опанування дисципліни «Утилізація та рекуперація відходів»:

1. Знати класифікацію відходів: I;
2. Знати основні законодавчі і нормативні акти України у сфері утилізації та рекуперації відходів: I;
3. Виконувати пошук інформації з використанням різноманітних інформаційних джерел, у тому числі інтернет-ресурсів у сфері утилізації відходів: II;
4. Виконувати розрахунки обладнання та устаткування для розміщення, мінімізації кількості, утилізації та ліквідації відходів: III;
5. Обирати спосіб поводження з відходами залежно від заданих умов: IV;
6. Демонструвати здатність до розробки пропозицій, проектів, спрямованих на оптимальне управління та поводження з виробничими та муніципальними відходами на основі поєднання всіх набутих знань: V;
7. Оцінювати наслідки нераціонального поводження з відходами та впровадження екологічних проектів для ліквідації наслідків такого поводження: VI;
8. Прогнозувати вплив технологічних процесів і виробництв, пов'язаних з утворенням відходів, на навколишнє середовище: VI.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів

Норма – це кількісний показник споживання послуг з вивезення побутових відходів, які утворюються на одну розрахункову одиницю (одного мешканця для житлової забудови, одне місце в готелі, гуртожитку та ін., 1 м² торгівельної та складської площі, вокзалів, автостоянок, пляжів та ін.; одне відвідування для поліклінік тощо) за одиницю часу (табл. 1).

Норми, наведені в таблиці можуть використовуватися тільки для укрупнених розрахунків, тому що через кожні п'ять років вони переглядаються і затверджуються міськвиконкомами.

Загальний обсяг накопичених ТПВ в середньодобовому та середньорічному обчисленні приводять по підсумковим даним табл. 1. Більш детальне визначення норм здійснюється за результатами вимірювання кількості побутових відходів.

Основними показниками вимірювання кількості побутових відходів є:

- об'єм (куб.м), маса (кг),
- середня щільність (кг/куб.м).

Рекомендовані норми надання послуг з вивезення побутових відходів

Джерело утворення побутових відходів	Норма на одну розрахункову одиницю						Щільність, кг/м³
	середня на добу		середня на місяць		середня на рік		
	кг	л	кг	м³	кг	м³	
1	2	3	4	5	6	7	8
Тверді побутові відходи							
житлові будинки							
1. Багатоквартирні та одноквартирні будинки з наявністю усіх видів благоустрою, на одну людину	0,77	3,56...7,09	25,38	0,11...0,24	304,5	1,30...2,90	230,0...105,0
2. Багатоквартирні будинки за відсутності одного або двох з видів благоустрою, на одну людину							
каналізації	0,96	3,84...7,40	29,2	0,116...0,22	350,4	1,40...2,70	250,0...130,0
центрального опалення	1,0	3,85...7,60	30,4	0,117...0,23	365,0	1,405...2,77	259,8...131,8
каналізації і центрального опалення (використання твердого палива)	1,15	3,86...7,9	35,0	0,118...0,24	420,0	1,41...2,9	298,0...145,0
3. Одноквартирні будинки з присадибною ділянкою, на одну людину:							
з наявністю усіх видів благоустрою	1,26	3,94...7,67	38,3	0,12...0,23	460	1,44...2,80	319,4...164,3
за відсутності каналізації	1,45	4,03...7,75	44,2	0,123...0,236	530	1,47...2,83	360,5...187,3
за відсутності центрального опалення	1,52	4,09...7,91	46,25	0,124...0,24	555	1,49...2,89	372,5...192,0

1	2	3	4	5	6	7	8
за відсутності центрального опалення (використання твердого палива), водопостачання, каналізації	1,59	4,14...8,2	48,3	0,125...0,25	580	1,51...2,99	384,1...194,0
Підприємства, установи та організації							
Готель, на одне місце	0,5	2,74...4,11	15,2	0,08...0,13	182,0	1,0...1,5	182,0...121,0

Загальний обсяг накопичених ТПВ в середньодобовому та середньорічному обчисленні приводять по підсумковим даним табл. 1.

Більш детальне визначення норм здійснюється за результатами вимірювання кількості побутових відходів, яке проводять згідно з Правилами визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів [11].

Під час проведення вимірювання кількості твердих побутових відходів визначають:

- кількість контейнерів;
- об'єм кожного контейнера;
- ступінь заповнення контейнерів твердими побутовими відходами;
- масу контейнера порожнього та заповненого твердими побутовими відходами (у разі наявності ваг на 500 кг) або масу порожнього та заповненого твердими побутовими відходами сміттєвоза.

Об'єм контейнера визначають:

- у разі використання стандартних контейнерів – згідно з технічним паспортом;
- у разі використання нестандартних контейнерів – шляхом розрахунку об'єму контейнера за результатами вимірювання розмірів сторін нижньої та верхньої основи контейнера, його висоти за формулою:

$$V_{\text{конт.}} = \frac{h}{3} \cdot (S_1 + \sqrt{S_1 \cdot S_2} + S_2), \quad (1.1)$$

де h – висота контейнера, м;

S_1 – площа нижньої основи контейнера, м^2 ;

S_2 – площа верхньої основи контейнера, м^2 .

Ступінь заповнення контейнера – відношення висоти простору контейнера, заповненого твердими побутовими відходами, до висоти усього контейнера, %.

Об'єм ТПВ у контейнері визначають з урахуванням ступеня його заповнення.

Щільність ТПВ рекомендується визначати для відходів:

- які зберігаються у контейнерах
- які доставляються сміттєвозами на об'єкти поводження з відходами.

Щільність ТПВ, що зберігаються у контейнерах, розраховують як відношення маси твердих побутових відходів, що зберігаються у контейнерах, до об'єму контейнера з урахуванням ступеню його заповнення.

Щільність твердих побутових відходів, які доставляються сміттєвозами на об'єкти поводження з відходами, розраховують як відношення маси твердих побутових відходів, що надходять на полігон у сміттєвозах, до об'єму кузова сміттєвоза, визначеному за технічним паспортом. Вимірювання маси заповнених твердими побутовими відходами сміттєвозів виконується на автомобільних вагах, встановлених на об'єкті поводження з відходами.

Об'єм утворення ТПВ у житлових будинках або на інших об'єктах утворення побутових відходів на добу визначають за формулою:

$$V_{\text{доб}}^i = V_0^i / n_i \cdot t_i, \quad (1.2)$$

де $V_{\text{доб}}^i$ – розрахунковий добовий об'єм ТПВ, що утворюються однією розрахунковою одиницею за "i"-м рейсом, куб. м/розрахункову одиницю на добу;

V_0^i – сумарний об'єм ТПВ "i"-го рейсу, куб.м (отриманий шляхом вимірювання об'ємів твердих побутових відходів протягом усього терміну проведення вимірювань за "i"-м рейсом);

n_i – кількість розрахункових одиниць "i"-го рейсу (відповідно – для житлових будинків або об'єктів утворення побутових відходів);

t_i – періодичність вивезення твердих побутових відходів "i"-го рейсу;

i – порядковий номер рейсу на маршруті сміттєвоза .

Масу утворення ТПВ у житлових будинках або на інших об'єктах утворення побутових відходів на добу визначають за формулою:

$$m_{\text{доб}}^i = m_0^i / n_i \cdot t_i, \quad (1.3)$$

де $m_{\text{доб}}^i$ – розрахункова добова маса твердих побутових відходів, що утворюються однією розрахунковою одиницею за "i"-м рейсом, кг/розрахункову одиницю на добу;

m_0^i – сумарна маса твердих побутових відходів "i"-го рейсу, кг.

Середній об'єм утворення ТПВ на добу у житлових будинках або на інших джерелах утворення побутових відходів для кожного сезону року, протягом якого проводяться вимірювання, визначають за формулою:

$$V_{\text{доб}}^{\text{сер}} = \sum V_{\text{доб}}^i / R, \quad (1.4)$$

де $V_{\text{доб}}^{\text{сер}}$ – розрахунковий середній добовий об'єм утворення ТПВ на одну розрахункову одиницю у сезоні року, коли проводиться вимірювання, куб.м/розрахункова одиниця на добу;

R – загальне число рейсів, виконаних за відповідними маршрутами.

Середню масу утворення ТПВ на добу у житлових будинках або на інших об'єктах утворення побутових відходів для кожного сезону року, протягом якого проводяться вимірювання, визначають за формулою:

$$m_{\text{доб}}^{\text{сер}} = \sum m_{\text{доб}}^i / R, \quad (1.5)$$

де $m_{\text{доб}}^{\text{сер}}$ – розрахункова середня добова маса утворення ТПВ на одну розрахункову одиницю у сезоні року, коли проводиться вимірювання, кг/розрахункову одиницю на добу.

Добовий об'єм утворення ТПВ у житлових будинках та на інших джерелах утворення побутових відходів у середньому за рік визначається за формулою:

$$V_{\text{доб.річ}}^{\text{сер}} = \sum V_{\text{доб}}^{\text{сер}} / 4, \quad (1.6)$$

де $V_{\text{доб.річ}}^{\text{сер}}$ – розрахунковий добовий об'єм утворення ТПВ у середньому за рік на одну розрахункову одиницю, куб.м/розрахункову одиницю на добу.

Добова маса утворення ТПВ у житлових будинках та на інших джерелах утворення побутових відходів у середньому за рік визначається за формулою:

$$m_{\text{доб.річ}}^{\text{сер}} = \sum m_{\text{доб}}^{\text{сер}} / 4, \quad (1.7)$$

де $m_{\text{доб.річ}}^{\text{сер}}$ – розрахункова добова маса утворення ТПВ у середньому за рік на розрахункову одиницю, кг/розрахункову одиницю на добу.

Об'єм утворення ТПВ у житлових будинках або на інших джерелах утворення побутових відходів у середньому за рік визначається за формулою:

$$V_{\text{річ}}^{\text{сер}} = V_{\text{доб.річ}}^{\text{сер}} \cdot T, \quad (1.8)$$

де $V_{\text{річ}}^{\text{сер}}$ – об'єм утворення ТПВ у середньому за рік на розрахункову одиницю, куб.м/рік.

T – кількість днів на рік, протягом яких утворюються тверді побутові відходи:

- для житлових будинків - 365 днів;
- для інших джерел утворення побутових відходів - за річним фондом часу їх роботи.

За прискореним методом добовий об'єм утворення ТПВ у середньому за рік визначають за формулою:

$$V_{\text{сер.доб}}^{\text{рік}} = \sum (V_{\text{доб}}^{\text{сер}} \cdot k_j) / 4, \quad (1.9)$$

де $V_{\text{сер.доб}}^{\text{рік}}$ – добовий об'єм утворення ТПВ у середньому за рік, куб.м/розрахункову одиницю на добу;

$V_{\text{доб}}^{\text{сер}}$ – середньодобовий об'єм утворення твердих побутових відходів, який визначають за результатами проведення вимірювання об'ємів ТПВ у житлових будинках та на інших об'єктах утворення побутових відходів у певний сезон року, куб.м/розрахункову одиницю на добу;

k – коефіцієнт сезонної нерівномірності утворення ТПВ (додаток 1 до Правил визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів [11]);

j – сезон року.

Для сезону, протягом якого проводяться натурні виміри об'ємів і маси твердих побутових відходів, коефіцієнт сезонності дорівнює 1,0.

Щільність твердих побутових відходів у середньому за рік (кг/куб.м) визначається за формулою:

$$\rho = m_{\text{доб.річ}}^{\text{сер}} / V_{\text{доб.річ}}^{\text{сер}}, \quad (1.10)$$

Вимірювання кількості великогабаритних та ремонтних побутових відходів виконують шляхом визначення фактичного обсягу надання послуг з вивезення кожного з цих видів побутових відходів протягом календарного року на всій території населеного пункту у розрахунку на загальну кількість населення населеного пункту

Кількість рідких побутових відходів визначають для житлових будинків та інших об'єктів утворення побутових відходів, не підключених до системи каналізації населеного пункту.

Показником кількості утворення рідких побутових відходів є об'єм.

Завдання 1:

Визначити об'єм контейнера, об'єм ТПВ у контейнері та щільність ТПВ у контейнері, якщо маса ТПВ, що знаходяться у контейнері, становить 85 кг. Габарити контейнера: розмір сторони верхньої основи – 900 мм, розмір сторони нижньої основи – 700 мм, висота 1100 мм, відстань від поверхні ТПВ до верхнього краю контейнера – 200 мм.

Завдання 2:

1) Визначити щільність ТПВ, що доставляються сміттєвозами на полігон, якщо об'єм кузова сміттєвоза становить 16 м³, маса сміттєвоза перед розвантаженням на полігоні становить 16,8 т; маса сміттєвоза після розвантаження – 11,2 т.

2) Визначити середню щільність ТПВ, якщо було проведено наступні вимірювання (табл. 2).

Завдання 3:

Визначити середню щільність ТПВ у контейнерах за наступними результатами вимірювань (табл. 3).

Завдання 4:

Щільність ТПВ, які утворюються у багатоквартирних житлових будинках з наявністю усіх видів благоустрою, становить 150 кг/м³, частка населення, яке мешкає у таких будинках – 55 %. Щільність ТПВ, які утворюються у

одноквартирних житлових будинках з наявністю усіх видів благоустрою, становить 180 кг/м^3 , частка населення, яке мешкає у таких будинках – 30 %.

Таблиця 2

Результати вимірювання щільності ТПВ, що доставляються сміттєвозами на об'єкти поводження з відходами

№	Маса сміттєвоза порожнього, т	Маса сміттєвоза повного, т	Об'єм кузова, м^3
1	11,2	16,8	16
2	15,3	23,8	16
3	5,27	6,8	7,5
4	11,9	14,63	10

Таблиця 3

Результати вимірювання щільності ТПВ у контейнерах

№	Об'єм контейнера, м^3	Висота контейнера, мм	Висота заповненої частини контейнера, см	Маса ТПВ у контейнера, кг
1	0,75	1100	70	122
2	0,75	1100	42	68
3	1,1	1100	105	185

Щільність ТПВ, які утворюються у одноквартирних житлових будинках за відсутності каналізації, становить 210 кг/м^3 , частка населення, яке мешкає у таких будинках – 15 %. Знайти середню (середньозважену) щільність ТПВ по даному населеному пункту.

Завдання 5:

Визначити середній об'єм та масу утворення твердих побутових відходів на добу у житлових будинках для осіннього сезону року, якщо вимірювання проводились протягом семи днів на 4 об'єктах:

1. вул. Вереснева, 1 – багатоповерховий житловий будинок з наявними всіма видами благоустрою;
2. вул. Київська, 4 – багатоповерховий житловий будинок з наявними всіма видами благоустрою;
3. вул. Лугова, 8 – багатоповерховий житловий будинок з наявними всіма видами благоустрою;
4. вул. Болгарська, 12 – багатоповерховий житловий будинок з наявними всіма видами благоустрою.

Були отримані наступні результати (розрахункова одиниця – один мешканець) (табл. 4):

Протокол вимірювання обсягів відходів для визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів

№ об'єкта	Кількість розрах. одиниць	Кількість контейнерів	Об'єм контейнера, м ³	Періодичність вивезення	Загальний об'єм твердих відходів, м ³						
					День 1	День 2	День 3	День 4	День 5	День 6	День 7
1	180	4	0,75	щоденно	3	2,5	2	3	3	2,5	2
2	95	2	1,1		1,5	2	2	2	1,5	1,5	2
3	130	3	1,1		2,65	3	2,5	2	2,65	2,85	2,5
4	270	6	1,1		6,5	6	7	6	6,5	6	7

Визначити добовий об'єм утворення твердих побутових відходів у середньому за рік з урахуванням сезонності.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке норма?
2. Основними показниками вимірювання кількості побутових відходів є?
3. Що є показником кількості утворення рідких побутових відходів?
4. Що таке середня маса утворення ТПВ і як вона розраховується?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Розрахунок кількості контейнерів для збирання відходів у населеному пункті

У населених пунктах збирання твердих, ремонтних і великогабаритних відходів рекомендується здійснювати за контейнерною та безконтейнерною схемами.

За контейнерною схемою тверді, великогабаритні і ремонтні відходи збирають окремо у контейнери різної місткості, розміщені на контейнерному майданчику (рис. 1, 2).

Вимоги до проектування, будівництва та утримання контейнерних майданчиків на територіях загального користування, прибудинкових територіях, територіях підприємств, установ, організацій викладені в ДСТУ-Н Б Б.2.2-7:2013 «Настанова з улаштування контейнерних майданчиків», затверджений наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства від 22.10.2013 № 506.

Безконтейнерна схема рекомендується для застосування у районах індивідуального житлового будівництва, де обмежена можливість проїзду спеціально обладнаних транспортних засобів, їх маневрування.

Для збирання та тимчасового зберігання малих об'ємів побутових відходів (ПВ) застосовують урни, встановлення та очищення яких відбувається відповідно до санітарних правил та норм.

Роздільне збирання побутових відходів – збирання побутових відходів за окремими компонентами, включаючи сортування побутових відходів, з метою подальшого перероблення та утилізації. Впровадження та здійснення роздільного збирання ПВ проводиться з урахуванням положень Методики роздільного збирання побутових відходів.



Рис. 1. Оцинкований євроконтейнер "Standart" для відходів об'ємом 1,1 м³



Рис. 2. Розвантаження у смітєвоз мішка з відходами з контейнера заглибленого типу на контейнерному майданчику

Небезпечні відходи у складі побутових відходів збираються окремо від інших видів побутових відходів з урахуванням вимог статті 34 Закону України «Про відходи», а також мають відокремлюватися на етапі збирання чи сортування та передаватися спеціалізованим підприємствам, що одержали ліцензії на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами.

Великогабаритні та ремонтні відходи за контейнерною схемою рекомендується збирати у контейнери місткості вище 2 м³.

Для збирання рідких відходів застосовують, як правило, вигрібні ями з періодичним видаленням накопичених рідких відходів, та локальні очисні споруди, де рідкі відходи знешкоджують шляхом відстоювання та біологічного очищення.

Кількість контейнерів для зберігання побутових відходів визначається чисельністю населення, що ними користується, та нормами надання послуг з вивезення побутових відходів. Сумарний об'єм контейнерів для зберігання побутових відходів повинен перевищувати фактичний об'єм їх утворення на 25 відсотків.

Розрахунок кількості контейнерів проводиться згідно з Методичними рекомендаціями з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів.

Кількість контейнерів (одиниць) рекомендується визначати за формулою:

$$N_b = Q_{\text{дmax}} \cdot t \cdot K_1 \cdot K_2 / C \cdot K_3, \quad (2.1)$$

де N_b – необхідна кількість контейнерів, шт.;

$Q_{\text{дmax}}$ – максимальний добовий об'єм утворення кожного виду ПВ у частині населеного пункту, для якої проводиться розрахунок, м³/добу;

t – періодичність перевезення кожного виду ПВ, діб;

K_1 – добовий коефіцієнт нерівномірності утворення кожного виду ПВ;

K_2 – коефіцієнт, який враховує кількість контейнерів, що перебувають у ремонті та в резерві;

C – місткість одного контейнера, м³;

K_3 – коефіцієнт заповнення контейнера.

Максимальний добовий об'єм утворення кожного виду ПВ $Q_{\text{дmax}}$ (м³/добу) рекомендується визначати за формулою:

$$Q_{\text{дmax}} = \frac{q \cdot m \cdot 365}{365 - T_{\text{кр}}} \cdot K_1, \quad (2.2)$$

де q – добовий об'єм утворення кожного виду ПВ на одного мешканця, м³/добу;

m – чисельність населення;

K_1 – добовий коефіцієнт нерівномірності утворення кожного виду ПВ;

$T_{\text{кр}}$ – кількість неробочих днів на рік для спеціально обладнаних транспортних засобів, що здійснюють збирання та перевезення кожного виду ПВ.

Рекомендується використовувати такі значення коефіцієнтів:

$$K_1 = 1,4;$$

$$K_2 = 1,05;$$

$$K_3 = 0,9.$$

Завдання 1:

Розрахувати кількість контейнерів для збирання ТПВ у одноквартирній житловій забудові міста при контейнерній системі видалення ТПВ. Добовий об'єм утворення відходів складає 8 л/добу на 1 жителя.

Кількість жителів для даної категорії забудови становить 5900 осіб. Періодичність вивезення відходів - щоденно. Місткість контейнера – 4 м³. Передбачити, що кількість неробочих днів на рік для спеціально обладнаних транспортних засобів становить 7 днів.

Завдання 2:

Розрахувати кількість контейнерів для роздільного збирання полімерів. Добовий об'єм утворення ТПВ на території міста складає 8 л/добу на 1 жителя. Кількість жителів становить 15250 осіб.

Вміст полімерів у складі ТПВ становить 30 % за обсягом. Періодичність вивезення відходів – 1 раз на тиждень. Місткість контейнера – 1,1 м³. Передбачити, що кількість неробочих днів на рік для спеціально обладнаних транспортних засобів становить 7 днів.

Питання для самоперевірки:

1. За якими схемами рекомендується здійснювати збирання твердих, ремонтних і великогабаритних відходів у населених пунктах?
2. Що таке роздільне збирання побутових відходів?
3. Від яких показників залежить розрахункова кількість контейнерів для збирання ТПВ?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Розрахунок кількості спеціально обладнаних транспортних засобів для вивезення твердих побутових відходів

Вимоги до перевезення ПВ викладені у Правилах надання послуг з вивезення побутових відходів та у Методичних рекомендаціях з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів.

Збирання та перевезення побутових відходів здійснюються спеціально обладнаними для цього транспортними засобами (рис. 3). Вивезення побутових відходів здійснюється відповідно до схеми санітарного очищення населених пунктів із забезпеченням роздільного збирання побутових відходів.



Рис. 3. Смітєвоз

Під час надання послуг з вивезення побутових відходів великогабаритні та ремонтні відходи у складі побутових відходів вивозяться окремо від інших видів побутових відходів.

Небезпечні відходи у складі побутових відходів збираються окремо від інших видів побутових відходів, а також повинні відокремлюватися на етапі збирання чи сортування і передаватися споживачами та виконавцями послуг з вивезення побутових відходів спеціалізованим підприємствам, що одержали ліцензії на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами.

Для зниження транспортних витрат на паливе і мастила та, відповідно, тарифів на послуги з вивезення ТПВ, зменшення кількості сміттєвозів, що працюють при збиранні і перевезенні відходів, підвищення продуктивності роботи, поліпшення екологічного стану довкілля, застосовують двоетапне перевезення ТПВ.

Кількість транспортних засобів (одиниць) рекомендується визначати за формулою:

$$N_{ca} = \frac{Q_{дmax}}{B \cdot K_{вик}}, \quad (3.1)$$

де N_{ca} – необхідна кількість транспортних засобів, од.;

$Q_{дmax}$ – максимальний добовий об'єм утворення ПВ з урахуванням нерівномірності накопичення, м³/добу;

B – продуктивність транспортних засобів за робочий день, м³;

$K_{вик}$ – коефіцієнт використання рухомого складу для даного виконавця послуг з вивезення побутових відходів.

Під час визначення продуктивності роботи транспортних засобів рекомендується враховувати об'єм кожного виду ПВ, що перевозиться за один рейс, спосіб завантаження та вивантаження кожного виду ПВ, відстань перевезення їх до об'єктів поводження з ПВ та експлуатаційну швидкість руху.

Продуктивність транспортних засобів (м³) за робочий час доби рекомендується визначати за формулою:

$$B = n \cdot q, \quad (3.2)$$

де n – кількість рейсів транспортного засобу, який перевозить ПВ;

q – об'єм ПВ, який перевозиться за один рейс, м³.

Кількість рейсів транспортних засобів за робочий час доби рекомендується визначати за формулою:

$$n = \frac{(T - \frac{l_0}{v_0})}{(t_n + \frac{l_c \cdot 2}{v} + t_p)}, \quad (3.3)$$

де T – тривалість робочого дня, год.;

l_0 – нульовий пробіг (пробіг від гаражу до району обслуговування), км;

v_0 – середня швидкість подачі транспортного засобу, км/год.;

v – експлуатаційна швидкість транспортного засобу, км/год, доцільно визначати експериментальним шляхом або приймати за досвідом роботи;

t_n – термін повного навантаження транспортного засобу (враховуючи переїзди від одного пункту завантаження до іншого та під'їзди до контейнерних майданчиків), год.;

l_c – середня відстань перевезення відходів, км;

t_p – термін розвантаження спеціально обладнаного транспортного засобу, годин.

Завдання 1:

Розрахувати кількість спеціально обладнаних транспортних засобів для вивезення побутових відходів.

Річний обсяг утворення відходів становить 300 тис. м³.

Місткість кузова – 16 м³.

Коефіцієнт ущільнення відходів – 3.

Відстань вивозу відходів 15 км.

Коефіцієнт використання – 0,75.

За робочий час здійснюється 3 рейси.

Завдання 2:

Визначити необхідне число сміттєвозів марки КО-413, якщо річний обсяг утворення відходів становить 250 тис. м³.

Місткість кузова – 7,5 м³.

Коефіцієнт ущільнення відходів – 2,3.

Відстань вивозу відходів 15 км.

Середня швидкість пробігу становить 20 км/год.

Витрати часу на навантаження – 1,39 год., на розвантаження – 0,2 год.

Час підготовчо-заключних операцій – 0,5 год., час нульових пробігів – 0,2 год.

Тривалість зміни – 8 год.

Коефіцієнт використання сміттєвозів – 0,75.

Питання для самоперевірки:

1. Які правила поводження з небезпечними відходами у складі побутових відходів?
2. Для чого застосовують двоетапне перевезення ТПВ?
3. Які показники впливають на продуктивність транспортних засобів під час вивезення побутових відходів?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Розрахунок основних технологічних параметрів об'єктів поводження з ТПВ

Сортування ТПВ – механічне розподілення твердих побутових відходів за їх фізико-хімічними властивостями, технічними складовими, товарними показниками тощо з метою підготовки відходів до їх утилізації чи захоронення.

Підприємство сортування та перероблення твердих побутових відходів – комплекс споруд, обладнаний необхідною виробничою інфраструктурою (під'їзні колії, площадки маневрування, склади, внутрішня система вентиляції, пожежогасіння та інші комунікаційні системи) і укомплектований відповідним технологічним обладнанням, на території якого розташовано станцію сортування, а також цех перероблення твердих побутових відходів та їх компонентів.

Основні вимоги та технологічні показники, які треба враховувати під час проектування підприємств сортування та перероблення твердих побутових відходів,

а також окремих будівель і споруд, що входять до складу цих підприємств, викладені у ГБН В.2.2-35077234-001:2011. «Будинки і споруди. Підприємства сортування та перероблення твердих побутових відходів. Вимоги до технологічного проектування».

Кількість сміттесортувальних станцій (m^3) для населеного пункту М визначають за формулою:

$$M = \frac{K \cdot N \cdot S}{H \cdot T \cdot D}, \quad (4.1)$$

де К – демографічний коефіцієнт приросту (зменшення) населення на рік (може бути більше одиниці або менше);

Н – кількість мешканців у населеному пункті, чол.;

С – середньорічна норма утворення ТПВ на одного мешканця; кг/рік.чол.;

Н – продуктивність однієї сміттесортувальної станції, кг/год.;

Т – час роботи сміттесортувальної станції на день (залежно від режиму та схем збирання, перевезення ТПВ у різних населених пунктах значення Т може змінюватися), год./день;

Д – кількість робочих днів сміттесортувальної станції на рік (залежно від режиму, схем збирання та перевезення ТПВ у різних населених пунктах значення Д може змінюватися), днів/рік.

Для забезпечення компактності ТПВ за рахунок зменшення об'ємів побутових відходів, поліпшення умов транспортування та захоронення застосовують брикетування ТПВ. Основні вимоги до брикетування ТПВ викладені у Стандарті житлово-комунального господарства України СОУ ЖКГ 08.09-022:2013 «Тверді побутові відходи. Брикет для захоронення твердих побутових відходів. Технічні умови», затверджений наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства від 21.08.2013 № 39..

Біологічне перероблення ТПВ – перероблення органічної речовини, що є у складі побутових відходів і здатна біологічно розкладатися, за умов контролювання процесу і використання мікроорганізмів. Процес може протікати в аеробних (компостування) чи анаеробних умовах. При аеробному обробленні утворюється ґрунтоподібний матеріал (компост), при анаеробному – відбувається виділення біогазу.

Біогаз – суміш газів, що утворюється під час анаеробного розкладання органічної речовини, що є у складі побутових відходів.

Компостування може проводитись шляхом польового компостування (з природною аерацією) та у біобарабанах та камерах за умов контрольованого внутрішнього середовища, механічного перемішування та аерації. Біотермічні камери та безкамерне компостування з примусовою аерацією дозволено застосовувати для малих міст та селищ з населенням до 50 тис. мешканців, польове компостування – в містах з населенням 50...500 тис мешканців. В населених пунктах з населенням більше ніж 500 тис. мешканців дозволено використовувати промислове компостування

У разі компостування в штабелях з природною аерацією площу ділянки компостування F у гектарах визначають за формулою:

$$F = \frac{Q_r \cdot t \cdot f \cdot k}{12 \cdot 10^4 \cdot v}, \quad (4.2)$$

де Q_r – обсяг річного надходження органічної речовини на компостування, м^3 ;
 t – термін знешкодження органічної речовини, міс.;
 f – площа штабеля, м^2 ;
 k – коефіцієнт, що ураховує площі між штабелями, дороги тощо ($k=1,2 \dots 1,4$);
 v – місткість штабеля, м^3 .

Зброджування (анаеробне розкладання) проводиться в біореакторах-метантенках, які мають бути герметичними, з тепло-гідроізоляцією, мати пристрої завантаження органічної речовини і вивантаження збродженої органічної речовини та відведення біогазу.

Завдання 1:

Ознайомитись зі стандартами та нормативними документами щодо перероблення ТПВ.

Завдання 2:

Визначити площу полів компостування (природна аерація), якщо річний обсяг надходження побутових відходів складає 150 тис. м^3 , термін знешкодження відходів – 7 міс.

Штабель в плані має форму прямокутника, довжина 25 м, ширина за нижньою основою – 4 м.

Штабель у поперечному розрізі має форму трапеції. Висота штабеля – 2,5 м. Ширина верхньої основи – 2 м (рис. 4).

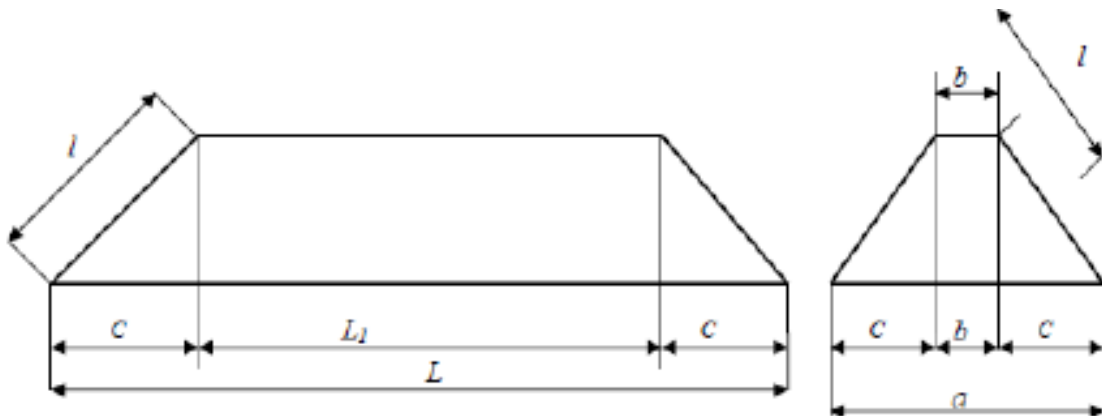


Рис. 4. Схематичне зображення штабеля для компостування органічної складової ПВ

Питання для самоперевірки:

1. Що називають сортуванням ТПВ?
2. Дайте визначення підприємству сортування та перероблення твердих побутових відходів?
3. Що таке біологічне перероблення ТПВ?
4. Що таке біогаз?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

Розрахунок основних параметрів полігону для ТПВ

Видалення відходів – здійснення операцій з відходами, що не призводять до їх утилізації.

Захоронення відходів – остаточне розміщення відходів при їх видаленні у спеціально відведених місцях чи на об'єктах таким чином, щоб довгостроковий шкідливий вплив відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини не перевищував установлених нормативів.

Полігони ТПВ – це інженерні спеціалізовані споруди, які призначені для захоронення ТПВ, які повинні забезпечувати санітарне та епідемічне благополуччя населення, екологічну безпеку навколишнього природного середовища, запобігати розвитку небезпечних геологічних процесів і явищ (рис. 5).

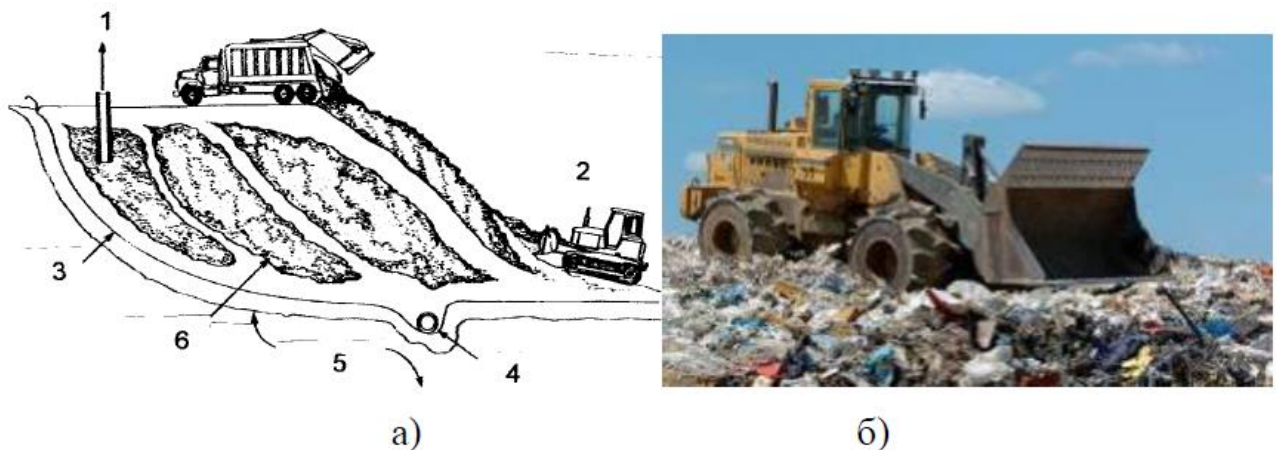


Рис. 5. Схема формування полігону та полігонне захоронення відходів

1 – відведення звалищного газу; 2 - розрівнювання та ущільнення шару відходів; 3 – протифільтраційний екран; 4 - система збору фільтрату; 5 - розрівнювання та ущільнення відходів на полігоні

Вимоги до полігонів ТПВ викладені у ДБН В.2.4-2-2005. Площа ділянки складування ТПВ орієнтовно визначається діленням проектної місткості полігона ТПВ (м^3) на середню висоту складування відходів (м) із урахуванням їх ущільнення, середньої чисельності населення, що обслуговується, та за умови експлуатації полігона протягом не менше 15...20 років.

Полігони ТПВ, що мають загальну висоту (для полігонів ТПВ у котлованах і ярах - глибину) понад 20 м і навантаження на використовувану площу понад 10 т/м^2 , (або 100 тис.т/га), відносяться до категорії високонавантажених полігонів ТПВ.

Площу ділянки (F) для високонавантаженого полігона ТПВ (при попередніх розрахунках) можна обчислити за емпіричною формулою:

$$F = \frac{(\sqrt{N} + 0.01 \cdot N) \cdot T}{15}, \quad (5.1)$$

де N – середня чисельність населення, яке буде обслуговуватися за розрахунковий строк експлуатації, тис. чол.;

T – розрахунковий термін експлуатації полігона ТПВ, років.

Рекомендовані площі ділянки складування ТПВ залежно від середньої чисельності населення наведено у ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів. Основи проектування.

Рекультивация - роботи із зняття, складування, збереження та нанесення родючого шару ґрунту на порушені землі після закриття або ліквідації об'єктів поводження з ТПВ.

Фільтрат – рідка фаза, що утворюється на полігоні при захороненні ТПВ з вологістю більше 55 % та внаслідок атмосферних опадів, обсяг яких перевищує кількість вологи, що випаровується з поверхні полігона.

Біогаз – суміш газів, що утворюється при анаеробному розкладанні органічної складової ТПВ.

Кількісні та якісні характеристики біогазу полігонів побутових відходів (далі – біогаз), які мають бути досягнуті з метою його ефективного використання у когенераційних установках з одержанням електричної та теплової енергії встановлені у СОУ ЖКГ 08.09-13:2010 «Побутові відходи. Біогаз полігонів побутових відходів, що використовується у когенераційних установках».

Приблизний склад біогазу, що утворюється на полігонах побутових відходів: метан – від 40 % до 60 %, двооксид вуглецю – від 30 % до 45 %, азот, сірководень, водень та інші гази – від 5 % до 10 %. Теплотворна здатність біогазу – від 18 МДж/м³ до 25 МДж/м³. Межі вибухонебезпечності суміші біогазу з повітрям – від 4 % до 12 %.

Розрахунок місткості полігону

Місткість полігону розраховується для обґрунтування необхідної площі ділянки складування ТПВ.

Місткість полігону $E_{тр}$ (м³) на розрахунковий термін знаходять з формули:

$$E_{тр} = \frac{(Y_1 + Y_2) \cdot (H_1 + H_2) \cdot T \cdot K_2}{4 \cdot K_1}, \quad (5.2)$$

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

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

K_1 – коефіцієнт, який враховує ущільнення ТПВ у процесі експлуатації полігону на увесь термін T (табл. 5);

K_2 – коефіцієнт, який враховує обсяг зовнішніх ізолюючих шарів ґрунту (проміжний і останній), знаходять з табл. 6;

T – розрахований термін експлуатації полігону, роки.

Таблиця 5

Значення K_1 при різних масі ущільнюючого бульдозера або катка

Маса бульдозера або катка, т	Повна проектна висота полігону, м	K_1
3...6	20...30	3,0
12...14	менше 10	3,7
12...14	20...30	4,0
20...22	50 і більше	4,5

Таблиця 6

Значення K_2 при різних висоті полігону

Загальна висота, м	5,25	7,5	9,75	12...15	16...39	40...50	більше 50
K_2	1,37	1,27	1,25	1,22	1,20	1,18	1,16

Питому річну норму накопичення ТПВ можна визначити за формулою:

$$y_1 = Q_p / H_1, \quad (5.3)$$

де Q_p – кількість ТПВ, які підлягають вивезенню упродовж року, m^3 .

Наприклад, питома річна норму накопичення за обсягом на 20-й рік експлуатації за умови щорічного зростання її за обсягом на 3% дорівнює:

$$Y_2 = Y_1 \cdot (1,03)^{20} = 1,805 \cdot Y_1;$$

$$Y_2 = 1,1 \cdot (1,03)^{20} = 1,1 \cdot 1,805 = 1,99, m^3/осіб.рік;$$

Якщо $Y_1 = 1,1 m^3/осіб.рік$, то Y_2 складе $1,99 m^3/осіб.рік$.

Кількість жителів які обслуговуються полігоном в останній рік експлуатації можна знайти за формулою:

$$H_2 = 1,2 \cdot H_1, \quad (5.4)$$

Якщо при забезпеченні робіт із проміжної і залишкової ізоляції використовують видалений з полігону ґрунт, то $K_2 = 1$.

Необхідну площу ділянки складування $\Phi_{скл}$ (га) встановлюють за формулою:

$$\Phi_{скл} = \frac{3 \cdot E_m}{H_n \cdot 10000}, \quad (5.5)$$

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

H_n – висота складування ТПВ, м.

Необхідну площу полігону Φ (га) знаходять за формулою:

$$\Phi = 1,1 \cdot \Phi_{\text{скл}} + \Phi_{\text{госп}}, \quad (5.6)$$

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

$\Phi_{\text{госп}}$ – площа ділянки господарської зони і майданчика мийки контейнерів, м².

Фактичну місткість полігону визначають в залежності від конкретно відведеної площі на плоскому рельєфі, байраку, відпрацьованому кар'єрі та ін.

Завдання:

Ознайомтесь з документами щодо проектування та експлуатації полігонів ТПВ. Визначте особливості розміщення полігонів, розміри СЗЗ. Дайте характеристику основних елементів та об'єктів полігону, порядку проведення рекультивациі.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке видалення відходів?
2. Що таке захоронення відходів?
3. Що таке полігони ТПВ?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

Оцінка впливу полігону ТПВ на навколишнє середовище

Оцінка впливу полігону ТПВ на навколишнє середовище проводиться відповідно до вимог сучасної нормативної бази: ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд», та Наказу Міністерства з питань житлово-комунального господарства від 2 жовтня 2008 року № 295 «Про затвердження Методичних рекомендацій по впровадженню системи моніторингу у сфері поводження з твердими побутовими відходами».

Основними завданнями ОВНС є:

- загальна характеристика існуючого стану території полігону, розгляд і оцінка екологічних, соціальних і техногенних факторів, санітарно-епідемічної ситуацій, визначення переліку можливих екологічно небезпечних впливів на навколишнє середовище, визначення масштабів та рівнів впливів діяльності на навколишнє середовище;
- прогноз змін стану навколишнього середовища відповідно до переліку впливів;
- визначення комплексу заходів щодо попередження або обмеження небезпечних впливів діяльності на навколишнє середовище, необхідних для

дотримання вимог природоохоронного та санітарного законодавств та інших законодавчих та нормативних документів, які стосуються безпеки навколишнього середовища;

- визначення прийнятності очікуваних залишкових впливів на навколишнє середовище, які можуть бути за умови реалізації всіх передбачених заходів.

Таким чином, полігони ТПВ повинні забезпечувати охорону навколишнього середовища за шістьма показниками шкідливості: органолептичному, загальносанітарному, фітоаккумуляційному, міграційноводному, міграційно-повітряному і санітарно-токсикологічному.

Органолептичні показники шкідливості характеризують зміну запаху, смаку і харчової цінності рослин, запаху атмосферного повітря, смаку, кольору і запаху ґрунтових і поверхневих вод.

Загальносанітарний показник відбиває в процесі зміни біологічної активності та показників самоочищення ґрунту прилеглих ділянок.

Фітоаккумуляційний (транслокаційний) показник характеризує процес міграції хімічних речовин з ґрунту ближніх ділянок і територій рекультивованих полігонів у культурні рослини, які використовуються як продукт живлення і фуражу.

Міграційно-водний показник шкідливості відбиває процес міграції хімічних речовин фільтрату ТПВ в поверхневі і підземні води.

Міграційно-повітряний показник відтворює процеси надходження викидів в атмосферне повітря.

Санітарно-токсикологічний показник сумарно характеризує ефект впливу чинників у комплексі.

Оцінка впливу забруднюючих речовин фільтрату ТПВ на водні об'єкти

Основним фактором впливу полігонів ТПВ на навколишнє середовище є фільтрат. Фільтрат – це стічні води, що виникають в результаті інфільтрації атмосферних опадів у тіло полігону, а також при зволоженні від надходження оборотної води після миття контейнерів.

Проникнення фільтрату до ґрунту та ґрунтових вод може призвести до значного забруднення навколишнього середовища не лише органічними та неорганічними сполуками, а ще й яйцями гельмінтів та патогенними мікроорганізмами. Які концентруються в його підшві. Це складна по хімічному складу рідина з яскраво вираженим неприємним запахом біогазу. Фільтрат, після проходження через товщу відходів, збагачується токсичними речовинами, що входять до складу відходів, або є продуктами їх розкладання (важкими металами, органічними, неорганічними сполуками).

На звалищах, споруджених без дотримання правил охорони навколишнього середовища (не мають протифільтраційного екрану, системи відводу та очищення фільтрату), фільтрат вільно стікає по рельєфу, попадає до ґрунту, ґрунтових та підземних вод (рис. 6).



Рис. 6. Підготовка ділянки сучасного полігону для захоронення відходів

Для захисту довколишнього середовища на полігонах передбачається безстічна схема використання води, що представлена на рис. 7.

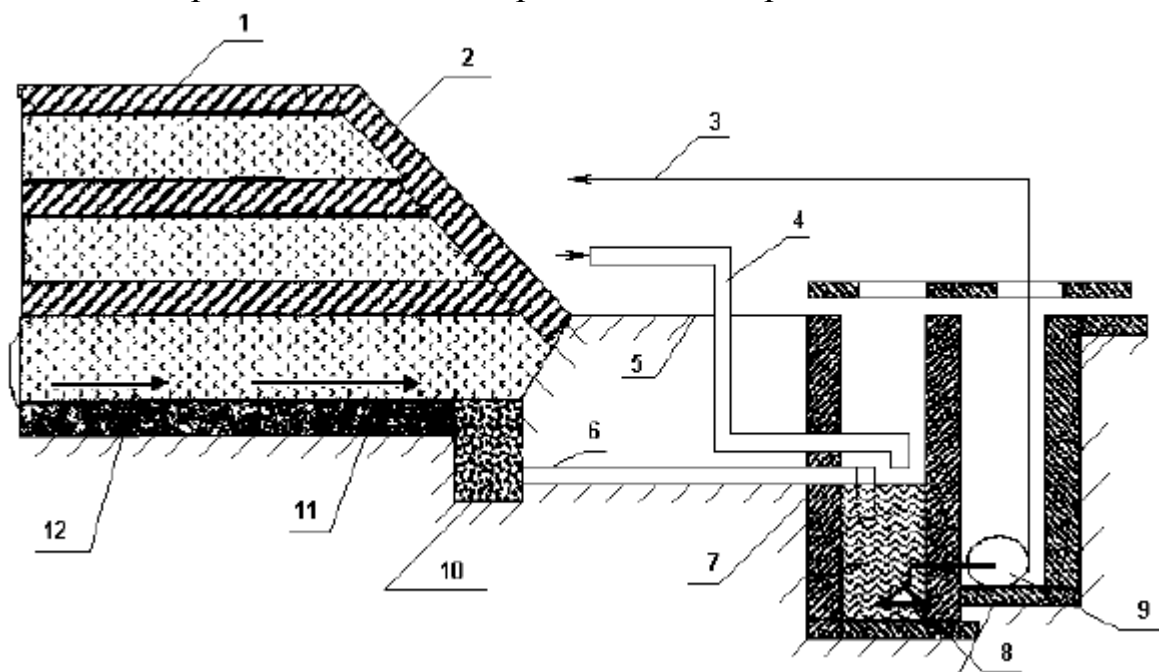


Рис. 7. Схема збору дренажних вод та вод від мийки контейнерів

1 – проміжна ізоляція; 2 – схил; 3 – напірний трубопровід; 4 – трубопровід стічних вод від мийки контейнерів; 5 – водонепроникний вал; 6 – трубопровід дренажних вод; 7 – колодязь для прийому дренажних вод; 8 – всмоктуючий патрубок; 9 – насос; 10 – дренажна канава; 11 – водонепроникна основа полігону, 12 – напрямок руху дренажних вод

Відповідно до наявних даних досліджень (табл. 7) фільтрат містить близько 60 найменувань високомолекулярних екологічних забруднень, які утворюються внаслідок мікробіологічного окислення харчових відходів і безпосереднього

вилучення їх водою із маси ТПВ. В табл. 7 наведені склад і концентрація деяких забруднень, для яких виконують облік валового скиду речовин.

Таблиця 7

Склад та концентрація органічних забруднень в фільтраті полігону ТПВ

№ з/п	Найменування забруднюючої речовини	Концентрація, мг/дм ³	ГДК у воді, мг/дм ³
1	2	3	4
1	Циклоксанова (циклогексан-карболова) кислота	896	0,2
2	Метилбензоатна кислота	600	-
3	Диметилбензоатна кислота	520	-
4	Валеріанова (пентанова) кислота	344	0,1
5	Оцтова кислота	320	0,01
6	Бензойна кислота	240	-
7	Метилбутанова (ізовалеріанова) кислота	128	-
8	Пропіонова (пропанова) кислота	120	-
9	Фенол (карболова) кислота	96	0,001
10	Саліцилова (2-гідроксibenзойна) кислота	28	-
13	Метилкапронова кислота	20	-
12	Енантова (гектанова) кислота	20	-
13	Дібутиловий ефір	18	-
14	Пальмітинова (гексалеканова) кислота	16,4	-
15	Хлориди	2300	350
16	Сульфати	до 50	500
17	Нітрати	300	-
18	Амонійний азот	1400	-
19	БСК	500	3,0
20	ХСК	3700	-

Загальні витрати води $Q_{\text{заг}}$ (м³/рік) на зволоження ТПВ можна визначити за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = \frac{q_n \cdot Q_{\text{доб}} \cdot T_z}{1000} = 1,2 \cdot Q_{\text{доб}}, \quad (6.1)$$

де q_n – витрати води на 1 м³ ТПВ, л/м³;

$Q_{\text{доб}}$ – добовий обсяг відходів підлеглих зволоженню, м³/добу;

T_z – кількість діб за рік, коли відбувається зволоження.

Витрати води $Q_{\text{конт}}$ (м³/рік) на миття контейнерів визначають за формулою:

$$Q_{\text{конт}} = q_n \cdot n \cdot T_M, \quad (6.2)$$

де q_n – питомі витрати води на миття одного контейнеру, м³;

n – кількість контейнерів, що миються за добу;

T_M – кількість діб за рік, коли відбувається мийка.

Валовий скид забруднюючих речовин P (т/рік), наведених в табл. 7, можна визначити за формулою:

$$P = \frac{C \cdot Q_M}{1 \cdot 10^6}, \quad (6.3)$$

де C – концентрація забруднюючої речовини, мг/дм³ (г/м³);

Q_M – витрати стічних вод від мийки контейнерів, м³/рік.

Система збирання і знезараження фільтрату

При проектуванні полігону ТПВ слід передбачати заходи, спрямовані на зменшення кількості фільтрату: тимчасові протифільтраційні завіси, дамби, а також передбачати такі схеми складування ТПВ, при яких забезпечується мінімальне надходження води з незаповненої площі карт ТПВ.

Для відведення фільтрату використовують труби, поверхня яких на 2/3 має бути перфорованою або мати прорізи. Діаметр труб має бути не менше 300 мм. Труби слід укладати на поверхні гідроізолюючого шару так, щоб фільтрат відводився зі всієї основи полігону ТПВ. Несуча здатність труб повинна визначатися спеціальним розрахунком. Розрахунок дренажної системи повинен проводитися згідно зі СНиП 2.01.28. Дренажна система повинна бути запроектована так, щоб забезпечити можливість контролю та промивання її під час експлуатації.

Фільтрат, який утворюється на полігоні, збирається в контрольні ставки, а потім направляється на очистку. До стадії очистки фільтрату має бути передбачена його груба сепарація, седиментація, розподіл фаз. Метод чи спосіб очистки та знешкодження фільтрату визначається на основі проведення попереднього аналізу його властивостей.

Слід перевіряти токсичність осадів, які утворюються в процесі очищення фільтрату. Якщо клас токсичності не вище ІІІ, осади можна захоронювати на полігоні ТПВ, при вищому класі токсичності осади слід вивозити та захоронювати на полігоні токсичних відходів.

Скидання фільтрату у міську водовідвідну мережу допускається тільки у випадку, коли об'єм і склад фільтрату відповідають вимогам «Правил приймання стічних вод підприємств в комунальні та відомчі системи каналізації міст і селищ України» за погодженням з місцевими установами Держсанепіднагляду.

Система збирання та видалення фільтрату повинна функціонувати від початку роботи полігону ТПВ, а також після його закриття.

Оцінка впливу викидів забруднень в атмосферу від полігону складування ТПВ. В процесі мікробіологічного розкладу ТПВ відбувається інтенсивне виділення біогазу за перші 5...7 років, потім поступово знижується і протягом 20–30 років стабілізується. Якщо проект передбачає утилізацію біогазу з метою зниження антропогенного тиску на навколишнє середовище і економії енергетичних ресурсів, то на полігоні повинні забезпечуватися оптимальні умови для мінералізації і обеззараження ТПВ.

Найбільш оптимальними умовами для виділення біогазу є: вологість – 50...60 %, температура в товщі ТПВ – 40...45°C, рН – 6...8. Збільшення вологості небажане, тому що це може привести до інтенсивного вилугування в фільтрат

забруднюючих речовин, зниження доступу кисню, що значно знизить енергетичну цінність біогазу і приведе до зменшення його кількості.

При оптимальних умовах за 100 років виробляється біля 200...400 м³ біогазу з 1 т ТПВ, в тому числі за перші 10 років – більше 50 %. Практично в систему утилізації може надходити 50 % газу, що утворився.

Біогаз містить (% об.): метан – 57,2...65,1, CO₂ – 30,8...32,7; H₂ – 0,6...2,6; H₂S – 0,2...0,6; N₂ – 1,5...2,0; C_nH_m – 1,1...1,4 та інші сполуки зі стійкими специфічними запахами.

Біогаз являється цінним енергетичним ресурсом і після збору та очистки може використовуватись як паливо замість мазуту чи природного газу.

Так, 1 м³ біогазу еквівалентний по теплу 0,5 л мазуту або 0,3 м³ природного газу.

Визначення кількості біогазу і еквівалентних по теплу енергоносіїв

Обчислюють кількість біогазу $Q_{\text{бг}}$ (м³), яка може надходити для утилізації, виходячи з річного накопичення ТПВ, за формулою:

$$Q_{\text{бг}} = \frac{0,5 \cdot Q_p \cdot p \cdot q_{\text{бг}}}{1000}, \quad (6.4)$$

де Q_p – річна кількість ТПВ, що підлягає вивезенню на полігон, м³;

p – щільність ТПВ, кг/м³;

$q_{\text{бг}}$ – питома норма надходження біогазу в процесі розщеплення ТПВ, м³/т.

В випадку, коли вже відома величина накопичення ТПВ в населеному пункті, то формула (6.4) буде мати вигляд:

$$Q_{\text{бг}} = 0,5 \cdot P_p \cdot q_{\text{бг}}, \quad (6.5)$$

де P_p – річне накопичування ТПВ від житлових будинків населеного пункту, та об'єктів спеціально призначення, т;

Отримане значення $Q_{\text{бг}}$ використовують для розрахунку еквівалентних за теплом кількостей мазуту і природного газу, які можна економити в разі утилізації біогазу.

Для фінансової оцінки ефективності утилізації біогазу необхідно виходити з економії еквівалентної кількості мазуту і природного газу.

Завдання 1:

Орієнтуючись на отримані в завданні 5 практичної робота 1 результати, визначити середню кількість відходів, що утворюються на кожному об'єкті за рік (P_p); далі користуючись формулою 6.5 та за умови значення $q_{\text{бг}}$ 10 м³/т розрахувати кількість біогазу $Q_{\text{бг}}$.

Питання для самоперевірки:

1. Які умовами є оптимальними для ефективного виділення біогазу?
2. Якими є основні завдання ОВНС?
3. Що передбачено на для захисту довколишнього середовища на полігонах?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

Розробка і обґрунтування типу конструкцій санітарно-захисних смуг

Після закриття полігону ТПВ у відповідності до нормативних документів розробляють рекомендації, які звичайно могли б використовуватись при розробці містобудівної проектної документації.

Передусім рекомендації слід підкріпити розрахунком екологічних функцій санітарно-захисних смуг (СЗС) шляхом створення цілісної, територіально-безперервної системи підвищення якості міського середовища за допомогою зелених насаджень. На приміській території, де знаходиться полігон ТПВ, температура повітря на кілька градусів нижча, ніж у місті. Температурний перепад сприяє дифузії приземного повітряного шару в напрямку міста. Тому підбір різноманітних порід дерев і кущів для формування СЗС повинен проводитися з метою повного очищення біогазу від токсичних компонентів на приміській території і надходження в місто збагаченого киснем і фітонцидами повітря.

Перелік порід дерев та кущів, що використовують для покращення санітарно-гігієнічних характеристик міста наведено в табл. 8.

Таблиця 8

Породи дерев та кущів, які використовують для покращення санітарно-гігієнічних характеристик міста

№	Породи дерев та кущів	Підвищують рівень іонізації повітря	Найбільш газостійкі породи	Газопоглинаючі властивості, мг/100 г сухої маси
1	2	3	4	5
1	Акація біла	+	-	-
2	Акація жовта	-	+	-
3	Береза бородавчата	-	+	69,5
4	Береза пушиста	-	-	81,5
5	Бузина червона	-	-	-
6	В'яз гладкий	-	+	59,5
7	Дерен білий	-	+	-
8	Дуб черешчатий	+	+	-
9	Смерека колюча	-	+	14,5
10	Смерека звичайна	+	-	-
11	Жимолость татарська	-	-	-
12	Верба біла (срібляста)	+	+	79,5
13	Верба козяча	+	-	77,0
14	Клени			
	- сріблястий	+	+	-
	- гостролистий	-	+	34,0
	- татарський	-	+	24,5
15	Калина звичайна	-	+	-
16	Липа			
	- дрібнолиста	-	-	74,0

Продовження таблиці 8

1	2	3	4	5
17	Лохи - сріблястий	-	+	-
	- вузьколистий	-	+	58
18	Ялівець козацький	+	-	-
19	Осина	-	+	57,5
20	Троянда зморшчата	-	+	-
21	Горобина звичайна	+	+	-
22	Бузок - угорський	+	+	49,5
	- звичайний	-	-	68,0
23	Смородина золотиста	+	+	-
24	Сосни - кримська	+	-	-
	- звичайна	+	-	10,5
25	Тополі - бальзамічна	-	+	64,0
	- берлінська	-	+	-
	- канадська	-	+	81,0
	- пірамідальна	+	-	-
	- чорна	+	-	32,5
26	Туя західна	+	-	9,5
27	Черемха звичайна	-	+	72,0
28	Чубушник венечний	-	+	-
29	Яблуня сибірська	-	-	80,5
30	Ясен	-	+	80

СЗС доцільно створювати із змішаних порід дерев – хвойних широколистяних, газопоглинаючих і газостійких.

Найвигідніше видове співіснування з урахуванням естетичної привабливості СЗС можна визначити за даними табл.9.

Таблиця 9

Можливість міжвидового співіснування дерев та кущів при створенні санітарно-захисної зони

Дерево, кущ	Співіснування	
	Неможливе	Можливе
1	2	3
Акація жовта	Черемха звичайна	Сосна звичайна, тополя бальзамічна
Береза бородавчата	Дуб, бук, сосна і смерека у віці 20...30 років	Липа, клен гостролистий, горобина звичайна
Бузина червона	Сосна звичайна, тополя бальзамічна	Немає даних

Продовження таблиці 9

1	2	3
Дуб черешчатий	Акація біла, береза, бузина червона, клен татарський, осина, сосна, ясен	Акація біла, береза, бузина червона, клен татарський, осина, сосна, ясен
Смерека звичайна	Дуб, клен татарський, бузок звичайний, тополя канадська	Ліщина, горобина
Верба срібляста	Акація біла	Немає даних
Клен татарський	Дерен, дуб	Дерен, дуб
Клен ясенелистий	Сосна, ясен зелений	Дерен білий
Сосна звичайна	Акація біла, бузина, в'яз, клен ясенелистий, осина, тополя канадська, черемха звичайна Бузина червона	Дерен червоний, липа гостролистяна, клен гостролистий, дуб черешчатий
Тополя бальзамічна	Смерека звичайна	Акація жовта
Тополя канадська	Акація жовта Дуб черешчатий	Бузина червона, клен татарський

Для покращення санітарно-гігієнічних функцій і підвищення екологічної стійкості СЗС, в рекомендаціях слід відобразити можливість створення ніш для розвитку чи відновлення популяцій фауни і флори, характерних для даної природної зони.

Обґрунтувати розрахунки розмірів площадок СЗЗ з урахуванням якісного складу зелених насаджень у зв'язку з відсутністю нормативних даних неможливо. Проте попередні розрахунки для зіставлення з даними ДБН 360–92 можна виконати за приведеними нижче характеристиками:

Відомо що 1 га зелених насаджень поглинає вуглекислого газу в середньому 192 кг/добу, на протязі річної вегетації з 1 м² поверхні листяної пластинки виділяється така кількість кисню, кг:

- бузок – 1,1;
- осина – 1,0;
- граб – 0,9;
- липа – 0,89;
- липа дрібнолистяна – 0,47;
- дуб – 0,85; сосна – 0,81;
- клен – 0,62;
- ліщина – 0,59;
- бук – 0,55.

Двадцятирічні соснові насадження площею 1 га поглинають щорічно 9,35 т вуглекислого газу і виділяють 7,25 т кисню.

Звичайно, кисень що виділився, частково піде на окислення деяких компонентів біогазу – вуглеводнів, сірководню та ін.

Типи конструкцій захисних смуг наведені на рис. 8.

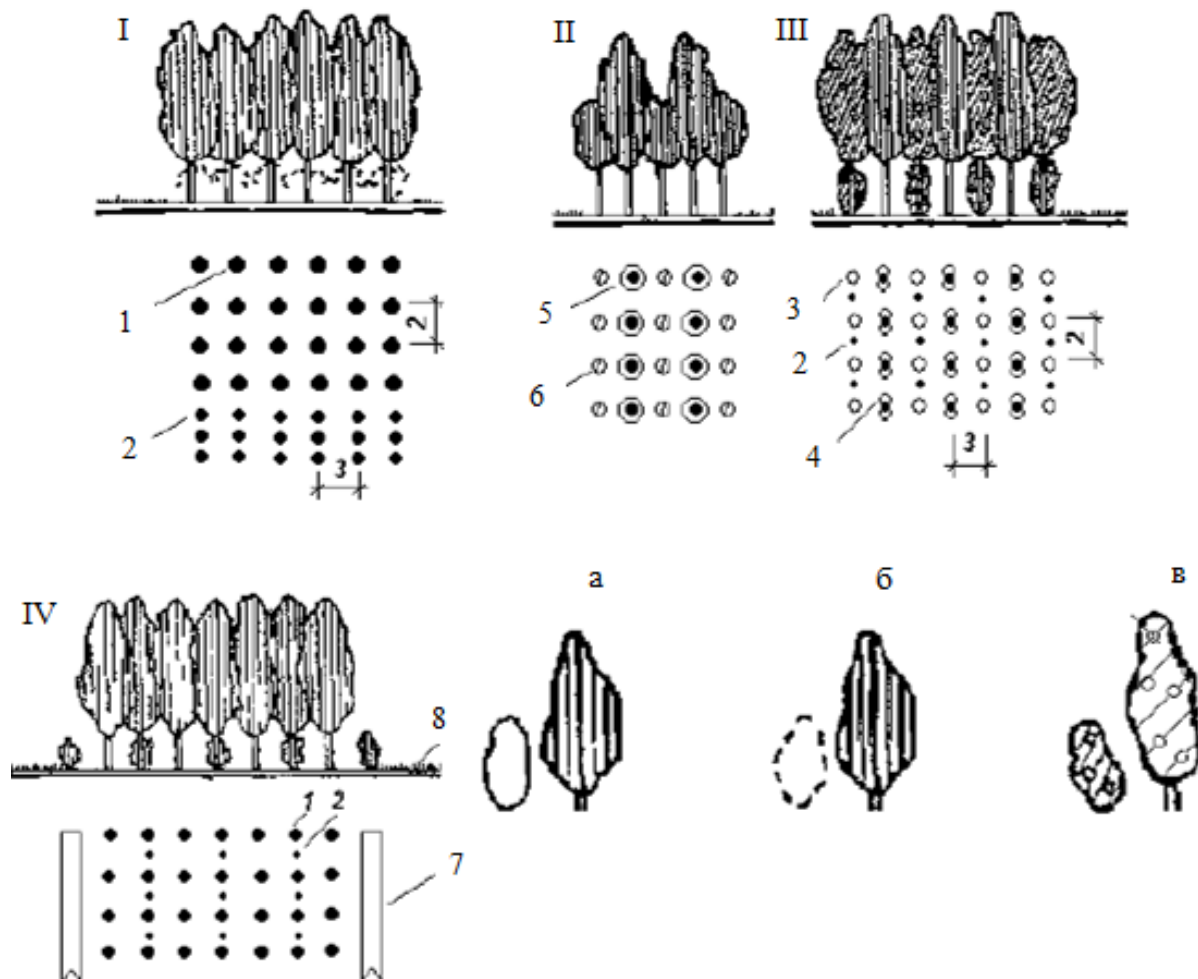


Рис. 8. Типи конструкцій захисних смуг

1 — тополя канадська; 2 — бірючина звичайна; 3 — гледичія трьохколючкова; 4 — айлант; 5 — шовковиця біла; 6 — софора японська; 7 — лох вузьколистий або ялівець; 8 — газон; а — дерева й кущі з щільною кроною; б — те ж з кроною середньої щільності; в — те ж з ажурною кроною

Завдання 1:

Орієнтуючись на дані таблиць 8 і 9 запропонуйте свій варіант СЗС поблизу свого міста.

Питання для самоперевірки:

1. З яких порід дерев доцільно створювати СЗС?
2. Наведіть декілька прикладів можливого міжвидового співіснування дерев та кущів при створенні санітарно-захисної зони?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

Розрахунок екологічного податку за розміщення відходів

Екологічний податок (екоподаток) – обов'язковий платіж, що сплачується з фактичних обсягів різних викидів, скидів, розміщення відходів у довкіллі.

Платниками податку є суб'єкти господарювання, юридичні особи, що не проводять 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.

Система екологічних платежів (податків) в Україні виконує дві основні функції: по-перше, забезпечує збір і накопичення необхідних фінансових коштів для реалізації заходів екологічної спрямованості; по-друге, сприяє формуванню економічних мотивів екологізації процесів виробництва і споживання виробів і послуг. При цьому ставки податків повинні відповідати кільком вимогам:

- а) враховувати основні закономірності (пропорції) впливу різних екодеструктивних факторів на економічні інтереси господарських суб'єктів;
- б) підтримувати рівновагу між інтересами виробників і споживачів продукції;
- в) враховувати загальну економічну ситуацію в країні і не викликати тотального підриву економічної системи (зокрема, масового банкрутства підприємств).

Суми податку, який справляється за розміщення відходів (P_{pv}), обчислюються платниками самостійно щокварталу виходячи з фактичних обсягів розміщення відходів, ставок податку та коригуючих коефіцієнтів за формулою 8.1:

$$P_{pv} = \sum_{i=1}^n (H_{pi} \times M_{li} \times K_t \times K_o), \quad (8.1)$$

де H_{pi} - ставки податку в поточному році за тонну i -того виду відходів у гривнях з копійками;

M_{li} - обсяг відходів i -того виду в тонах (т);

K_t - коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів;

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.

Ставки податку за розміщення окремих видів надзвичайно небезпечних відходів:

- обладнання та приладів, що містять ртуть, елементи з іонізуючим випромінюванням, – 865,47 гривні за одиницю;
- люмінесцентних ламп – 15,06 гривні за одиницю.

Ставки податку за розміщення відходів (табл. 10), які встановлюються залежно від класу небезпеки та рівня небезпечності відходів (обов'язково звіряємо зі ставкою податку на день розрахунку на сайті Державної податкової служби України [12]).

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

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

Коефіцієнт до ставок податку, який встановлюється залежно від місця (зони) розміщення відходів у навколишньому природному середовищі (табл. 11).

Таблиця 10

Ставки податку за розміщення відходів

Клас небезпеки відходів	Рівень небезпечності відходів	Ставка податку, гривень за 1 тону
I	надзвичайно небезпечні	1546,22
II	високонебезпечні	56,32
III	помірно небезпечні	14,12
IV	малонебезпечні	5,50
	малонебезпечні нетоксичні відходи гірничої промисловості	0,54

Таблиця 11

Коефіцієнти до ставок податку

Місце (зона) розміщення відходів	Коефіцієнт
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

Завдання 1:

Орієнтуючись на дані таблиці 12, розрахуйте екологічні податки та їх суму.

Таблиця 12

Перелік відходів для розрахунку податку

Найменування	Клас небезпеки	Кількість
відпрацьовані люмінесцентні лампи	1	0,3 т (7500 шт.)
лом кольорових металів	2	12,3 т
шлам після очищення води на станції нейтралізації	3	16,9 т
свинцево-олов'яниста зола	3	6,0 т
шлам після відстою у ставку	3	3,3 т
відпрацьована МОР	3	197,0 т
відпрацьована формувальна суміш	3	33,4 т
деревні відходи	4	9,9 т
брухт чорних металів	4	12000,0 т
ганчір'я	3	3,7 т
промаслена тирса	3	2,0 т
відпрацьовані оливи	3	8,0 т
аккумуляторний свинець	2	1,13 т
кек	4	6,7 т
побутові відходи	4	227 т

Питання для самоперевірки:

1. Що таке екологічний податок?
2. Які функції виконує система екологічних платежів (податків) в Україні?
3. Яким чином розраховується сума екологічного податку за розміщення відходів?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологічні основи утилізації та рекуперації твердих промислових та побутових відходів : навч. посіб. / Е. В. Рубан та ін. ; заг. ред. Є. В. Попов. Сєвєродонецьк : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2018. 312 с.
2. Утилізація упакувань. Практикум з навчальної дисципліни : навч. посіб. / уклад.: Т. Б. Шилович, Є. П. Сімончук ; КПП ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові данні (1 файл: 2,16 Мбайт). Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2018. 36 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/f92605fe-4dd7-4d0d-95bc-9f83b3a11eb9/content> (дата звернення: 27.12.2023).
3. Поводження з відходами : курс лекцій / уклад.: О. В. Рибалова. Харків : НУЦЗУ, 2016. 530 с.
4. Утилізація та рекуперація відходів : навч. посіб. / В. М. Кропівний та ін. ; заг. ред. В. М. Кропівний. Кропивницький : ЦНТУ, Електрон. вид., 2020. 440 с. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/items/34975754-cda4-478a-a1cb-8c21175ca9ef> (дата звернення: 27.12.2023).
5. Курс з дисципліни «Техноекологія» у системі дистанційного навчання ННЦ «Лідер». *Український державний університет науки і технологій*. URL: <https://lider.diit.edu.ua/course/view.php?id=1671> (дата звернення: 27.12.2023).
6. Кращі європейські практики управління відходами : посіб. / А. Войціховська та ін. ; заг. ред. О. Кравченко. Львів : Вид-во «Компанія “Манускрипт”», 2019. 64 с.
7. Гуменюк О., Цискарідзе Д., Кошеру І. Розумне управління відходами спільнот : посіб. В рамках проекту «Розумне управління відходами в країнах Східного партнерства, 2018. 42 с.
8. Методичні вказівки для практичних робіт із навчальної дисципліни «Утилізація побутових відходів» / уклад.: К. О. Абашина, О. В. Хандогіна, Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 29 с.
9. Курс з дисципліни «Утилізація та рекуперація відходів» у системі дистанційного навчання ННЦ «Лідер». *Український державний університет науки і технологій*. URL: <https://lider.diit.edu.ua/course/view.php?id=1340> (дата звернення: 26.12.2023).
10. Онищенко В. Екологічний податок у 2022 році. *Екологічний податок: ставки, платники, термін сплати*. URL: <https://www.golovbukh.ua/article/7127-ekologichniy-podatok-2019> (дата звернення: 26.12.2023).
11. Розділ VIII. Екологічний податок. *Державна податкова служба України*. URL: <https://tax.gov.ua/nk/rozdil-viii--ekologichniy-poda/> (дата звернення: 26.12.2023).
12. Правила визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів, затверджені наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 30.07.2010 № 259.

Навчально-методичне видання

**Безовська Марина Сергіївна,
Зеленько Юлія Володимирівна,
Розгон Оксана Вікторівна**

УТИЛІЗАЦІЯ ТА РЕКУПЕРАЦІЯ ВІДХОДІВ

Навчально-методичні рекомендації
до практичних занять

В авторській редакції
Комп'ютерна верстка М. С. Безовська

Експертний висновок склав доцент, канд. хім. наук Л. Тарасова

Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 684 від 25.01.2024)

Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Ум. друк. арк. 1,79. Обл.-вид. арк. 1,81.
Зам. № 112

Видавець: Український державний університет науки і технологій
вул. Лазаряна, 2, ауд. 2216, м. Дніпро, 49010.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010