

Міністерство освіти і науки України
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Запорізького національного університету

Д. В. Прутцьков, Г. Б. Кожемякін

ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ

Практичні заняття за модулем 1
для здобувачів ступеня вищої освіти магістра
спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища»
освітньо-професійної програми
«Технології захисту навколишнього середовища»

Запоріжжя
2025

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1

Тема: Суб'єкти у сфері управління відходами та їх повноваження

1. Мета заняття

- Закріпити знання про основні суб'єкти системи управління відходами в Україні.
- Навчитися визначати функції, права та обов'язки кожного суб'єкта.
- Розвинути навички аналітичного мислення та практичного застосування законодавчих норм у сфері поводження з відходами.

2. Основні питання для обговорення

1. Класифікація суб'єктів управління відходами.
2. Повноваження центральних органів виконавчої влади (Міндовкілля, Держекоінспекція, МОЗ тощо).
3. Роль органів місцевого самоврядування у системі управління відходами.
4. Обов'язки суб'єктів господарювання відповідно до Закону України «Про управління відходами».
5. Участь громадськості у прийнятті рішень щодо управління відходами.
6. Приклади ефективної взаємодії між державою, бізнесом та населенням.

3. Завдання для самостійного опрацювання перед заняттям

1. Опрацювати текст Закону України «Про управління відходами» (2023 р.), розділи II–IV.
2. Ознайомитися з Національною стратегією управління відходами до 2030 року.
3. Підготувати коротку доповідь (5–7 хвилин) за одним із напрямів:
 - Повноваження Міндовкілля у сфері управління відходами;
 - Повноваження органів місцевого самоврядування;
 - Принцип РВВ (розширеної відповідальності виробника) та його реалізація в Україні;
 - Участь громадськості в екологічному контролі.

4. Практичні завдання

Завдання 1. Аналітичне

Мета: визначити розподіл повноважень між різними суб'єктами.

Інструкція:

На основі законодавства заповніть таблицю:

Рівень / Суб'єкт	Основні повноваження	Приклад практичної реалізації
Міндовкілля		
МОЗ		
Органи місцевого самоврядування		
Держекоінспекція		
Підприємства (суб'єкти господарювання)		
Громадські організації		

Презентувати приклади з реальних ситуацій (наприклад, управління побутовими, медичними або будівельними відходами).

Завдання 2. Ситуаційне

Мета: навчитися застосовувати законодавчі знання у практичних умовах.

Кейс: На території громади виявлено **стихійне сміттєзвалище**. Необхідно визначити, які суб'єкти залучаються до вирішення проблеми, які мають повноваження, та які заходи слід вжити.

Питання для обговорення:

1. Хто ініціює перевірку?
2. Які органи мають право накладати штраф?
3. Хто організовує прибирання території?
4. Яка роль громадськості в цьому процесі?
5. Які рішення можна ухвалити для запобігання повторним випадкам?

Завдання 3. Дискусійне

Тема: «Розширена відповідальність виробника: обов'язок бізнесу чи інструмент сталого розвитку?»

Форма: робота в малих групах (2–3 групи з різними позиціями).

- **Група 1:** аргументує необхідність впровадження РВВ.
- **Група 2:** визначає ризики та проблеми для бізнесу.
- **Група 3:** пропонує компромісні рішення (економічні стимули, еко-маркування тощо).

Після обговорення проводиться коротка презентація висновків груп.

Завдання 4. Розрахункове (опційно для практичного заняття)

Завдання: оцінити кількість побутових відходів, які утворюються в межах умовної громади (10 тис. осіб), та запропонувати структуру суб'єктів управління (операторів, підприємств, відповідальних органів).

Вихідні дані:

- середній показник утворення побутових відходів – 0,9 кг/особу/добу;
- частка відходів, придатних до перероблення – 35%;
- щільність відходів – 250 кг/м³.

Завдання:

1. Обчислити річний обсяг відходів (у тоннах і м³);
2. Розподілити обов'язки між суб'єктами системи управління;
3. Запропонувати схему руху відходів (від джерела утворення до утилізації).

5. Контрольні запитання для підсумкової дискусії

1. Які органи влади беруть участь у формуванні політики управління відходами?
2. У чому полягають функції органів місцевого самоврядування у цій сфері?
3. Які права та обов'язки мають суб'єкти господарювання?
4. Яку роль відіграє громадськість у системі управління відходами?
5. Які проблеми існують у координації дій між суб'єктами та як їх можна усунути?

6. Форма звітності

- Заповнена аналітична таблиця (Завдання 1).
- Короткі письмові відповіді на питання кейсу (Завдання 2).
- Резюме дискусії або тезисна доповідь (Завдання 3).
- (За бажанням) Розрахунок утворення відходів і пропозиції щодо структури управління (Завдання 4).

7. Критерії оцінювання

Критерій	Максимальний бал
Повнота і точність виконання завдань	1
Аргументованість висновків та пропозицій	1
Разом	2 балів

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2

Тема: Класифікація відходів. Національний перелік відходів

Мета заняття

- Закріпити знання студентів про систему класифікації відходів в Україні та ЄС.
- Навчити визначати код відходів відповідно до Національного переліку відходів.
- Розвинути навички аналізу небезпечності та можливостей утилізації відходів.
- Ознайомити з практичним застосуванням класифікації у звітності підприємств.

Завдання для самостійної та групової роботи

Завдання 1. Теоретичне обговорення (семінар)

Обговоріть у малих групах:

1. Які переваги має уніфікована система класифікації відходів для держави та бізнесу?
2. Як Національний перелік відходів сприяє гармонізації законодавства України з ЄС?
3. Які труднощі можуть виникнути під час визначення класу небезпеки відходів на підприємстві?

Форма роботи: групова дискусія з короткими виступами (до 5 хв. від групи).

Очікуваний результат: короткий висновок (5–7 речень) у письмовій формі.

Завдання 2. Класифікація відходів за ознаками

Заповніть таблицю, вказавши походження, агрегатний стан, хімічний склад, клас небезпеки і код (за Національним переліком або EWC) для кожного виду відходів.

№	Назва відходу	Джерело утворення	Агрегатний стан	Клас небезпеки	Код (Нац. перелік / EWC)
1	Відпрацьовані мастила	Транспортні підприємства	Рідкий	II	13 02 05*
2	Зола від спалювання вугілля	ТЕС	Твердий	III–IV	10 01 01
3	Пластмасові відходи упаковки	Харчова промисловість	Твердий	III	15 01 02
4	Медичні відходи	Лікувальні заклади	Твердий	I–II	18 01 03*
5	Відходи харчових продуктів	Заклади харчування	Твердий	IV	20 01 08

Завдання студента:

- самостійно класифікувати ще **3 додаткових види відходів** з власного досвіду або прикладів підприємств;
- аргументувати вибір класу небезпеки.

Завдання 3. Визначення коду відходів

Використовуючи Національний перелік відходів (Постанова КМУ № 2033 від 18.10.2023 р.), знайдіть і запишіть коди для наведених відходів:

1. Відходи фарб та лаків, що містять органічні розчинники.
2. Металобрухт чорних металів.
3. Відходи деревини, забруднені лакофарбовими матеріалами.
4. Відходи електронного обладнання, що містять небезпечні елементи.
5. Відходи поліетиленової тари.

Підказка: зверніть увагу на позначення зірочкою (*) — небезпечні відходи.

Завдання 4. Визначення класу небезпеки

Для наведених речовин визначте клас небезпеки та обґрунтуйте свій вибір (за токсичністю, стійкістю, впливом на довкілля):

Відхід	Характеристика	Клас небезпеки
Відпрацьовані батарейки	Містять важкі метали, електроліти	?
Відходи скла	Інертні, не токсичні	?
Фенольні відходи	Органічні, високотоксичні	?
Гній	Біологічного походження, може містити патогени	?

Завдання 5. Практичний кейс

Ви — еколог підприємства з виробництва меблів. Підприємство утворює такі відходи:

- тирса;
- відходи лаків і фарб;
- деревні відходи, забруднені розчинниками;
- пакувальні матеріали;
- використані фільтри вентиляції.

Потрібно:

1. Визначити для кожного виду відходів орієнтовний код за Національним переліком.
2. Вказати клас небезпеки.
3. Запропонувати можливі шляхи утилізації або повторного використання.

Форма звітності студента

- Заповнена таблиця класифікації (Завдання 2).
- Відповіді на завдання 3–5 (у письмовій формі).
- Короткий висновок про роль класифікації у системі управління відходами.

Питання для обговорення на семінарі

1. Чому класифікація відходів є ключовим елементом державної політики управління відходами?
2. Які відмінності між Національним переліком відходів та Державним класифікатором відходів (ДК 005-96)?
3. Яким чином Національний перелік використовується у звітності та ліцензуванні?
4. Як визначення коду відходів впливає на екологічні ризики підприємства?
5. Чому важливо гармонізувати українську систему класифікації з європейською (EWC)?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3

Тема: Плани управління відходами. Розробка фрагмента плану управління відходами підприємства

1. Мета заняття

Набуття студентами практичних умінь щодо розроблення окремих елементів планів управління відходами на рівні підприємства, відповідно до вимог чинного законодавства України, на основі аналізу складу та обсягів відходів, що утворюються в процесі виробництва.

2. Завдання заняття

- пояснювати зміст і призначення планів управління відходами (ПУВ) на рівні підприємства;
- визначати структуру та ключові елементи плану;
- виконувати аналіз потоків відходів підприємства;
- розробляти фрагмент ПУВ (розділ «Характеристика відходів та заходи з їх зменшення»);
- аргументувати вибір технологічних, організаційних та економічних заходів щодо мінімізації відходів.

3. Теоретичні положення для опрацювання

1. Законодавче забезпечення планування управління відходами (Закон України «Про управління відходами», Постанова КМУ №1216 від 27.12.2022 р.).
2. Рівні планів управління відходами (національний, регіональний, місцевий, підприємницький).
3. Типова структура ПУВ підприємства: загальна характеристика підприємства, опис виробничих процесів, кількісно-якісна характеристика відходів, аналіз поточних способів поводження, оцінка ризиків, заходи з мінімізації, моніторинг.
4. Показники ефективності реалізації плану (зменшення обсягів відходів, підвищення рівня перероблення, економічний ефект).

4. Методичні рекомендації до виконання практичного завдання

1. Ознайомитися з нормативною базою щодо планів управління відходами.
2. Обрати підприємство або типове виробництво (металургійне, машинобудівне, харчове тощо).
3. Зібрати вихідні дані: перелік утворюваних відходів, код, клас небезпеки, джерело утворення, обсяги за рік, способи поводження.
4. Розробити фрагмент плану управління відходами підприємства, який має містити такі підрозділи: характеристику підприємства, опис потоків відходів, таблицю обліку, пропозиції щодо вдосконалення системи управління відходами.
5. Виконати аналіз отриманих даних і зробити висновки про можливості зменшення утворення відходів.
6. Оформити короткий звіт (3–5 сторінок), який містить розроблений фрагмент ПУВ підприємства.

Приклад таблиці для внесення даних про відходи підприємства:

№	Назва відходу	Код за класифікатором	Клас небезпеки	Джерело утворення	Кількість, т/рік	Спосіб поводження	Пропозиції щодо зменшення

5. Структура звіту

- Титульний аркуш
- Мета і завдання роботи
- Короткі теоретичні відомості
- Характеристика підприємства
- Розроблений фрагмент плану управління відходами
- Аналіз ефективності запропонованих заходів
- Висновки

6. Контрольні питання

7. Що є метою розроблення плану управління відходами підприємства?
8. Які основні складові включає типовий план управління відходами?

9. Яким чином здійснюється ідентифікація потоків відходів?
10. Як визначаються напрями мінімізації утворення відходів?
11. Які показники ефективності застосовуються при оцінці реалізації ПУВ?

Література

1. Закон України «Про управління відходами» від 20.06.2022 №2320-IX.
2. Постанова КМУ від 27.12.2022 №1216 «Про затвердження Порядку розроблення, затвердження та реалізації планів управління відходами».
3. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council on Waste.
4. Методичні рекомендації щодо розроблення планів управління відходами на національному, регіональному та місцевому рівнях. – Міндовкілля України, 2023.
5. Барановський В. А. Управління відходами: підручник. – К.: КПІ ім. І. Сікорського, 2022.
6. Григор'єв С. І. Екологічне управління на підприємствах: навч. посіб. – Харків: ХНУРЕ, 2021.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4

Тема: Полігони твердих побутових відходів

1. Мета заняття

Сформувати у здобувачів освіти знання та практичні навички щодо проектування, експлуатації й рекультивації полігонів твердих побутових відходів (ТПВ), а також оцінювання їх впливу на компоненти довкілля та дотримання екологічних і санітарних вимог.

2. Завдання заняття

Після виконання практичної роботи студент повинен уміти:

- пояснити функціональне призначення полігонів ТПВ та вимоги до їх розміщення;
- визначати основні конструктивні елементи полігону;
- розраховувати необхідну площу полігону для зберігання відходів певного обсягу;
- оцінювати екологічні ризики експлуатації полігону;
- пропонувати заходи з мінімізації негативного впливу полігону на довкілля.

3. Теоретичні положення для опрацювання

1. Нормативно-правова база:
 - Закон України «Про управління відходами» (2022 р.);
 - ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування»;
 - СанПіН 42-128-4690-88 «Санітарні правила утримання територій населених

місць».

2. Класифікація полігонів ТПВ:

- за потужністю (малі, середні, великі);
- за способом складування (пошарові, секційні, котлованні).

3. Основні елементи полігону:

- ізоляційна основа (екрани, гідроізоляція, дренаж);
- система збору фільтрату;
- система дегазації;
- захисні дамби та дренажні канали;
- технологічні дороги, пункти контролю.

4. Етапи життєвого циклу полігону:

- вибір місця розташування;
- проектування і будівництво;
- експлуатація;
- закриття і рекультивація.

5. Екологічні аспекти:

- утворення фільтрату і забруднення підземних вод;
- виділення полігонного газу (метану, вуглекислого газу, сірководню);
- візуальний, шумовий і запаховий вплив;
- ризики самозаймання.

4. Методичні рекомендації до виконання практичного завдання

1. Ознайомитися з основними вимогами ДБН В.2.4-2-2005 до полігонів ТПВ.

2. Вибрати вихідні дані:

кількість населення 150 000 осіб, річне утворення відходів на одну особу (у межах 0,9–1,2 м³/рік), термін експлуатації полігону (20–25 років). Питома вага ущільнених відходів на полігоні — 0,8 т/м³.

3. Розрахувати обсяг відходів, що підлягають захороненню за період експлуатації:

$$V = N \times q \times t$$

де V – загальний обсяг відходів, м³; N – кількість населення; q – річний обсяг відходів на одну особу, м³/рік; t – термін експлуатації, років.

4. Визначити необхідну площу полігону за середньою висотою тіла відходів (10–25 м).

5. Скласти спрощену схему полігону (план і розріз), вказавши: ізоляційні шари, дренаж фільтрату, систему дегазації, дамби, контрольно-пропускний пункт.

6. Розробити перелік заходів з охорони довкілля, включаючи: облаштування протифільтраційного шару, збирання та утилізацію полігонного газу, рекультивацію після закриття.

7. Підготувати короткий звіт (3–4 сторінки) з розрахунками, схемою та пропозиціями.

5. Структура звіту про виконання практичної роботи

1. Титульний аркуш
2. Мета і завдання роботи
3. Теоретичні відомості
4. Вихідні дані
5. Розрахунок площі полігону
6. Схема полігону
7. Заходи з охорони довкілля
8. Висновки

Контрольні питання

1. Які основні вимоги висуваються до розміщення полігонів ТПВ?
2. Які конструктивні елементи входять до складу полігону?
3. Як утворюється полігонний фільтрат і як його збирають?
4. Яким чином здійснюється дегазація полігону?
5. У чому полягає рекультивація полігону після його закриття?
6. Які екологічні наслідки неправильного функціонування полігону?

Література

1. Закон України «Про управління відходами» від 20.06.2022 №2320-IX.
2. ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування».
3. СанПіН 42-128-4690-88 «Санітарні правила утримання територій населених місць».
4. Методичні рекомендації з експлуатації полігонів ТПВ. – Міндовкілля України, 2023.
5. Барановський В. А. Управління відходами: підручник. – К.: КПІ ім. І. Сікорського, 2022.
6. Григор'єв С. І. Екологічне управління на підприємствах: навч. посіб. – Харків: ХНУРЕ, 2021.

Критерії оцінювання

Вид діяльності	Макс. балів
Виконання аналітичного завдання	1
Розрахункове завдання	1
Усього	2

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5

Тема: Полігони зі знешкодження та захоронення токсичних відходів

1. Мета заняття

- Закріпити знання студентів щодо будови, функціонування та вимог до полігонів для токсичних відходів.
- Розвинути практичні навички оцінки екологічної безпеки полігонів.
- Навчити аналізувати ефективність систем знешкодження та ізоляції небезпечних відходів.
- Ознайомити з нормативно-правовими вимогами щодо проектування, експлуатації та рекультивації полігонів.

2. Очікувані результати навчання

- | | | | |
|-------|---------|---------|----------|
| Після | заняття | студент | повинен: |
|-------|---------|---------|----------|
- знати:
- класифікацію токсичних відходів за ступенем небезпеки;
 - принципи проектування полігонів для токсичних відходів;
 - технологічні методи знешкодження та стабілізації;
 - основні вимоги екологічного моніторингу полігонів;
 - нормативну базу України та ЄС щодо поводження з небезпечними відходами.
- уміти:
- визначати допустимість розміщення полігону на конкретній території;
 - оцінювати потенційні ризики для довкілля;
 - розробляти пропозиції щодо зменшення впливу полігонів на навколишнє середовище;
 - складати коротку характеристику полігону (паспорт екологічної безпеки).

3. Методичні вказівки

Перед початком заняття студенти мають опрацювати:

- Закон України «Про управління відходами» (2023);
- ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони та сховища промислових і токсичних відходів»;
- Директиву 1999/31/ЄС про захоронення відходів;
- Базельську конвенцію (1989).

4. Завдання для самостійного та групового виконання

Завдання 1. Аналітичне

Ознайомтесь із характеристикою реального або модельного полігону токсичних відходів (на вибір: Калуський полігон, Дніпровський полігон промислових відходів, умовний об'єкт підприємства).

Необхідно:

1. Визначити клас небезпеки відходів, що приймаються полігоном.
2. Описати основні елементи його конструкції (гідроізоляція, дренаж, покриття, моніторинг).
3. Провести оцінку потенційних ризиків для навколишнього середовища.
4. Запропонувати 3–4 заходи для підвищення екологічної безпеки полігону.

Форма звіту: короткий аналітичний висновок (1–1,5 стор.).

Завдання 2. Розрахункове

Розрахувати **приблизну площу секції полігону**, необхідну для захоронення токсичних відходів протягом року.

Вихідні дані:

- Обсяг утворення токсичних відходів підприємства — 12 000 т/рік;
- Середня щільність відходів — 1,3 т/м³;
- Коефіцієнт ущільнення — 0,85;
- Товщина шару відходів у секції — 3 м.

Розрахувати:

1. Необхідний об'єм секції полігону;
2. Площу секції (з урахуванням ущільнення);
3. Розмір санітарно-захисної зони.

Результат подати у вигляді таблиці з короткими висновками.

Завдання 3. Творче (дискусійне)

Підготуйте коротку доповідь або дискусійну записку (5–7 хв) на одну із тем:

1. «Екологічна оцінка полігону токсичних відходів у моєму регіоні».
2. «Європейський досвід будівництва полігонів для небезпечних відходів».
3. «Чи можлива повна відмова від полігонів токсичних відходів у майбутньому?»

Мета: розвинути аналітичне мислення та вміння порівнювати підходи до управління небезпечними відходами.

Завдання 4. Практичне моделювання

На основі наданої схеми (викладач може показати приклад) розробіть структурну схему системи екологічного моніторингу полігону токсичних відходів, що включає:

- контрольні свердловини;
- точки відбору проб повітря, ґрунту, фільтрату;
- канали відведення стоків;
- систему збору газу.

Завдання: показати розуміння взаємозв'язку між технологічними процесами та природоохоронними заходами.

5. Питання для обговорення на семінарі

1. Які основні етапи експлуатації полігону токсичних відходів?
2. Які матеріали найчастіше використовують для гідроізоляції дна полігону?
3. Як здійснюється збір і очищення фільтрату?
4. Які фактори визначають вибір місця розташування полігону?
5. Як забезпечується моніторинг екологічного стану після закриття полігону?
6. Які технології рекультивації застосовуються після завершення експлуатації?
7. Чи є полігони токсичних відходів сталим рішенням з точки зору циркулярної економіки?

Рекомендована література

1. Закон України «Про управління відходами», 2023.
2. ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони та сховища промислових і токсичних відходів».
3. Базельська конвенція (1989).
4. Ковальчук І.П. *Екологічна безпека промислових технологій*. — Київ: НУБіП, 2021.

Критерії оцінювання

Вид діяльності	Макс. балів
Відповідь на питання	1
Розрахункове завдання	1
Усього	2

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5

Тема: Полігони зі знешкодження та захоронення токсичних відходів

1. Мета заняття

- Закріпити знання студентів щодо будови, функціонування та вимог до полігонів для токсичних відходів.
- Розвинути практичні навички оцінки екологічної безпеки полігонів.
- Навчити аналізувати ефективність систем знешкодження та ізоляції небезпечних відходів.
- Ознайомити з нормативно-правовими вимогами щодо проектування, експлуатації та рекультивації полігонів.

2. Завдання заняття

- класифікувати види токсичних відходів і визначати їх небезпечність;
- пояснювати принципи вибору місця розташування полігонів;
- аналізувати конструкцію та інженерні бар'єри полігонів;
- оцінювати вплив полігонів на довкілля;
- розраховувати параметри елементів полігону (екрани, дренаж, фільтраційні системи);
- розробляти заходи з екологічного моніторингу та контролю безпеки полігонів.

3. Методичні вказівки

Перед початком заняття студенти мають опрацювати:

- Закон України «Про управління відходами» (2023);
- ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони та сховища промислових і токсичних відходів»;
- Директиву 1999/31/ЄС про захоронення відходів;
- Базельську конвенцію (1989).

4. Завдання для самостійного та групового виконання

Завдання 1. Аналітичне

Ознайомтесь із характеристикою реального або модельного полігону токсичних відходів (на вибір).

Необхідно:

1. Визначити клас небезпеки відходів, що приймаються полігоном.
2. Описати основні елементи його конструкції (гідроізоляція, дренаж, покриття, моніторинг).
3. Провести оцінку потенційних ризиків для навколишнього середовища.

4. Запропонувати 3–4 заходи для підвищення екологічної безпеки полігону.

Форма звіту: короткий аналітичний висновок (1–1,5 стор.).

Завдання 2. Розрахункове

Розрахувати приблизну площу секції полігону, необхідну для захоронення токсичних відходів протягом року.

Вихідні дані:

- Обсяг утворення токсичних відходів підприємства — 12 000 т/рік;
- Середня щільність відходів — 1,3 т/м³;
- Коефіцієнт ущільнення — 0,85;
- Товщина шару відходів у секції — 3 м.

Розрахувати:

4. Необхідний об'єм секції полігону;
5. Площу секції (з урахуванням ущільнення);
6. Розмір санітарно-захисної зони.

Результат подати у вигляді таблиці з короткими висновками.

Завдання 3. Творче (дискусійне)

Підготуйте коротку доповідь або дискусійну записку (5–7 хв) на одну із тем:

1. «Екологічна оцінка полігону токсичних відходів у моєму регіоні».
2. «Європейський досвід будівництва полігонів для небезпечних відходів».
3. «Чи можлива повна відмова від полігонів токсичних відходів у майбутньому?»

Мета: розвинути аналітичне мислення та вміння порівнювати підходи до управління небезпечними відходами.

Завдання 4. Практичне моделювання

На основі наданої схеми (викладач може показати приклад) розробіть структурну схему системи екологічного моніторингу полігону токсичних відходів, що включає:

- контрольні свердловини;
- точки відбору проб повітря, ґрунту, фільтрату;
- канали відведення стоків;
- систему збору газу.

Завдання: показати розуміння взаємозв'язку між технологічними процесами та природоохоронними заходами.

5. Питання для обговорення на семінарі

1. Які основні етапи експлуатації полігону токсичних відходів?
2. Які матеріали найчастіше використовують для гідроізоляції дна полігону?
3. Як здійснюється збір і очищення фільтрату?
4. Які фактори визначають вибір місця розташування полігону?
5. Як забезпечується моніторинг екологічного стану після закриття полігону?
6. Які технології рекультивації застосовуються після завершення експлуатації?
7. Чи є полігони токсичних відходів сталим рішенням з точки зору циркулярної економіки?

Форми контролю знань

- усне опитування;
- перевірка письмових розрахунків і аналітичних висновків;
- оцінка участі у дискусії;

Рекомендована література

1. Закон України «Про управління відходами», 2023.
2. ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони та сховища промислових і токсичних відходів».
3. Ковальчук І.П. *Екологічна безпека промислових технологій*. — Київ: НУБіП, 2021.

Критерії оцінювання

Вид діяльності	Макс. балів
Відповідь на питання	1
Розрахункове завдання	1
Усього	2

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №6

Тема: «Правила технічної експлуатації полігонів»

1. Мета заняття

- Закріпити знання студентів щодо нормативних вимог до технічної експлуатації полігонів;
- Навчитися аналізувати стан полігонів з позицій екологічної безпеки;
- Розвинути вміння оцінювати ефективність роботи інженерних систем полігону;
- Сформувати практичні навички ведення документації та екологічного моніторингу.

2. Ключові поняття для повторення

Полігон, технічна експлуатація, оператор полігону, фільтрат, полігонний газ, рекультивация, екологічний моніторинг, дренажна система, санітарно-захисна зона, система дегазації.

3. Завдання для виконання

І. Аналітична частина

1. Ознайомлення з нормативною базою.

На основі Закону України «Про управління відходами» (2023) та ДБН В.2.4-2-2005 визначити:

- Які основні вимоги висуваються до технічної експлуатації полігонів?
- Які види контролю повинні здійснюватися оператором полігону?
- Які порушення правил експлуатації є найпоширенішими?

2. Порівняльний аналіз.

Скласти таблицю, що відображає відмінності між:

Показник	Полігон твердих побутових відходів	Полігон промислових відходів	Полігон токсичних відходів
Основні прийняті відходи	...	...	...
Гідроізоляція	...	...	...
Система дегазації	...	...	...
Екологічний моніторинг	...	...	...

II. Практична частина

3. Розрахункове завдання №1 — Об'єм щоденного шару захоронення.

Вихідні дані:

- Добовий обсяг надходження відходів: 600 т;
- Густина ущільнених відходів: 0,8 т/м³;
- Площа робочої карти: 1,5 га.

Завдання:

Розрахувати товщину шару відходів, що утворюється за добу.

4. Розрахункове завдання №2 — Орієнтовний обсяг утворення фільтрату.

Вихідні дані:

- Кількість опадів на рік — 600 мм;
- Коефіцієнт фільтрації через тіло полігону — 0,3;
- Площа полігону — 5 га.

Завдання:

Розрахувати річний обсяг фільтрату (у м³).

III. Ситуаційні завдання

1. Ситуація

1.

На полігоні зафіксовано підвищення температури у тілі відходів до 70 °С.

- Які можливі причини цього явища?
- Які дії має виконати оператор полігону?
- Які екологічні ризики при цьому виникають?

2. Ситуація

2.

Під час контролю якості фільтрату виявлено перевищення ГДК за амонійним азотом у 5 разів.

- Які можливі джерела забруднення?
- Які технічні або організаційні заходи потрібно впровадити?

3. Ситуація

3.

На полігоні відсутня система дегазації.

- Які наслідки для навколишнього середовища це може мати?
- Які існують технології збору та утилізації полігонного газу?
- Запропонуйте оптимальну схему дегазації для полігону площею 10 га.

IV. Практичне завдання з моніторингу

1. Розробити план екологічного моніторингу полігону, який має містити:

- Перелік об'єктів спостереження (повітря, вода, фільтрат, газ, ґрунти);
- Показники контролю;
- Періодичність вимірювань;
- Методи визначення;
- Відповідальних осіб або підрозділи.

(Оформити у вигляді таблиці).

V. Дискусійні питання для семінару

1. Чи доцільно в Україні поступово відмовлятися від полігонів на користь заводів з енергетичної утилізації відходів?
2. Які переваги та ризики має використання полігонного газу як джерела енергії?
3. Які технічні рішення можуть забезпечити «нульовий фільтрат»?
4. Чому важливо вести постексплуатаційний моніторинг полігонів не менше 30 років?

VI. Індивідуальні завдання (на вибір)

1. Розробити паспорт експлуатації умовного полігону з описом технологічного процесу.
2. Побудувати схему інженерних систем полігону (гідроізоляція, дренаж, дегазація).
3. Оцінити екологічний ризик функціонування полігону, використовуючи метод матриці ризику.
4. Підготувати короткий звіт (1–2 стор.) про сучасні технології рекультивації полігонів у ЄС.

Критерії оцінювання

Вид діяльності	Макс. балів
Відповідь на питання	1
Розрахункове завдання	1
Усього	2

Рекомендована література

1. Закон України «Про управління відходами» (2023).
2. Наказ Мінрегіону № 203 від 01.12.2010 «Правила експлуатації полігонів твердих побутових відходів».
3. ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони та сховища промислових і токсичних відходів».
4. Директива 1999/31/ЄС «Про захоронення відходів».
5. Ковальчук І.П. *Екологічна безпека технологічних процесів*. — К.: НУБіП, 2021.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №7

Тема: Експлуатація установок спалювання відходів

1. Мета заняття

- Ознайомити студентів із принципами роботи установок для термічного знешкодження відходів.
- Навчити визначати основні експлуатаційні параметри печей спалювання.
- Розвинути навички розрахунку теплового балансу установки.
- Навчити оцінювати екологічні показники процесу спалювання (викиди, ступінь очищення димових газів).

2. Теоретичні відомості

2.1. Призначення і типи установок спалювання відходів

Печі з колосниковими ґратами; обертові печі; камерні установки; факельні пальники та плазмові установки.

2.2. Основні етапи процесу спалювання

1. Сушіння
2. Піроліз
3. Окислення (спалювання)
4. Догорання газоподібних продуктів

2.3. Основні показники ефективності

Температура спалювання (850–1200 °С для побутових відходів), час перебування газів у камері (≥ 2 с), надлишок повітря ($\lambda = 1.2\text{--}2.0$), вміст CO_2 , CO, NO_x , HCl, HF у димових газах.

3. Аналіз технологічної схеми установки

1. Розглянути схему установки спалювання ТПВ (викладач надає варіант).
2. Визначити:
 - тип печі;
 - спосіб подачі повітря;
 - місце допалювання газів;
 - тип і послідовність систем очищення.
3. Зробити висновок щодо ефективності та екологічної безпеки установки.

Форма звіту: короткий опис схеми (до 1 стор.), таблиця з характеристиками основних елементів.

4. Розрахункова частина

Приклад 1. Розрахунок кількості повітря для повного спалювання відходів

Вихідні дані: С – 40 %, Н – 6 %, О – 30 %, S – 0.5 %, N – 2 %, волога – 15 %, зольність – 6.5 %.

Завдання: Визначити теоретичну кількість повітря, необхідну для спалювання 1 кг відходів.

$$O_2 = (1/100) * (2.67C + 8H + S - O) = (1/100) * (2.67 \times 40 + 8 \times 6 + 0.5 - 30) = 1.36 \text{ кг } O_2$$

$$L_{\text{теор}} = 1.36 / 0.232 = 5.86 \text{ кг повітря}$$

$$L_{\text{дійсн}} = 5.86 \times 1.6 = 9.38 \text{ кг повітря}$$

Відповідь: для спалювання 1 кг відходів потрібно ≈ 9.4 кг повітря.

Приклад 2. Тепловий баланс печі спалювання

Вихідні дані: $Q_{\text{нр}} = 12$ МДж/кг, $B = 500$ кг/год, $\eta = 75$ %.

$$Q_{\text{корисн}} = B \times Q_{\text{нр}} \times \eta = 500 \times 12 \times 0.75 = 4500 \text{ МДж/год}$$

$$Q_{\text{втрат}} = B \times Q_{\text{нр}} \times (1 - \eta) = 1500 \text{ МДж/год}$$

Розподіл втрат: димові гази – 60 %, шлак – 25 %, радіаційні втрати – 15 %.

Приклад 3. Розрахунок об'єму димових газів

$$V_{\text{сух}} = 0.089C + 0.265H + 0.033S + 0.79L_{\text{дійсн}}$$
$$V_{\text{сух}} = 0.089 \times 40 + 0.265 \times 6 + 0.033 \times 0.5 + 0.79 \times 9.38 = 8.54 \text{ м}^3/\text{кг палива}.$$

4. Завдання для самостійного виконання

1. Розрахувати кількість повітря та димових газів для спалювання 1 кг відходів іншого складу.
2. Побудувати спрощений тепловий баланс установки.
3. Визначити температуру димових газів після камери догорання при заданих умовах.

Контрольні запитання

1. Які етапи процесу спалювання відходів?
2. Як впливає вологість відходів на температуру горіння?
3. Яке значення має надлишок повітря?
4. Які основні джерела втрат тепла в установці?
5. Як здійснюється очищення димових газів?

Критерії оцінювання

Вид діяльності	Макс. балів
Звіт з аналізу	1
Розрахункове завдання	1
Усього	2

Література

1. Гіляровський Р.С. Теплотехнічні основи процесів спалювання. — К.: Техніка, 2015.
2. Трофимчук А.О., Кухар В.П. Екологічна безпека технологічних процесів. — К.: НТУУ «КПІ», 2020.
3. Directive 2000/76/EC on the Incineration of Waste (EU).
4. Наказ Міністерства України №203 «Про затвердження правил експлуатації установок спалювання відходів», 2018.