



**Петро Войтків**

# **ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ**

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**



**ЛЬВІВ – 2026**

**Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет  
імені Івана Франка**

**Петро ВОЙТКІВ**

# **ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ**

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**



**Львів  
ЛНУ імені Івана Франка  
2026**

*Рекомендовано  
кафедрою конструктивної географії і картографії  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка.  
Протокол №8 від 10 лютого 2026 р.*

*Рецензент:* доц. Наконечний Юрій Ігорович (Львівський національний університет імені Івана Франка)

**Войтків П. С. Технології поводження з відходами : навчально-методичні вказівки.** Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2026. 83 с.

Навчально-методичні вказівки містять теми та розширений план лекційного курсу, описові завдання, семінарські заняття, тематику до самостійної роботи та список рекомендованої з курсу «Технології поводження з відходами» для магістрів галузі знань *G – Інженерія, виробництво та будівництво*, спеціальності *G2 – Технології захисту навколишнього середовища*.

© Львівський національний університет  
імені Івана Франка, 2026  
© Войтків П. С., 2026

## ЗМІСТ

---

	Стор.
<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС</b> .....	13
<b>ЛЕКЦІЯ 1.</b> Основи та технології поводження з відходами: нормативне регулювання та стратегії управління. .	13
<b>ЛЕКЦІЯ 2.</b> Відходи та технології поводження з ними: від архаїчних методів до замкненого циклу.....	18
<b>ЛЕКЦІЯ 3.</b> Технології поводження з твердими побутовими відходами: фізико-хімічний аналіз та методи детоксикації. ....	20
<b>ЛЕКЦІЯ 4.</b> Технології поводження з промисловими відходами та інженерні засади безвідходних виробництв. ....	23
<b>ЛЕКЦІЯ 5.</b> Радіоактивні відходи: методи переробки, кондиціонування та тривалої ізоляції. ....	26
<b>ЛЕКЦІЯ 6.</b> Технології поводження з відходами агропромислового комплексу. ....	30
<b>ЛЕКЦІЯ 7.</b> Технології біоконверсії та енергетичної утилізації органічних відходів тваринництва. ....	32
<b>ЛЕКЦІЯ 8.</b> Поводження з хімічно небезпечними відходами в агросфері та методи рекультивації забруднених земель. ....	36
<b>ЛЕКЦІЯ 9.</b> Технології управління медичними відходами: інженерна дезінфекція, детоксикація та екологічна безпека в умовах нових санітарних норм. . .	39
<b>ЛЕКЦІЯ 10.</b> Технології поводження з відходами будівництва та знесення: технічні засади рециклінгу та управління відходами руйнації. ....	42

<b>ЛЕКЦІЯ 11.</b> Стандарти міжнародного співробітництва та інженерний контроль у системі транскордонного поводження з відходами. . . . .	45
<b>СЕМІНАРСЬКІ ЗАНЯТТЯ</b> . . . . .	49
<b>СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №1.</b> Технологічний аналіз систем утворення та моніторингу побутових, промислових та небезпечних відходів у регіональному розрізі України. . . . .	49
<b>СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №2.</b> Технологічний регламент та правове регулювання сучасних систем управління відходами в Україні. . . . .	51
<b>СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №3.</b> Відходи та технології поводження з ними: від класифікації до високотехнологічного оброблення . . . . .	52
<b>СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №4.</b> Технології поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ): інженерні рішення та методи переробки . . . . .	54
<b>СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №5.</b> Технологічні цикли та інженерні рішення з оброблення твердих відходів промислових підприємств. . . . .	56
<b>СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №6.</b> Спеціальні технології оброблення, кондиціонування та захоронення радіоактивних відходів (РАВ). . . . .	58
<b>СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №7.</b> Технології знешкодження, рекуперації та комплексного використання відходів агропромислового комплексу (АПК). . . . .	60
<b>СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №8.</b> Технології оброблення, утилізації та енергетичного відновлення органічних відходів тваринництва . . . . .	62

<b>СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №9.</b> Технології знешкодження, детоксикації та утилізації застарілих пестицидів і агрохімікатів. . . . .	64
<b>СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №10.</b> Технологічні цикли та інженерні рішення у сфері управління медичними відходами . . . . .	66
<b>СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №11.</b> Технології поводження з будівельними відходами та відходами руйнувань: рециклінг, утилізація та відновлення.. . . .	68
<b>СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №12.</b> Технології та стратегії управління відходами: кращі європейські практики і перспективи їх імплементації в Україні . . .	70
<b>САМОСТІЙНА РОБОТА.</b> . . . . .	73
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> . . . . .	79



## ВСТУП

---

Навчально-методичні вказівки розроблено відповідно до навчальної програми курсу «**Технології поводження з відходами**» для студентів географічного факультету. Вони відповідають освітньо-професійній програмі магістра «Технології захисту навколишнього середовища» (*галузь знань G – Інженерія, виробництво та будівництво, спеціальність G2 – Технології захисту навколишнього середовища*).

**Технології поводження з відходами** – це комплексна навчальна дисципліна яка вивчає технічні методи та сучасні промислові цикли оброблення відходів від нормативного регулювання до впровадження систем замкненого циклу.

Дисципліна охоплює способи сортування та детоксикації побутового сміття разом із технологічними засадами створення безвідходних виробництв у промисловості. Вона розглядає методи переробки та безпечної ізоляції радіоактивних матеріалів, а також процеси біоконверсії та отримання енергії з органічних відходів агрокомплексу.

Важливою частиною навчання є опанування технологій рекультивациі забруднених земель і методів очищення ґрунтів від небезпечних хімікатів.

Окрему увагу приділено безпечній дезінфекції медичних відходів та способам переробки будівельного брухту й відходів руйнації для відновлення інфраструктури.

Програма завершується вивченням міжнародних стандартів та технічних засобів контролю за транс-кордонним переміщенням відходів для захисту довкілля.

**Актуальність дисципліни** зумовлена необхідністю підготовки фахівців зі спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» здатних професійно реалізовувати законодавчі вимоги та впроваджувати

високоєфективні технічні рішення для екологічно безпечного збору, переробки, рекультивації та утилізації відходів у межах економіки замкненого циклу.

**Метою** вивчення дисципліни є засвоєння студентами теоретичних основ і практичних навичок застосування сучасних технологій оброблення відходів виробництва та споживання для їх ефективного використання як вторинної сировини та забезпечення збалансованого природокористування.

**Предметом** вивчення дисципліни є технічні закономірності та технологічні параметри процесів збирання, сортування, оброблення, утилізації та знешкодження відходів виробництва і споживання з метою їх трансформації у вторинні ресурси та мінімізації негативного впливу на довкілля.

#### **Цілі:**

1) засвоєння теоретичних та методологічних основ функціонування комплексних систем управління відходами для побудови моделей замкненого циклу;

2) опанування навичок ідентифікації та технічної характеристики різних видів відходів відповідно до державної класифікації та їх фізико-хімічних властивостей;

3) формування вмінь комплексно аналізувати технологічні цикли від джерел утворення та обсягів накопичення до фінальних стадій переробки чи утилізації;

4) вивчення технічних підходів до проектування систем знешкодження небезпечних субстратів та розробки схем раціонального використання вторинних ресурсів;

5) набуття знань про інноваційні методи рециклінгу та термічної конверсії відходів з метою їх перетворення на корисну сировину або енергію;

6) оволодіння методами оцінки еколого-економічної ефективності технологічних рішень для забезпечення балансу між промисловим розвитком та охороною довкілля;

**Міждисциплінарні зв'язки** охоплюють екологію, техноекологію, промислову екологію, географію, моніторинг довкілля, нормуванням антропогенного навантаження на навколишнє середовище, екологічну безпеку, моделювання та прогнозування стану довкілля, організацію та управління в природоохоронній діяльності, ґрунтознавство, геологію, земельні ресурси та ін.

В результаті вивчення даного курсу студент **буде знати:**

- 1) нормативно-правову базу та державні стандарти у сфері управління відходами в Україні;
- 2) сутність дефініції «відходи» та методологічні засади системного поводження з ними;
- 3) класифікацію відходів за походженням, фізико-хімічними властивостями та класами небезпеки;
- 4) технології поводження з побутовими та промисловими відходами, а також характер їхнього впливу на екосистеми та здоров'я людини;
- 5) технічні регламенти та методи безпечної ізоляції й поводження з радіоактивними відходами;
- 6) методи утилізації, знешкодження та біоконверсії органічних відходів агропромислового комплексу;
- 7) специфіку збирання, дезінфекції та перероблення медичних відходів і відходів будівництва та руйнації;
- 8) сучасні стратегії управління відходами та досвід реалізації циркулярної економіки в Україні та країнах ЄС;
- 9) засади міжнародного співробітництва та інструменти контролю у сфері транскордонного переміщення відходів;
- 10) екологічні ризики традиційних методів видалення відходів та перспективи їх екологізації для охорони природи;
- 11) інноваційні технології механічного, фізико-хімічного та термічного оброблення різних видів відходів;
- 12) технологічні рішення щодо енергетичної утилізації відходів та їх використання як альтернативної сировини;

13) сучасні технічні стандарти екологічно безпечного захоронення та рекультивациі полігонів;

14) методики оцінки еколого-економічної ефективності впровадження новітніх технологій поводження з відходами.

**вмісту:**

1) вільно володіти понятійним апаратом у сфері управління відходами для фахової комунікації та підготовки технічної документації;

2) проводити класифікацію та ідентифікацію відходів за видами та класами небезпеки згідно з чинним законодавством України та ЄС;

3) проводити збір та системний аналіз даних щодо обсягів утворення, морфологічного складу та фізико-хімічних властивостей відходів;

4) здійснювати техніко-екологічне обґрунтування вибору конкретних технологій оброблення, перероблення або видалення відходів;

5) оцінювати рівень екологічної безпеки та техногенного ризику при впровадженні різних систем поводження з небезпечними відходами;

6) пропонувати адаптивні технологічні рішення для управління відходами з урахуванням регіональної специфіки та наявної інфраструктури;

7) обґрунтовувати вибір «найкращих доступних технологій» для мінімізації негативного впливу відходів на довкілля;

8) розробляти рекомендації щодо створення систем комплексного управління відходами на засадах циркулярної економіки;

9) визначати параметри та режими роботи установок для біоконверсії органічних відходів та виробництва енергії з біомаси;

10) формувати плани моніторингу та технічні рішення щодо рекультивациі територій після завершення експлуатації об'єктів поводження з відходами.

Вивчення курсу сприяє розвитку таких надпрофесійних навичок (*soft skills*): когнітивна гнучкість, професійна

самопрезентація, критичне мислення, уміння працювати в колективі.

**Зміст ОК 7** має сприяти формуванню у студентів такої інтегральної компетентності: здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері технологій захисту навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується комплексністю й невизначеністю умов і вимог.

А також таких **загальних та фахових компетентностей**:

**Загальні компетентності:**

**ЗК 03.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**ЗК 04.** Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

**ЗК 05.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.

**ЗК 06.** Здатність розробляти проекти та управляти ними.

**Фахові компетентності:**

**ФК 01.** Здатність контролювати й оцінювати екологічні ризики впливу техногенних об'єктів і господарської діяльності на довкілля.

**ФК 03.** Здатність планувати, проектувати та контролювати параметри роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища.

**ФК 04.** Здатність розробляти нові та використовувати відомі способи утилізації, знезараження та рециклінгу побутових і промислових відходів.

**ФК 06.** Здатність контролювати й оцінювати ефективність природоохоронних заходів та застосовуваних технологій.

**Технології поводження з відходами**, як складова підготовки магістра, має сприяти досягненню таких **програмних результатів навчання**:

**ПРН 03.** Використовувати сучасні комунікаційні, комп'ютерні технології у природоохоронній сфері, збирати,

зберігати, обробляти і аналізувати інформацію про стан навколишнього середовища та виробничої сфери для вирішення завдань професійної діяльності.

**ПРН 04.** Обґрунтовувати рішення направлені на мінімізацію екологічних ризиків господарської діяльності на загальнодержавному, регіональному й локальному рівнях.

**ПРН 08.** Проектувати системи комплексного управління відходами та еколого-економічними аспектами їх утилізації, основами проектування полігонів для розміщення відходів, оцінювати їх вплив на довкілля та людину.

**ПРН 09.** Оцінювати загрози фізичного, хімічного та біологічного забруднення біосфери та його впливу на довкілля і людину, вміти аналізувати зміни, що відбуваються в навколишньому середовищі під впливом природних і техногенних факторів.

**ПРН 10.** Оцінювати вплив промислових об'єктів на навколишнє середовище, наслідки інженерної діяльності на довкілля і пов'язану з цим відповідальність за прийняті рішення, планувати і проводити прикладні дослідження з проблем впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище.

**ПРН 11.** Організовувати утилізацію і знезаражування промислових і небезпечних відходів, оцінювати вплив промислових і небезпечних відходів на довкілля.

**ПРН 14.** Проектувати системи і технології захисту навколишнього середовища.

## **ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Теоретичні основи та галузеві технології поводження з відходами: від нормативного регулювання до інженерної ізоляції (16 год.)**

*Тема 1. Основи та технології поводження з відходами: нормативне регулювання та стратегії управління (4 год.).*

*Тема 2. Відходи та технології поводження з ними: від архаїчних методів до замкненого циклу (2 год.).*

*Тема 3. Технології поводження з твердими побутовими відходами: фізико-хімічний аналіз та методи детоксикації (4 год.).*

*Тема 4 Технології поводження з промисловими відходами та інженерні засади безвідходних виробництв (4 год.).*

*Тема 5. Радіоактивні відходи: методи переробки, кондиціонування та тривалої ізоляції (2 год.).*

### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Екологічні технології поводження з відходами агропромислового комплексу: біоенергетична конверсія та хімічна детоксикація (8 год.).**

*Тема 6. Технології поводження з відходами агропромислового комплексу (2 год.).*

*Тема 7. Технології біоконверсії та енергетичної утилізації органічних відходів тваринництва (4 год.).*

*Тема 8. Поводження з хімічно небезпечними відходами в агросфері та методи рекультивації забруднених земель (2 год.).*

### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Спеціалізовані технології поводження з відходами та міжнародні стандарти екологічного контролю (8 год.)**

*Тема 9. Технології управління медичними відходами: інженерна дезінфекція, детоксикація та екологічна безпека в умовах нових санітарних норм (2 год.).*

*Тема 10. Технології поводження з відходами будівництва та знесення: технічні засади рециклінгу та управління відходами руйнації (4 год.).*

*Лекція 11. Стандарти міжнародного співробітництва та інженерний контроль у системі транскордонного поводження з відходами (2 год.).*

## ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

---

Лекційний курс, що складається з трьох змістових модулів і одинадцять лекцій, побудований таким чином, що кожна лекція містить розширений план, рекомендовану літературу та описові завдання, які слугують для повноцінної самостійної підготовки студентів-магістрів до модульного контролю та іспиту з дисципліни.

### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ГАЛУЗЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ: ВІД НОРМАТИВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ДО ІНЖЕНЕРНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ**

#### **Лекція 1. ОСНОВИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ: НОРМАТИВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ**

**1.1. Суть та завдання дисципліни «Технології поводження з відходами».**

*Предмет і об'єкт вивчення в контексті спеціальності.*

*Роль технологічних рішень у мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.*

*Місце технологій поводження з відходами у структурі екологічної безпеки.*

**1.2. Нормативно-правове регулювання технологічних процесів.**

*Законодавча база України та її вплив на вибір технологій переробки та утилізації.*

*Технологічна ієрархія як основа екологічного захисту: пріоритетність методів поводження.*

*Нова дозвільна система для об'єктів, що здійснюють технологічні операції з відходами.*

**1.3. Еколого-технологічний аналіз структури та обсягів накопичення відходів.**

*Кількісна та якісна характеристика промислових і небезпечних відходів в Україні.*

*Класифікація техногенних об'єктів за їх ресурсо-перспективністю та технологічною придатністю до переробки.*

*Регіональні особливості утворення відходів I–III класів небезпеки.*

#### **1.4. Сучасний стан та промислові технології поводження з відходами.**

*Аналіз технологій експлуатації полігонів: інженерні методи захисту довкілля (збір фільтрату, дегазація).*

*Сміттєспалювальні та сміттєпереробні технології в Україні: проблеми та екологічні перспективи.*

*Національна стратегія як план технологічного оновлення залузі.*

#### **1.5. Міжнародна стандартизація ISO та технологічні аспекти РВВ.**

*Застосування стандартів ISO 14000 для контролю технологічних процесів на підприємствах.*

*Розширена відповідальність виробника (РВВ) як стимул для впровадження технологій рециклінгу упаковки.*

*Вплив міжнародних стандартів на екологічну безпеку технологій переробки.*

#### **1.6. Гарбологія та концептуальні технології мінімізації відходів.**

*Гарбологія як наукова база для вибору технології сортування та переробки.*

*Технологічні аспекти роздільного збирання та впровадження моделі «Zero Waste».*

*Відповідальне споживання як інструмент зниження навантаження на технологічні системи захисту довкілля.*

**Література: [4; 14; 15; 17; 26; 38; 39; 44].**

#### *Описові завдання до лекції 1:*

1. У чому полягає суть та актуальність дисципліни «технології поводження з відходами»?
2. Визначте предмет, мету та об'єкт дослідження технологій поводження з відходами.
3. Охарактеризуйте міждисциплінарні зв'язки дисципліни у системі захисту довкілля.
4. Як технології поводження з відходами сприяють реалізації концепції сталого розвитку?

5. Опишіть технологічний цикл відходів як головний об'єкт інженерно-екологічного дослідження.
6. Яке місце займають технологічні рішення у загальній структурі систем екологічного управління?
7. Сформулюйте основні завдання курсу щодо проектування сучасних технологічних ліній оброблення відходів.
8. Які ключові екологічні проблеми України зумовлюють необхідність впровадження новітніх технологій поводження з відходами?
9. Проаналізуйте рамковий Закон України «Про управління відходами» як основу для впровадження найкращих доступних технологій.
10. Виділіть міжнародні директиви та стандарти, що визначають технологічні вимоги до захисту навколишнього середовища.
11. Які зміни внесла нова дозвільна система у порядок експлуатації установок з технологічного оброблення відходів?
12. Розкрийте зміст ієрархії поводження з відходами як технологічного пріоритету екологічної політики.
13. У чому полягає технологічна суть «запобігання утворенню відходів» на етапі проектування продукту?
14. Які основні принципи державної політики спрямовані на запобігання утворенню відходів через технологічне оновлення виробництва?
15. Опишіть право власності на відхід у контексті його використання як вторинного технологічного ресурсу.
16. Які загальні вимоги встановлює законодавство до технологій поводження з небезпечними відходами?
17. Проаналізуйте підзаконні акти та постанови КМУ, що регулюють технологічні регламенти у цій галузі.
18. Опишіть структуру утворення та накопичення відходів в Україні з точки зору їх технологічного складу.
19. Проаналізуйте сучасний стан утворення промислових відходів.
20. Наведіть перелік властивостей, що роблять відходи небезпечними та вимагають специфічних технологій детоксикації.
21. Яким є стан накопичення відходів I–III класів небезпеки в розрізі регіонів України?
22. Визначте поняття «ресурсоперспективність» техногенних родовищ промислових відходів.

23. Як класифікація головних типів промислових відходів впливає на вибір методу їх технологічного відновлення?
24. Охарактеризуйте екологічні ризики територій із найбільшими об'ємами накопичення відходів.
25. У чому полягає суть та етапи реалізації Національної стратегії управління відходами щодо модернізації технічної бази?
26. Проаналізуйте сучасний стан технологій поводження з побутовими відходами в Україні.
27. Які інженерні технології забезпечують екологічну безпеку сучасних полігонів ТПВ (збір біогазу, фільтрату)?
28. Опишіть технологічні проблеми експлуатації застарілих сміттєзвалищ та шляхи їх рекультивації.
29. У чому полягають перспективи та екологічні обмеження сміттєспалювальних технологій в Україні?
30. Які операції з відновлення відходів є пріоритетними для екологічного оздоровлення територій?
31. Розкрийте зміст операцій з видалення відходів та вимоги до їх безпечного проведення.
32. Охарактеризуйте технологію підготовки відходів до повторного використання.
33. У чому полягає технологічна суть рециклінгу як методу захисту навколишнього середовища?
34. Яку роль відіграє Міжнародна організація ISO у стандартизації технологій захисту довкілля?
35. Опишіть історію та мету появи серії міжнародних стандартів ISO 14000.
36. Як система стандартів ISO 14000 забезпечує зменшення несприятливих впливів на навколишнє середовище на мікро- та макрорівнях?
37. Яку структуру має стандарт ISO 14001 і як він інтегрується у технологічний процес підприємства?
38. Розкрийте функції Системи екологічного менеджменту (СЕМ) згідно з ДСТУ ISO 14001:2006.
39. Назвіть технічні комітети ISO, що розробляють регламенти для екологічних технологій.
40. Що таке «Розширена відповідальність виробника» (РВВ) і як вона стимулює впровадження технологій рециклінгу?
41. Які основні цілі та аспекти РВВ закріплені в сучасному екологічному законодавстві?

42. Як функціонують Організації розширеної відповідальності виробника (ОРВВ) щодо розбудови інфраструктури переробки?
43. Проаналізуйте європейські моделі РВВ (на прикладі членів EXPRA) та їх технологічну ефективність.
44. Які передумови необхідні для успішного впровадження системи РВВ в українських реаліях?
45. Дайте визначення науці «гарбологія» та її значення для вибору технологій сортування ТПВ.
46. Охарактеризуйте основні напрямки гарбологічних досліджень у сфері захисту довкілля.
47. На які групи за економічною та екологічною ефективністю можна розділити сучасні технології переробки ТПВ?
48. Які технологічні вимоги висуваються до сміттесортувальних ліній та комплексів в Україні?
49. Опишіть досвід впровадження роздільного збирання відходів як першого етапу технологічного циклу.
50. Проаналізуйте проєкт будівництва сміттєпереробного заводу у Львові (технологічні особливості МБО).
51. Що таке «відповідальне споживання» в контексті зменшення навантаження на технології утилізації?
52. Виділіть основні принципи та переваги відповідального споживання для екологічної безпеки.
53. Які дії споживача вважаються технологічно значущими для полегшення процесів рециклінгу?
54. Опишіть суть концепції «Zero Waste» та її технологічні інструменти.
55. Які існують види відповідального споживання та як вони впливають на життєвий цикл продукту?
56. Розкрийте суть та значення відновлення відходів порівняно з їх видаленням.
57. Які нові сміттєпереробні об'єкти заплановано побудувати в Україні згідно з планами модернізації?
58. Проаналізуйте тенденції цифровізації технологій управління відходами.
59. Які екологічні переваги надає впровадження циклічних технологій на рівні територіальних громад?
60. Сформулюйте перспективи розвитку технологій поводження з відходами в Україні на найближче десятиліття.

## **Лекція 2. ВІДХОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ: ВІД АРХАЇЧНИХ МЕТОДІВ ДО ЗАМКНЕНОГО ЦИКЛУ**

### **2.1. Технологічна еволюція поводження з відходами: історичний аспект.**

Архаїчні методи: від стихійних звалищ до перших каналізаційних систем.

Технологічні виклики промислової революції та становлення санітарної інженерії.

радянський досвід системи заготівлі вторинної сировини та її технологічна база.

Сучасний етап: перехід від захоронення до високотехнологічного відновлення.

### **2.2. Класифікація відходів як основа вибору технології переробки.**

Технологічна класифікація за агрегатним станом, хімічним складом та класом небезпеки.

Особливості технологій для багатотоннажних неорганічних (металовмісних) та органічних відходів.

### **2.3. Система ідентифікації та кодування: Державний класифікатор ДК 005-96 та європейські стандарти.**

Структура та логіка ДК 005-96.

Гармонізація українського класифікатора з переліком відходів ЄС. Категорії екологічної безпечності місць видалення як технічний регламент.

### **2.4. Сучасні технології трансформації відходів у ресурс.**

Recycling (Рециклінг): технології механічної, хімічної та термічної переробки вторинної сировини.

Ursucling (Апсайклінг) та Downsucling (Даунсайклінг): технологічні відмінності у зміні цінності матеріалу.

Відновлення: енергетична утилізація та отримання RDF-палива.

Концепція «Zero Waste» та технологічні кроки до Freecycling (безоплатного обміну ресурсами).

**Література: [4; 15; 23; 26].**

*Описові завдання до лекції 2:*

1. Якими були перші примітивні технології видалення відходів у первісному суспільстві та античності?

2. Як відсутність технологій організованого збору відходів у Середньовіччі вплинула на санітарний стан міст?
3. Які технологічні рішення з'явилися на початку промислового розвитку для боротьби з великими обсягами сміття?
4. Проаналізуйте радянську систему технологічного збору вторинної сировини: її переваги та недоліки.
5. Як змінилися технологічні підходи до поводження з відходами за часів незалежності України?
6. У чому полягає сучасний технологічний перехід від стратегії «захоронення» до стратегії «циркулярної економіки»?
7. Дайте визначення термінам «відходи» та «ТПВ» (тверді побутові відходи).
8. Як класифікація відходів за пріоритетними ознаками допомагає у виборі обладнання для переробки?
9. Проаналізуйте 5 рівнів класифікації в каталозі відходів.
10. Які технологічні особливості обробки «змішаних» відходів порівняно з розділено зібраними?
11. Опишіть технології ізоляції та стабілізації, що застосовуються до радіоактивних відходів.
12. Які органічні відходи можна безпосередньо повертати в технологічний процес як сировину?
13. Яка роль Державного класифікатора ДК 005-96 у створенні єдиної системи обліку відходів?
14. Опишіть структуру кодування відходів: як цифрові індекси допомагають автоматизувати процеси сортування?
15. Як класифікація відходів за агрегатним станом (тверді, рідкі, пастоподібні) впливає на вибір транспортувальних та переробних технологій?
16. Проаналізуйте класифікацію за класами токсичності.
17. Які європейські категорії небезпечності відходів інтегруються в українську технологічну практику?
18. Як категорії екологічної безпечності місць складання відходів визначають їх інженерне облаштування?
19. Визначте суть поняття «Recycling»: які технологічні цикли воно охоплює?
20. Які технології вторинної переробки дозволяють перетворювати пластик та папір на нові ресурси?
21. Проаналізуйте технологію термічної обробки (спалювання): умови отримання енергії та методи очищення викидів.
22. Опишіть технологічну специфіку переробки чорних та кольорових металів.

23. У чому полягає різниця між технологіями вторинної, третинної та четвертинної переробки?
24. Яке значення має технологія «Downcycling» (даунсайклінг) у контексті каскадного використання матеріалів?
25. Наведіть приклади технологічних процесів, що призводять до зниження якості матеріалу (даунсайклінгу).
26. У чому полягає економічна та технологічна вигода від впровадження процесів даунсайклінгу?
27. Розкрийте суть «Upsycling» (апсайклінгу): як підвищується цінність відходу без складних хімічних процесів?
28. Як реалізується принцип «Reduce, Reuse, Recycle» на промисловому рівні?
29. Що таке «Freecycling» з точки зору мінімізації витрат енергії на промислову переробку?
30. Які 5 кроків необхідно зробити для впровадження фрісайклінгу в міську інфраструктуру?
31. Опишіть сучасні закордонні розробки в галузі біотехнологічного розкладання пластику.
32. Які інженерні вимоги висуваються до сучасних полігонів ТПВ (системи збору фільтрату та біогазу)?
33. Охарактеризуйте технологічний стан сміттєпереробної галузі в Україні на поточному етапі.
34. Які основні перешкоди існують для впровадження технологій глибокої переробки відходів в українських реаліях?
35. Як цифрові технології (IoT, Smart-контейнери) можуть оптимізувати систему поводження з відходами?

### **Лекція 3.**

## **ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ: ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА МЕТОДИ ДЕТОКСИКАЦІЇ**

### **3.1. Характеристика та морфологічний аналіз ТПВ як об'єкта оброблення.**

*Фізико-хімічні властивості, фракційний та елементний склад ТПВ.*

*Чинники динаміки накопичення відходів та їх вплив на вибір потужностей переробного обладнання.*

*Аналіз енергетичного та ресурсного потенціалу компонентів ТПВ.*

### **3.2. Технології збору, логістики та попередньої підготовки ТПВ.**

*Інженерні методи сортування, пресування та подрібнення відходів.*

*Технологічні схеми роздільного збирання та їх ефективність для подальшої рециркуляції.*

*Методики розрахунку норм накопичення для оптимізації технічної бази поводження з відходами.*

### **3.3. Біотехнологічні та ґрунтові методи поводження з органічною фракцією ТПВ.**

*Аеробне та анаеробне компостування (біотермічний метод): технологічні режими та обладнання.*

*Сучасні технології полігонного захоронення: системи інженерного захисту (екранування, дегазація, очищення фільтрату).*

### **3.4. Термічні технології оброблення ТПВ та детоксикація викидів.**

*Порівняльний аналіз методів: спалювання, піроліз та газифікація.*

*Екологічні аспекти термічного оброблення: механізми утворення діоксинів та технології газоочищення.*

*Технології отримання енергії та альтернативного палива.*

### **3.5. Екотоксикологічні аспекти технологій поводження з ТПВ.**

*Технологічні бар'єри для міграції важких металів та патогенних мікроорганізмів у довкілля.*

*Гігієнічна оцінка ефективності методів знешкодження відходів за класами небезпеки.*

*Вплив продуктів технологічної переробки на здоров'я людини: моніторинг та контроль ризиків.*

**Література: [4; 15; 16; 26; 40-42; 44].**

#### Описові завдання до лекції 3:

1. Дайте визначення ТПВ та проаналізуйте наслідки їх неконтрольованого накопичення для довкілля.
2. Яким є морфологічний склад ТПВ та як він впливає на вибір технології переробки?
3. Проаналізуйте вплив сезонних чинників на відсотковий вміст компонентів ТПВ та налаштування ліній сортування.

4. Як благоустрій житлового фонду змінює типовий склад та обсяги утворення відходів?
5. Охарактеризуйте «фракційний склад ТПВ» та його значення для проектування механічних сепараторів.
6. Які фізичні властивості ТПВ (щільність, вологість, теплотворна здатність) є критичними для технологічних процесів?
7. Розкрийте значення хімічного складу ТПВ для оцінки екологічної безпеки продуктів їх переробки.
8. Проаналізуйте енергетичний та ресурсозберігаючий потенціал основних складових ТПВ.
9. Якими є технологічні особливості організації збору та первинного сортування ТПВ у населених пунктах?
10. Розкрийте суть та джерела розрахунку норм накопичення ТПВ для різних об'єктів (житлові будинки, установи).
11. Як тривалість замірів накопичення впливає на точність проектування потужностей сміттєпереробних заводів?
12. Опишіть технологічні схеми транспортування ТПВ та вимоги до спеціалізованого транспорту.
13. Проаналізуйте методику розрахунку об'ємів накопичення відходів для оптимізації логістичних маршрутів.
14. Які технологічні проблеми перешкоджають ефективному впровадженню роздільного збирання відходів в Україні?
15. Порівняйте склад звалищ великих міст України з даними країн ЄС у контексті придатності до рециклінгу.
16. У чому полягає суть ґрунтового методу знешкодження ТПВ на полігонах?
17. Охарактеризуйте біотермічний метод (компостування) як технологію стабілізації органічної фракції.
18. Проаналізуйте усереднені характеристики фільтрату полігонів та технології його інженерного очищення.
19. Які інженерні споруди передбачаються для запобігання забрудненню підземних вод у місцях видалення відходів?
20. Опишіть технологічний процес знезараження ТПВ біологічними методами.
21. У чому полягає різниця між стихійним сміттєзвалищем та технологічно обладнаним санітарним полігоном?
22. Охарактеризуйте термічні методи знешкодження ТПВ: спалювання, піроліз і газифікація.
23. За яких умов технологія сміттєспалювання є економічно та екологічно доцільною?

24. Розкрийте суть «піролізу» як методу отримання рідкого та газоподібного палива з відходів.
25. Виділіть основні ступені та технології очищення димових газів у сучасних системах сміттєспалювання.
26. Проаналізуйте найбільш шкідливі продукти термолізу відходів та методи їх нейтралізації.
27. Що таке «діоксини» та які існують основні технологічні механізми їх утворення при термічній переробці?
28. Від яких параметрів технологічного режиму (температура, час перебування) залежить мінімізація формування діоксинів?
29. Охарактеризуйте технологію виробництва та використання вторинного палива з побутових відходів.
30. Які компоненти ТПВ є основними джерелами важких металів у технологічному циклі переробки?
31. Проаналізуйте вплив хімічних та біологічних інгредієнтів ТПВ на стан довкілля та здоров'я людини.
32. Які критерії використовуються для визначення класу небезпеки відходів та продуктів їх трансформації?
33. Наведіть показники виживання патогенних мікроорганізмів у ТПВ залежно від обраної технології оброблення.
34. Охарактеризуйте дію важких металів, що вивільняються під час порушення технологій утилізації.
35. Як здійснюється гігієнічна оцінка ефективності утилізації та знешкодження відходів?
36. Опишіть методологію медико-екологічного оцінювання технологій поводження з ТПВ.
37. Які технології використовуються для утилізації специфічних вторинних ресурсів (склобою та макулатури)?
38. Опишіть технологічні цикли переробки пластмас, шин та акумуляторів у системі рециклінгу.
39. Як здійснюється утилізація кольорових та чорних металів, вилучених із загальної маси ТПВ?
40. Сформулюйте комплексні вимоги до екологічної безпеки при виборі технології знешкодження ТПВ у громад.

#### **Лекція 4.**

### **ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ ТА ІНЖЕНЕРНІ ЗАСАДИ БЕЗВІДХОДНИХ ВИРОБНИЦТВ**

#### **4.1. Класифікація та ресурсний потенціал промислових відходів.**

*Системний аналіз твердих промислових відходів в Україні.*

*Оцінка відходів виробництва та споживання як вторинної сировини для антропогенного колообігу речовин.*

*Коефіцієнт безвідходності як показник технологічної досконалості виробничих процесів.*

#### **4.2. Інженерні методи створення маловідходних та «чистих» технологій.**

*Концепція «чистого виробництва» та стратегії ресурсозбереження в промисловості.*

*Технології імобілізації та капсулювання токсичних компонентів.*

*Фізико-хімічні способи переробки та методи нейтралізації розсіюваних відходів.*

#### **4.3. Галузеві технології утилізації промислових відходів.**

*Паливно-енергетичний та металургійний комплекси: технології переробки шлаків, золи та шламів.*

*Хімічна та нафтохімічна промисловість: технологічні схеми переробки кислих гудронів у бітум та термічна утилізація нафтошламів.*

*Машинобудування та деревообробка: методи регенерації відпрацьованих олив і термохімічна конверсія деревинних відходів.*

#### **4.4. Технології інженерного захисту при захороненні промислових токсичних відходів.**

*Проектування полігонів для відходів I–III класів небезпеки: функціональне зонування та бар'єрні технології.*

*Системи моніторингу та контролю екологічної безпеки об'єктів накопичення промислових шламів.*

*Вимоги до ізоляції та довготривалого зберігання хімічно активних субстратів.*

**Література: [3; 4; 15; 26; 38; 41].**

#### Описові завдання до лекції 4:

1. Проаналізуйте сучасний стан утворення та накопичення твердих промислових відходів в Україні.
2. Дайте визначення термінам «промислові відходи» та «відвали промислових відходів».

3. За якими технічними та екологічними ознаками здійснюється класифікація твердих промислових відходів?
4. У чому полягає різниця між «відходами виробництва» та «відходами споживання» у промисловому секторі?
5. Розкрийте суть «утилізовуваних» та «неутилізовуваних» відходів як об'єктів технологічного процесу.
6. Охарактеризуйте антропогенний циклічний колообіг речовин та місце в ньому промислових відходів.
7. Визначте поняття «коефіцієнт безвідходності» та поясніть його застосування (на прикладі вугільної промисловості).
8. Які види розсіюваних відходів становлять найбільшу загрозу для довкілля при порушенні технології оброблення?
9. Сформулюйте суть концепції безвідходного виробництва та основні положення, що покладені в її основу.
10. Дайте визначення «безвідходним» та «маловідходним» технологіям.
11. Охарактеризуйте концепцію «чисте виробництво» та принципи її впровадження на підприємствах.
12. Які існують міжнародні стандарти для впровадження та аудиту технологій «чистого виробництва»?
13. Проаналізуйте основні напрями розвитку безвідходних технологій у сучасній промисловості.
14. Які основні напрями ресурсозбереження є пріоритетними для фахівців із захисту довкілля?
15. Які промислові відходи використовують як вторинну сировину, що знову надходить у технологічний цикл?
16. Розкрийте суть та методи технології іммобілізації токсичних відходів для запобігання їх міграції.
17. Які фізико-хімічні способи переробки відходів застосовуються для нейтралізації агресивних субстратів?
18. Які ключові екологічні проблеми пов'язані з накопиченням великотоннажних промислових відходів в Україні?
19. Опишіть технологію утилізації золошлакових відходів паливно-енергетичного комплексу.
20. Як здійснюється технологічне оброблення та повторне використання відходів металургійного комплексу (шлаків, шламів)?
21. Проаналізуйте методи утилізації відходів машинобудування, зокрема металевої стружки та шламів гальваніки.
22. Охарактеризуйте технологічні схеми переробки та утилізації відходів хімічних виробництв.

23. Які речовини відносять до відходів нафтопродуктів та які існують методи їх технологічного відновлення?
24. Опишіть способи термохімічної переробки та утилізації відходів деревини.
25. Яка технологія застосовується для переробки та регенерації відпрацьованих промислових олив?
26. Розкрийте методику переробки відпрацьованих вторинних паливно-енергетичних ресурсів.
27. Проаналізуйте специфіку технологій переробки відходів нафтопереробки та нафтохімії.
28. Що таке «кислі гудрони» та які існують способи їх промислового використання?
29. Охарактеризуйте роботу та схему установки для технологічної переробки кислого гудрону в бітум.
30. Назвіть найпоширеніші способи утилізації та термічного знешкодження нафтових шламів.
31. Проаналізуйте схему та принцип роботи установки для спалювання нафтових шламів.
32. Які заходи застосовуються для комплексного використання великотоннажних видів відходів у будівництві?
33. Яке технологічне призначення має полігон для захоронення промислових відходів?
34. Наведіть перелік токсичних відходів I–III класу небезпеки, що підлягають прийому на спеціалізовані полігони.
35. Опишіть інженерну структуру та складники сучасного полігону промислових відходів.
36. Як здійснюється технологічне облаштування полігону для гарантування екологічної безпеки?
37. Яким чином проводиться функціональне розташування об'єктів на території полігону?
38. Опишіть систему технологічного контролю за безпекою та станом довкілля в зоні впливу полігону.
39. Проаналізуйте регламент функціонування полігонів промислових відходів: від приймання до консервації.
40. У чому полягає суть термічного способу знешкодження токсичних відходів перед їх остаточним захороненням?

## **Лекція 5.**

### **РАДІОАКТИВНІ ВІДХОДИ: МЕТОДИ ПЕРЕРОБКИ, КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА ТРИВАЛОЇ ІЗОЛЯЦІЇ**

### **5.1. Класифікація РАВ та джерела їх утворення.**

Характеристика РАВ за агрегатним станом, питомою активністю та періодом напіврозпаду.

Поняття «рівня вилучення» та критерії сортування відходів у ядерно-паливному циклі України.

Нормативне регулювання згідно із законом «Про поводження з радіоактивними відходами».

### **5.2. Технології переробки рідких радіоактивних відходів (РРАВ).**

Методи концентрування: випаровування, іонний обмін, зворотний осмос та ультрафільтрація.

Переробка низько- та середньоактивних сольових розчинів.

Технології твердіння (цементування, бітумування) як етап підготовки до тривалого зберігання.

### **5.3. Методи оброблення та кондиціонування твердих радіоактивних відходів (ТРАВ).**

Механічна переробка: пресування, подрібнення та дезактивація поверхонь.

Термічні технології: спалювання та плазмова переробка для мінімізації об'єму.

Хімічна переробка та технології склування (вітрифікація) для високорівневих відходів.

### **5.4. Інженерні системи зберігання, транспортування та захоронення РАВ.**

Технологія тимчасового контейнерного зберігання та функціонування спецкомбінатів.

Проектування приповерхневих та глибинних геологічних сховищ.

Система захисних бар'єрів: інженерні методи перешкодження міграції радіонуклідів у навколишнє середовище.

### **5.5. Технології поводження з відпрацьованим ядерним паливом (ВЯП).**

Порівняльний аналіз стратегій: відкритий цикл (захоронення) та закритий цикл (переробка).

Сучасні технології сухого зберігання ВЯП.

Забезпечення екологічної і техногенної безпеки на об'єктах ядерно-паливного циклу України.

Література: [3; 4; 9; 15; 16; 25; 44].

*Описові завдання до лекції 5:*

1. Дайте наукове визначення поняттю «радіоактивні відходи» (РАВ) та проаналізуйте основні джерела їх утворення в Україні.
2. Якими законодавчими актами регулюються технологічні процеси поводження з РАВ в Україні?
3. Визначте основні принципи державної політики, що визначають вибір технологій поводження з РАВ.
4. Охарактеризуйте агрегатні стани РАВ (газоаерозольні, рідкі, тверді), що утворюються під час експлуатації АЕС.
5. Як поділяють тверді РАВ за критерієм «рівень вилучення»?
6. Проаналізуйте класифікацію твердих та рідких РАВ за критерієм «питомої активності».
7. Як класифікують РАВ за періодом напіврозпаду радіонуклідів для визначення термінів їх ізоляції?
8. Які практичні завдання покладені в основу Загальнодержавної програми поводження з РАВ щодо модернізації технічної бази?
9. Які основні технологічні операції включають методи переробки рідких РАВ?
10. Охарактеризуйте технологію переробки низькоактивних та низькосольових рідких РАВ.
11. У чому полягає суть сорбційного методу переробки рідких РАВ та які сорбенти при цьому використовуються?
12. Проаналізуйте мембранні методи у технологіях очищення РРАВ.
13. Опишіть термічний метод концентрування рідких РАВ та його ефективність.
14. Як здійснюється технологія ствердіння концентратів РРАВ шляхом їх включення у зв'язувальні матеріали (цементування, бітумування)?
15. Яким технічним показникам повинні відповідати зв'язувальні матеріали для безпечної іммобілізації РАВ?
16. Розкрийте суть методу полімеризації як технології фіксації рідких радіоактивних компонентів.
17. Що розуміють під «технологією кондиціонування» РАВ та яка її головна мета?
18. Які стадії поводження з високо- та середньоактивними ТРАВ є обов'язковими перед їх захороненням?
19. Охарактеризуйте методи механічної переробки твердих РАВ (пресування, суперпресування, подрібнення).

20. Проаналізуйте технологію термічної переробки ТРАВ: спалювання та плазмове плавлення.
21. У чому полягає суть хімічної переробки (деактивації) поверхонь твердих радіоактивних відходів?
22. Розкрийте технологічну суть та переваги способу осклюдання для довгострокової стабілізації РАВ.
23. Які технологічні особливості має система збору та попереднього сортування РАВ на об'єктах енергетики?
24. Охарактеризуйте технологію тимчасового контейнерного зберігання РАВ та вимоги до контейнерних систем.
25. Яку роль у технологічній схемі поводження з РАВ відіграють Державні міжобласні спеціалізовані комбінати?
26. Які технічні вимоги висуваються до спеціалізованого транспорту для перевезення РАВ?
27. Проаналізуйте інженерні рішення, що передбачаються під час проектування приповерхневих та глибинних сховищ РАВ.
28. Охарактеризуйте класифікацію РАВ залежно від допустимості їх захоронення у різні типи сховищ.
29. Опишіть три захисні бар'єри при захороненні РАВ у геологічних формаціях, які перешкоджають міграції радіонуклідів.
30. Які обмеження встановлюються у межах санітарно-захисних зон об'єктів поводження з РАВ?
31. Проаналізуйте основні альтернативні шляхи (стратегії) поводження з відпрацьованим ядерним паливом (ВЯП).
32. Охарактеризуйте технологію «сухого» зберігання ВЯП (на прикладі Запорізької АЕС).
33. Розкрийте розташування та функції основних об'єктів ядерно-паливного циклу в Україні.
34. Яким чином забезпечується екологічна та техногенна безпека під час виконання технологічних операцій з ВЯП?
35. У чому полягає суть переробки ВЯП для вилучення корисних компонентів та зменшення обсягів відходів?
36. Як здійснюється довготривалий моніторинг навколишнього середовища в зонах розташування об'єктів поводження з РАВ?

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.**

# **ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ: БІОЕНЕРГЕТИЧНА КОНВЕРСІЯ ТА ХІМІЧНА ДЕТОКСИКАЦІЯ**

## **Лекція 6.**

### **ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ**

#### **6.1. Еколого-технологічна характеристика відходів АПК України.**

*Класифікація відходів рослинництва та тваринництва згідно з Державним класифікатором.*

*Вплив аграрного сектору на деградацію ґрунтів та антропогенне забруднення водних об'єктів.*

*Технологічні засади безвідходного агровиробництва та методологія оцінки біомаси як енергоресурсу.*

*Аналіз регіональної структури утворення аграрних відходів.*

#### **6.2. Технології переробки та енергетичного відновлення відходів рослинництва.**

*Рециклінг рослинних залишків: виробництво паливних брикетів, пелет та біовугілля.*

*Технології термохімічної конверсії та прямого спалювання біомаси для отримання теплової енергії.*

*Утилізація побічних продуктів переробки рослинницької продукції в харчовій та переробній промисловості.*

#### **6.3. Методологія комплексного управління органічними ресурсами тваринництва.**

*Технології анаеробного зброджування та аеробного компостування органічної маси.*

*Фізико-хімічні та біологічні методи знезараження стоків тваринницьких комплексів.*

*Інженерне облаштування гноєсховищ та технології безпечного внесення стабілізованих відходів у ґрунт.*

#### **6.4. Технології запобігання забрудненню водних та земельних ресурсів в АПК.**

*Методи очищення специфічних стічних вод сільсько-господарських підприємств.*

*Технологічні рішення щодо поводження з непридатними до використання пестицидами та агрохімікатами.*

*Умови та способи завершального етапу поводження з відходами: екологічно безпечне захоронення та рекультивація.*

**Література: [3-4; 15; 17; 28; 44].**

*Описові завдання до лекції 6:*

1. Дайте наукове визначення терміну «сільськогосподарські відходи» та проаналізуйте їхній склад у контексті впливу АПК на деградацію довкілля.
2. Які класифікаційні угруповання (група 01) Державного класифікатора відходів України об'єднують відходи сільського господарства та мисливства?
3. Порівняйте вітчизняні підходи до класифікації агровідходів із Європейським каталогом відходів (код 02).
4. За якими критеріями ступеня небезпеки та можливостей утилізації поділяються сільськогосподарські відходи?
5. Проаналізуйте регіональну структуру утворення відходів рослинництва та тваринництва в Україні на основі картосхем накопичення.
6. Які існують підходи до оцінки вартості сільськогосподарських відходів як потенційної енергетичної та матеріальної сировини?
7. У чому полягають особливості та перспективи впровадження безвідходних технологій у переробці сільськогосподарської сировини?
8. Розкрийте технологічну суть рециклінгу відходів рослинництва та основні інженерні проблеми його реалізації.
9. Які технології використовуються для перетворення рослинних залишків у джерела теплової та електричної енергії?
10. Охарактеризуйте методи утилізації відходів переробки рослинницької продукції (жом, меляса, лушпиння тощо).
11. Які фізико-хімічні процеси відбуваються під час термохімічної конверсії біомаси рослинного походження?
12. Проаналізуйте технології виробництва паливних пелет та брикетів як спосіб концентрування енергії відходів рослинництва.
13. Що згідно з технологічними стандартами відносять до відходів тваринництва та побічних продуктів тваринного походження?
14. Які умови та технічні способи реалізації завершального етапу поводження з відходами тваринництва?

15. Проаналізуйте методи переробки побічних продуктів тваринного походження залежно від їхньої категорії (I, II, III).
16. Як здійснюється технологічне оброблення відходів III категорії для їхнього подальшого використання?
17. Опишіть технологію аеробного компостування як метод біологічної стабілізації органічних відходів.
18. Які основні чинники та механізми призводять до забруднення стічних вод у сільськогосподарському виробництві?
19. Охарактеризуйте сучасні технологічні рішення для очищення висококонцентрованих стічних вод агропідприємств.
20. Які технічні заходи необхідно впровадити для запобігання фільтрації шкідливих речовин у підземні води з місць накопичення гною?
21. Опишіть технологію поводження з тарою та залишками пестицидів і агрохімікатів як небезпечними відходами в АПК.
22. У чому полягає гігієнічна оцінка способів утилізації та знешкодження специфічних сільськогосподарських відходів?
23. Проаналізуйте методика розрахунку реальних обсягів утворення відходів для проектування потужностей захисних споруд.
24. Сформулюйте принципи технологічного моніторингу довкілля в зонах інтенсивного ведення агровиробництва.

## **Лекція 7.**

### **ТЕХНОЛОГІЇ БІОКОНВЕРСІЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА**

#### **7.1. Еколого-технологічна оцінка відходів тваринництва та птахівництва.**

*Хімічний склад та фізико-механічні властивості екскрементів тварин.*

*Відходи тваринництва як джерело емісії парникових газів та нітратного забруднення гідросфери.*

*Класифікація побічних продуктів тваринного походження за ступенем екологічного ризику.*

#### **7.2. Технології поводження з підстилковим та безпідстилковим гноєм.**

*Інженерні методи збору, видалення та підготовки гною до використання.*

*Технологічні цикли зберігання: аеробна та анаеробна стабілізація в ґноссховищах.*

*Методики безпечного внесення рідких і твердих фракцій у ґрунт: екологічні регламенти та нормативи.*

### **7.3. Специфічні технології утилізації та знешкодження пташиного посліду.**

*Особливості накопичення та хімічна агресивність посліду.*

*Технології сушіння, гранулювання та термохімічної переробки посліду.*

*Напрямки рециклінгу: виробництво органо-мінеральних добрив та кормових добавок.*

### **7.4. Аеробні технології біотрансформації: компостування та вермикультивування.**

*Технологічні параметри промислового компостування сільськогосподарських відходів.*

*Інженерна біологія: метод вермикультивування та біоконверсія за допомогою личинок синантропних мух.*

*Характеристика вермикомпосту як екологічно безпечного продукту переробки.*

### **7.5. Технології анаеробного зброджування та виробництва біогазу.**

*Технологічні етапи метанового бродіння: від гідролізу до метаногенезу.*

*Конструкційні особливості біогазових установок та пристроїв для бродіння (реакторів).*

*Фізико-хімічні характеристики біогазу та технології його очищення від домішок.*

### **7.6. Ефективність та екологічний моніторинг біогазових комплексів.**

*Принципові схеми біогазових систем у структурі сучасного агропідприємства.*

*Розрахунок технологічної ефективності виробництва біогазу та використання біодобрив (дигестату).*

*Досвід експлуатації біогазових комплексів в Україні та світі в контексті декарбонізації енергетики.*

**Література: [4; 15; 19; 26-28].**

---

*Описові завдання до лекції 6:*

1. Дайте наукове визначення терміну «тваринницькі відходи» та назвіть основні побічні продукти цієї галузі.
2. Проаналізуйте хімічний склад екскрементів різних видів тварин як чинник антропогенного навантаження.
3. Як технології тваринництва впливають на емісію парникових газів (метану та оксиду азоту)?
4. Охарактеризуйте фізико-механічні властивості відходів тваринництва, що впливають на вибір способу їх транспортування.
5. У чому полягає негативний вплив непереробленого гною та посліду на ґрунти та поверхневі води?
6. Які особливості отримання та зберігання пташиного посліду як висококонцентрованого органічного субстрату?
7. Охарактеризуйте хімічний склад посліду дорослої птиці та його екотоксикологічні ризики.
8. Проаналізуйте потенціал України щодо утворення біо-відходів у тваринницькій галузі.
9. Що таке «підстилковий гній» та які технологічні схеми його утилізації існують?
10. Опишіть інженерні методи збирання, підготовки та зберігання підстилкового гною.
11. Як класифікують гній за ступенем розкладу та як це впливає на технологію його внесення?
12. Якими є нормативи об'ємної маси та норми внесення гною під основні сільськогосподарські культури?
13. Дайте загальну характеристику безпідстилкового гною та опишіть технології його підготовки до використання.
14. Охарактеризуйте інженерні споруди для довготривалого зберігання безпідстилкового гною.
15. Які існують технологічні регламенти та оптимальні терміни внесення рідкого гною в ґрунт?
16. Проаналізуйте методи запобігання фільтрації забруднюючих речовин з гноесховищ у навколишнє середовище.
17. Визначте основні напрямки технологічного використання пташиного посліду в сучасному агровиробництві.
18. Які особливості технології зберігання пташиного посліду для мінімізації втрат азоту?
19. Опишіть методику та технічні засоби для безпечного внесення посліду в ґрунт.
20. У чому полягає суть використання термічно обробленого посліду як кормової добавки?

21. Проаналізуйте технологію гранулювання посліду як спосіб дезінфекції та підвищення товарних якостей добрива.
22. Які екологічні обмеження існують при поводженні з пташиним послідом у межах водоохоронних зон?
23. Охарактеризуйте технологічний процес промислового компостування органічних відходів.
24. Проаналізуйте основні етапи та температурні режими процесу компостування.
25. Які особливості технології приготування торфогнойових та гноє-фосфоритних компостів?
26. Дайте визначення поняттю «вермикюльтура» та опишіть роль дощових черв'яків у біоконверсії відходів.
27. У чому полягає суть методу вермикюльтивування та які його переваги перед традиційним компостуванням?
28. Охарактеризуйте властивості вермикомпосту (біогумусу) як екологічно безпечної меліораційної добавки.
29. Проаналізуйте використання біомаси черв'яків у технологіях виробництва кормів.
30. опишіть принципи технології біоконверсії органіки за допомогою личинок синантропних мух.
31. Розкрийте суть технології переробки органічних відходів за допомогою анаеробного бродіння.
32. Що таке «біогазова установка» та які її основні конструкційні елементи?
33. Охарактеризуйте чотири мікробіологічні етапи метанового бродіння (гідроліз, ацетогенез тощо).
34. Які технологічні умови (температура, рН, перемішування) необхідні для ефективного анаеробного процесу?
35. Визначте питомий вихід біогазу залежно від виду вихідної сировини (сухої речовини).
36. опишіть хімічний склад біогазу та його енергетичну еквівалентність порівняно з природним газом.
37. Проаналізуйте фази гниття біомаси та чинники, що впливають на якість утвореного метану.
38. опишіть принципову схему біогазової системи інтегрованої у тваринницький комплекс.
39. Проаналізуйте методику розрахунку технологічної та економічної ефективності виробництва біогазу.
40. Наведіть приклади розрахунку виходу енергії з 1 га кукурудзяного силосу порівняно з тваринницькими відходами.

41. Якою є ефективність використання ріллі при вирощуванні різних культур для біоенергетичних потреб?
42. Охарактеризуйте потенціал та сучасний стан розвитку біогазового сектору в Україні.
43. Назвіть основні діючі біогазові заводи України та світових лідерів галузі.
44. Які інженерні та регуляторні питання необхідно вирішити для масового впровадження біогазових систем в Україні?
45. Дайте визначення поняттю «біоконсервація» у контексті підготовки сировини для біореакторів.
46. Як використання біодобрив (дигестату) після біогазової установки впливає на родючість ґрунту?
47. Проаналізуйте роль біогазових технологій у забезпеченні енергетичної незалежності агропідприємств.
48. Сформулюйте вимоги до екологічного моніторингу під час експлуатації промислових біогазових комплексів.

## **Лекція 8.**

### **ПОВОДЖЕННЯ З ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ В АГРОСФЕРІ ТА МЕТОДИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЕЛЬ**

#### **8.1. Поводження з непридатними пестицидами та агрохімікатами.**

*Класифікація відходів пестицидів за ступенем токсичності та фізико-хімічними властивостями.*

*Проблематика ліквідації запасів застарілих пестицидів: технології контейнеризації, перезатарення та довготривалого зберігання.*

*Сучасні методи термічного знешкодження (високотемпературна інсинерація) та плазмової деструкції стійких органічних забруднювачів.*

#### **8.2. Інженерні заходи щодо мінімізації негативного впливу мінеральних добрив.**

*Технологічні регламенти внесення мінеральних добрив як інструмент запобігання деградації ґрунтів.*

*Технології створення захисних гідротехнічних споруд та буферних зон для запобігання вимиванню сполук азоту і фосфору в природні води.*

*Методики розрахунку екологічно безпечних доз внесення агрохімікатів.*

### **8.3. Сорбційні та мікробіологічні технології очищення ґрунтів від відходів нафтопродуктів.**

*Механізм просочування нафтопродуктів у ґрунтову масу та технологічні методи визначення рівня забруднення.*

*Методологія застосування мінеральних сорбентів (на прикладі глауконіту) для локалізації нафтових плям.*

*Рекультивация промислових ділянок нафтогазового комплексу: етапи та технологічні схеми відновлення земель.*

### **8.4. Технології захисту ґрунтів від техногенного забруднення важкими металами.**

*Джерела надходження та міграції важких металів у технологічних ланцюгах агропромисловості.*

*Технології фітореMediaції та хімічної стабілізації рухомих форм металів у ґрунтовому розчині.*

*Інженерний моніторинг та методики екологічної оцінки стану земель, що зазнали хімічного навантаження.*

**Література: [3; 4; 12; 15; 39].**

#### *Описові завдання до лекції 8:*

1. Дайте наукове визначення терміну «пестициди» та проаналізуйте їхні технологічні форми застосування в агросфері.
2. Проаналізуйте механізми небіотичного та біотичного розкладання пестицидів у ґрунтовому середовищі.
3. Які інженерні проблеми виникають при поводженні з легко-розчинними пестицидами та їх міграцією у підземні води?
4. Охарактеризуйте технологічний цикл ліквідації запасів застарілих пестицидів: від інвентаризації до утилізації.
5. Які існують методи контейнеризації та перезатарення застарілих хімікатів для їх безпечного транспортування?
6. Проаналізуйте термічні методи знешкодження пестицидів: технології високотемпературного спалювання та плазмової деструкції.
7. Опишіть фізико-хімічні та біологічні методи детоксикації непридатних агрохімікатів.
8. Які технологічні проблеми виникають внаслідок неконтрольованого внесення мінеральних добрив?

9. Проаналізуйте екологічні наслідки застосування критичних доз азотних, фосфорних та калійних добрив.
10. Які негативні наслідки для структури ґрунту спричиняє надмірне використання вапнякових добрив?
11. Які заходи технологічного регламенту дозволяють запобігти негативному впливу мінеральних добрив на довкілля?
12. Охарактеризуйте сучасні технології точного внесення добрив у ґрунт як засіб захисту навколишнього середовища.
13. Опишіть інженерні методи захисту водних об'єктів від поверхневого стоку хімічних сполук із полів (створення буферних зон, перехоплювальних споруд).
14. Опишіть механізм впливу відходів нафтопродуктів на фізико-хімічні властивості та мікробіоту ґрунтів.
15. Які зміни у структурі ґрунтової маси викликає просочування нафти і як це впливає на вибір технології очищення?
16. Перерахуйте основні джерела та охарактеризуйте типи локального забруднення ґрунтів нафтопродуктами.
17. Які інструментальні та аналітичні методи дозволяють ідентифікувати ступінь забруднення ґрунту вуглеводнями?
18. Дайте характеристику мінеральному сорбенту глауконіт та опишіть його фізико-хімічні властивості.
19. Розкрийте методологію застосування сорбенту глауконіт при рекультивації територій нафтогазового комплексу.
20. У чому полягає технологічна суть «сорбентної екранізації» при локалізації розливів нафтопродуктів?
21. Проаналізуйте етапи реабілітації земель на промислових площадках підприємств із використанням мінеральних та біосорбентів.
22. Дайте визначення поняттю «техногенне забруднення ґрунтів» та проаналізуйте основні джерела антропогенного надходження важких металів.
23. Опишіть етапи реакції ґрунтових систем на техногенний вплив та їх еволюцію під навантаженням.
24. Які технології дозволяють зменшити рухливість важких металів у ґрунті (методи хімічної стабілізації)?
25. Охарактеризуйте технологію фіторемедіації як біологічний метод очищення земель від металів.
26. За якими критеріями здійснюється поділ ґрунтів за ступенем їхнього забруднення важкими металами?
27. Проаналізуйте інженерні заходи боротьби з деградацією та забрудненням ґрунтів на промислово-аграрних територіях.

28. Яким чином здійснюється технологічний моніторинг міграції хімічних поллютантів у ланцюгу «ґрунт-рослина-людина»?
29. У чому полягає суть гігієнічної оцінки технологій детоксикації забруднених земель?
30. Сформулюйте комплексні вимоги до вибору методу рекультивації залежно від типу та глибини хімічного забруднення.

### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ТА МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ ЕКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ**

#### **Лекція 9.**

#### **ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНИМИ ВІДХОДАМИ: ІНЖЕНЕРНА ДЕЗІНФЕКЦІЯ, ДЕТОКСИКАЦІЯ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В УМОВАХ НОВИХ САНІТАРНИХ НОРМ**

##### **9.1. Нормативно-технологічна база та класифікація медичних відходів (МВ).**

*Порівняльний аналіз наказів МОЗ № 325 та № 1827: філософія змін у системі управління відходами.*

*Класифікація МВ за категоріями (А, В, С, D) та кодами згідно з Національним переліком відходів (код 18 01 03\* та інші).*

*Критерії інфекційної, токсикологічної та радіологічної небезпеки в медичних підрозділах.*

##### **9.2. Технологічні цикли первинного поводження: збирання, пакування і маркування.**

*Система кольорового кодування та стандарти маркування небезпечних відходів.*

*Вимоги до конструкції пакування для гострих інструментів, анатомічних відходів та крові.*

*Організація інженерно-технічних приміщень для тимчасового зберігання МВ: вимоги до вентиляції та дезінфекції.*

##### **9.3. Сучасні методи оброблення та знешкодження небезпечних медичних відходів.**

*Технології управління інфекційно небезпечними відходами: автоклавування, мікрохвильове знезараження та хімічна стерилізація.*

*Поводження з токсичними та цитотоксичними відходами: методи фізико-хімічної нейтралізації та інсинерації.*

*Технології оброблення відходів амальгам та специфічних хімічних реагентів.*

#### **9.4. Екологічні виклики та стратегічна модернізація системи управління МВ в Україні.**

*Аналіз впливу МВ на довкілля та ризики поширення патогенів при недотриманні технологій.*

*Вплив воєнних дій на систему управління медичними відходами та нові вимоги до мобільного знешкодження.*

*Проблеми державного контролю, технологічного відставання та напрямки інвестицій у модернізацію інфраструктури поводження з МВ.*

**Література: [6; 19-21; 26-28; 33; 34; 44].**

#### *Описові завдання до лекції 9:*

1. Дайте наукове визначення терміну «медичні відходи» та проаналізуйте основні джерела їх утворення в системі охорони здоров'я.
2. У чому полягає фундаментальна зміна філософії управління відходами між Наказами МОЗ №325 (2015 р.) та №1827 (2024 р.)?
3. Охарактеризуйте класи небезпеки МВ (А, Б, В, Г, Д) згідно з попередніми проектами ДСанПіН та порівняйте їх із сучасними категоріями.
4. Розкрийте зміст термінів «видалення», «управління відходами» та «захоронення» в контексті технологій захисту довкілля.
5. Охарактеризуйте відходи категорії А: технологічні вимоги до їх збирання як до побутових відходів.
6. Які критерії визначають відходи категорії В як епідемічно небезпечні (Код 18 01 03\*) згідно з новими правилами?
7. Проаналізуйте категорію С (токсикологічно небезпечні): технологічні особливості поводження з хімічними реагентами.
8. Охарактеризуйте специфіку відходів категорії D: нормативи та вимоги до радіаційної безпеки.

9. Опишіть повний технологічний цикл системи поводження з МВ: від місця утворення до кінцевого знешкодження.
10. Які інженерно-технічні вимоги висуваються до приміщень для тимчасового зберігання небезпечних медичних відходів?
11. Розкрийте систему кольорового кодування та маркування пакування залежно від технологічного типу відходу.
12. Якими є конструктивні вимоги до упаковки (одноразових пакетів та контейнерів) для гострих інструментів та особливо небезпечних МВ?
13. Охарактеризуйте особливості пакування та маркування анатомічних відходів, частин тіл та залишків крові за новими стандартами.
14. Які технологічні обмеження існують для заповнення контейнерів небезпечними відходами перед їх герметизацією?
15. Опишіть порядок маркування небезпечних відходів згідно з вимогами Наказу №1827 (2024 р.).
16. Які сучасні технології застосовуються для управління інфекційно небезпечними відходами (Код 18 01 03\*)?
17. Проаналізуйте методи дезінфекції МВ: порівняльна характеристика автоклавування та хімічного знезараження.
18. Як здійснюється технологічне управління токсичними та цитотоксичними відходами (залишки ліків, цитостатики)?
19. Опишіть технологію поводження з відходами амальгам: методи локалізації та запобігання випаровуванню ртуті.
20. Які технічні методи використовуються для фізичної деструкції гострих інструментів (шредери, голко-подрібнювачі)?
21. Проаналізуйте переваги та недоліки інсинерації (спалювання) медичних відходів як методу повної термічної деструкції патогенів.
22. Охарактеризуйте технологію мікрохвильового знезараження МВ як альтернативу традиційним методам.
23. Яким чином воєнні дії на території України вплинули на логістику та безпеку управління медичними відходами?
24. Охарактеризуйте вплив небезпечних речовин, що містяться в МВ, на стан ґрунтів та підземних вод при порушенні технологій захоронення.
25. У чому полягають основні проблеми державного контролю та дозвільної системи у сфері МВ в Україні?

26. Проаналізуйте причини технологічного відставання України у сфері термічної утилізації медичних відходів.
27. Які інвестиційні пріоритети необхідні для модернізації технічної бази лікувальних закладів щодо поводження з МВ?
28. Як Наказ №1827 від 31.10.2024 р. вирішує проблему гармонізації українських стандартів з нормами Європейського Союзу?
29. Опишіть ризики для здоров'я персоналу та населення при недотриманні етапів системи поводження з інфекційними відходами.

## **Лекція 10.**

# **ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ БУДІВНИЦТВА ТА ЗНЕСЕННЯ: ТЕХНІЧНІ ЗАСАДИ РЕЦИКЛІНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ РУЙНАЦІЇ**

### **10.1. Технологічна класифікація будівельних відходів та сміття.**

*Системний підхід до визначень: відходи будівництва, знесення та специфічні «відходи від руйнувань».*

*Морфологічний склад та фізико-хімічні властивості будівельного сміття.*

*Категоризація відходів за ступенем придатності до вторинного використання.*

### **10.2. Екологічна безпека та оцінка техногенного впливу будівельних відходів.**

*Аналіз релевантних чинників впливу на компоненти довкілля та здоров'я населення.*

*Шкідливі та небезпечні виробничі чинники під час механізованого розбирання та сортування.*

*Технології пом'якшення негативного екологічного впливу при поводженні з пилоутворюючими та токсичними матеріалами.*

### **10.3. Нормативно-технологічний порядок поводження з відходами руйнації в Україні.**

*Регламент поводження з відходами, що утворилися внаслідок бойових дій та терористичних актів.*

*Технологія розчищення територій та вимоги до майданчиків тимчасового зберігання.*

Інженерне облаштування санітарно-захисних зон у місцях накопичення відходів руйнації.

#### **10.4. Технології механічного оброблення та сортування відходів будівництва.**

Етапи та обладнання для первинного та вторинного сортування на об'єктах знесення.

Технологічні лінії з дробіння, грохочення та магнітної сепарації залізобетонних конструкцій.

Відокремлення небезпечних включень (азбест, лакофарбові покриття) та біокомпонентів.

#### **10.5. Інженерні засади рециклінгу та принципи циркулярності в будівництві.**

Технології виробництва вторинного щебню, піску та наповнювачів для дорожнього будівництва.

Використання відсортованих відходів як ресурсу для подолання дефіциту будівельних матеріалів.

Досвід рециклінгу в довоєнний та воєнний періоди: від локальних ініціатив до загальнонаціональної стратегії.

#### **10.6. Регіональні аспекти та моніторинг поводження з відходами руйнації.**

Облік та виявлення обсягів відходів у найбільш постраждалих регіонах України.

Організація логістичних ланцюгів «об'єкт руйнації – центр переробки – споживач вторинної сировини».

Заключні етапи поводження: фінальна утилізація та рекультивация місць зберігання.

**Література: [1-3; 5; 18; 23; 26; 32; 35-37; 41; 43; 44].**

#### *Описові завдання до лекції 10:*

1. Дайте наукове визначення поняттям «будівельні відходи» та «відходи від руйнувань». У чому полягає їх відмінність?
2. Охарактеризуйте категорії будівельного сміття за ступенем їх придатності до повторного використання.
3. Проаналізуйте приблизний морфологічний склад відходів руйнувань: які компоненти переважають та як вони впливають на вибір технології переробки?
4. Які специфічні небезпечні включення (азбест, полімери, залишки ЛФМ) містять відходи будівництва та зносу?

5. Виділіть основні релевантні чинники впливу будівельних відходів на довкілля та визначте переважаючий чинник для України у військовий час.
6. Який вплив на атмосферне повітря та водні ресурси спричиняє несанкціоноване накопичення великих масивів відходів руйнації?
7. Охарактеризуйте негативні наслідки захарашення земель будівельним сміттям для біорізноманіття та рекреаційних зон.
8. Проаналізуйте шкідливі фізичні та хімічні виробничі чинники, що виникають під час механізованої утилізації будівельного сміття.
9. Які технологічні шляхи пом'якшення негативного екологічного впливу будівельних відходів є найбільш ефективними?
10. Охарактеризуйте чинний «Порядок поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням будівель» внаслідок бойових дій.
11. Які основні операції з поводження з відходами від руйнувань передбачені державними регламентами?
12. Яких технічних вимог дотримуються при організації місць тимчасового зберігання відходів від руйнувань?
13. Опишіть процедуру розчищення територій та первинного сортування відходів безпосередньо на місцях руйнувань.
14. Які державні органи здійснюють облік та виявлення обсягів відходів від руйнувань в Україні?
15. Опишіть технологічну послідовність етапів поводження з відходами від руйнувань: від демонтажу до рециклінгу.
16. Як здійснюється сортування будівельних відходів та відокремлення «біосміття» від мінеральних компонентів?
17. Яке технологічне обладнання використовується для подрібнення та фракціонування бетонного брухту?
18. У чому полягає складність технологічного відокремлення металеві арматури від залізобетонних відходів руйнації?
19. Розкрийте суть принципів «циркулярності» (замкненого циклу) та рециклінгу в сучасному будівництві.
20. Де можуть бути використані вторинні мінеральні ресурси (подрібнений бетон, цегла) після процедури сортування?
21. Проаналізуйте проблему дефіциту будівельних матеріалів та роль рециклінгу у її подоланні під час відновлення України.

22. Які існують технологічні вимоги до якості вторинної сировини, отриманої з відходів будівництва?
23. Проаналізуйте заключний етап поводження з відходами руйнувань: варіанти кінцевої утилізації та захоронення непридатних залишків.
24. Охарактеризуйте сучасний стан та обсяги утворення відходів від руйнувань у найбільш постраждалих регіонах України.
25. Як здійснюється аналіз та вибір місць для довгострокового зберігання відходів від руйнувань на регіональному рівні?
26. Наведіть приклади інтеграції відходів від руйнувань у загальнонаціональну стратегію управління відходами.
27. Які основні екологічні ризики виникають при відсутності системного моніторингу місць накопичення будівельних відходів?
28. Як здійснюється логістичне планування перевезення великогабаритних будівельних відходів у зоні бойових дій?
29. Проаналізуйте досвід європейських країн у технологіях рециклінгу будівельних відходів, який доцільно впровадити в Україні.

## **Лекція 11.**

### **СТАНДАРТИ МІЖНАРОДНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА ТА ІНЖЕНЕРНИЙ КОНТРОЛЬ У СИСТЕМІ ТРАНС- КОРДОННОГО ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ**

***11.1. Стратегічні напрями міжнародного співробітництва у впровадженні екологічно безпечних технологій та запобіганні глобальним техногенним впливам.***

*Інтеграція в межах глобальних екологічних конвенцій та протоколів.*

*Міжнародні проекти модернізації інженерної інфраструктури та управління стічними водами.*

*Впровадження інноваційних систем утилізації промислових відходів та ліквідації нафтових забруднень.*

***11.2. Основи систем управління відходами у світовій практиці та інженерні критерії класифікації небезпеки.***

*Диференціація промислових та побутових відходів у глобальних ланцюгах ресурсів.*

*Інженерна класифікація та ранжування небезпечних відходів за списками Базельської конвенції та Організації економічного співробітництва та розвитку.*

*Багаторівневі системи управління та моніторингу життєвого циклу відходів.*

### **11.3. Конвергенція та гармонізація інженерних стандартів поводження з відходами в Україні та ЄС.**

*Детермінація об'єктів управління: порівняльний аналіз морфологічних і категоріальних визначень.*

*Інженерно-логістичні цикли: трансформація підходів до збору, сортування та транспортування.*

*Технологічні регламенти видалення та поховання: від санітарних норм до екологічної безпеки.*

### **11.4. Контроль та інженерні бар'єри в системі міжнародної торгівлі та транскордонного переміщення відходів.**

*Механізми протидії незаконному транскордонному переміщенню токсичних субстратів.*

*Інженерно-правові інструменти Базельської конвенції: Жовтий та Зелений переліки.*

*Технологічний регламент експортно-імпортних операцій та екологічне страхування відповідальності.*

## **Література: [3; 15; 17; 22].**

### *Описові завдання до лекції 11:*

1. Яка роль міжнародних конвенцій у впровадженні інноваційних технологій знешкодження відходів та чому зусиль однієї держави недостатньо для запобігання глобальним техногенним катастрофам?
2. Яким чином Декларація ООН регулює відповідальність держав за транскордонне перенесення забруднювачів повітряними та водними потоками внаслідок недосконалих технологій очищення?
3. Охарактеризуйте пріоритетність міжнародних договорів над національним законодавством?
4. Які технологічні зобов'язання взяла на себе Україна після ратифікації Кіотського протоколу щодо модернізації промислового сектору та скорочення емісії парникових газів?
5. Розкрийте суть програми поетапного переходу українських підприємств на озонобезпечні речовини?

6. Які спільні інженерні заходи реалізуються Україною та країнами-сусідами для технологічного захисту транс-кордонних басейнів річок та акваторій морів від забруднення?
7. Проаналізуйте роль програми TACIS у впровадженні регіональних систем управління промисловими відходами?
8. У чому полягає технологічна специфіка українсько-данського співробітництва щодо модернізації споруд водоканалів та вдосконалення ліній спалювання відходів?
9. Які критичні технологічні проблеми зумовлюють необхідність уніфікації міжнародних стандартів поводження з небезпечними відходами?
10. Чому управління промисловими відходами є центральною ланкою в екологічному співробітництві між Україною та США, і які методи запобігання деградації екосистем є пріоритетними?
11. Охарактеризуйте роль Агентства з охорони навколишнього середовища США (EPA) у створенні федеральних списків токсичних сполук?
12. Які класифікаційні ознаки та критерії мають бути покладені в основу державного Класифікатора відходів України для забезпечення технологічної безпеки?
13. У чому полягає сутність Акту про збереження й відновлення ресурсів у США?
14. Опишіть структуру ефективно працюючої лабораторної складової системи управління небезпечними відходами?
15. Яке значення має паспортизація місць видалення відходів згідно з Постановою КМУ №1216?
16. Проаналізуйте можливості Державного класифікатора ДК005-96 як інформаційної бази?
17. Як взаємодія промисловців, держслужбовців та громадськості впливає на прийняття управлінських рішень щодо будівництва нових сучасних установок по переробці відходів та вибору напрямків потоків вторинної сировини?
18. У чому полягає принципова різниця між підходами до виконання Директив ЄС та українським законодавством у контексті «гарантії досягнення результату» порівняно з простою наявністю нормативного акту?
19. Проаналізуйте технологічні ризики, що виникають в Україні через «дозволене / незаперечуване» розміщення відходів у непризначених місцях?

20. Порівняйте визначення терміну «відходи» в Рамковій Директиві 75/442/СЄЄ та Законі України?
21. Поясніть, чому формулювання «не мають подальшого використання за місцем утворення» в українському законі є проблематичним для інженерного регулювання процесів будівництва та видобутку?
22. У чому полягає відмінність у трактуванні поняття «власник відходів» в ЄС та Україні, і як це впливає на систему безпосереднього фізичного контролю за розміщенням небезпечних субстанцій?
23. Розкрийте зміст європейського підходу до поняття «повинен позбутися» відходів?
24. Порівняйте технологічні операції, що входять до поняття «збір відходів» за стандартами ЄС та України?
25. Які інженерні вимоги висуваються до «спеціально відведених місць» для поховання відходів в контексті дотримання екологічних норм?
26. Проаналізуйте технологічні та економічні передумови виникнення «торгівлі токсичними відходами»?
27. Яким чином торговельні механізми та «зелені» економічні інструменти можуть стимулювати впровадження екологічно чистих технологій?
28. Опишіть технологічний регламент підготовки до експорту/імпорту небезпечних відходів?
29. Які вимоги висуваються до санкціонованих об'єктів утилізації, що мають приймати імпортовані відходи?
30. Проаналізуйте систему міжнародних заборон на експорт відходів?



# СЕМІНАРСЬКІ ЗАНЯТТЯ

---

## СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ УТВОРЕННЯ ТА МОНІТОРИНГУ ПОБУТОВИХ, ПРОМИСЛОВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ВІДХОДІВ У РЕГІОНАЛЬНОМУ РОЗРІЗІ УКРАЇНИ

**Мета заняття:** навчитися проводити комплексну оцінку території, аналізувати наявні технології та потужності регіону щодо переробки відходів, а також обґрунтовувати вибір найбільш ефективних технологічних рішень для їх утилізації залежно від специфіки області.

### ЗАВДАННЯ 1. Підготовка аналітичного дослідження (план презентації).

Виберіть одну область із запропонованого списку та проаналізуйте її стан за наступними пунктами:

- фізико-географічна характеристика: як рельєф, мережа річок та ґрунти впливають на складність будівництва полігонів чи заводів;
- джерела та обсяги утворення: класифікація основних підприємств-забруднювачів (енергетика, металургія, хімія);
- тверді побутові відходи (ТПВ): морфологічний склад (скло, пластик, папір) та стан діючих сортувальних ліній;
- промислові відходи: оцінка технологій повторного використання (шлаки у будівництві, шлами у цементній галузі);
- радіоактивні відходи (РАВ): джерела утворення та технологічна готовність сховищ;
- агропромисловий комплекс: технології переробки рослинних залишків та потенціал біогазових установок для тваринництва;
- специфічні потоки: технології знешкодження медичних відходів (інсинерація / стерилізація) та переробка будівельного лому.

### ЗАВДАННЯ 2. Формування форми звітності.

Кожна робота обов'язково повинна містити заповнену таблицю, яка демонструє аналітичні здібності студента:

**Зведена таблиця технологічного стану області**

<b>Клас відходів</b>	<b>Пріоритетне джерело (галузь / завод)</b>	<b>Обсяг накопичення (орієнтовно)</b>	<b>Діюча технологія (що роблять зараз)</b>	<b>Рекомендована технологія (як покращити)</b>
Муниципальні	житловий сектор	тис. т/рік	захоронення на звалищах	сортування + компостування
Промислові	наприклад тепло-енергетика	тис. т/рік	накопичення у відвалах	виробництво будматеріалів
Медичні	лікарні області	тис. т/рік	вивезення як ТПВ	хімічна дезінфекція/ спалювання
Аграрні	тваринницькі ферми	тис. т/рік	відкрите зберігання	біогазовий реактор

**ЗАВДАННЯ 3. Підготувати та представити результати дослідження у формі мультимедійної презентації та доповіді з обґрунтуванням обраних технологічних рішень для обраного регіону.**

Результати роботи подаються у двох взаємодоповнюючих формах:

- *мультимедійна презентація (10–12 слайдів)*: акцент на візуалізацію (карти звалищ, фото діючих переробних потужностей, графіки динаміки утворення відходів); слайд-висновок («технологічна карта розвитку області на 5 років»).

- *пояснювальна доповідь (5–7 сторінок)*: чіткий опис кожного пункту плану; обґрунтування запропонованих технологій (чому саме цей метод переробки підходить для цього регіону); список джерел (посилання на «екологічні паспорти областей» та дані Держстату).

*Алгоритм захисту роботи*: доповідь до 5–7 хвилин; відповіді на питання – акцент на технічні параметри запропонованих установок (продуктивність, екологічна безпека).

*Варіанти областей для вибору*:

- *Гірські/Західні*: Івано-Франківська, Тернопільська, Волинська, Закарпатська, Чернівецька;
- *Центральні/Аграрні*: Хмельницька, Вінницька, Черкаська, Житомирська, Полтавська;
- *Промислово-аграрні*: Кіровоградська, Рівненська.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА: [Інтернет-джерела].**

## **СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РЕГЛАМЕНТ ТА ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ**

**Мета заняття:** вивчити чинну законодавчу базу України, що визначає технічні вимоги до процесів оброблення відходів; навчитися розрізняти застарілі та сучасні підходи до технологій утилізації та безпечного видалення відходів різних класів небезпеки.

### **ЗАВДАННЯ 1. Технологічний аналіз нормативно-правового забезпечення.**

Виберіть одне питання із розширеного переліку та підготуйте доповідь, акцентуючи увагу на технічних вимогах (стандартах обладнання, методах переробки та екологічних бар'єрах):

*Перелік питань для підготовки:*

1. «Про охорону навколишнього природного середовища» (від 19.06.1991 р.).
2. «Про відходи» (від 5.03.1998 р.).
3. «Про управління відходами» (№ 2320-IX від 2023 р.).
4. «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення неякісної та небезпечної продукції» (від 14.01.2000 р.).
5. «Про поводження з радіоактивними відходами» (від 30.06.1995 р.).
6. «Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами» (від 14.09.2000 р.).
7. «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» (від 1994 р., з оновленнями 2024 р.).
8. «Про перевезення небезпечних вантажів» (від 6.04.2000 р.).
9. «Про пестициди та агрохімікати» (від 2.03.1995 р.).
10. «Про металобрухт» (від 16.11.2000 р.).
11. Постанова КМУ № 1396 (2023 р.) «Про порядок здійснення операцій з оброблення відходів» — технічні вимоги до заводів.
12. Постанова КМУ № 1102 від 20.10.2023 р. «Про затвердження Порядку класифікації відходів та Національного переліку відходів».

13. Постанова КМУ № 964 від 23.08.2024 р. «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України у сфері управління відходами».

14. Наказ Міндовкілля № 1534 від 26.11.2024, зареєстрований у листопаді 2024 року (змінений у січні 2025 р.), затверджує Порядок ведення державного обліку відходів та подання звітності.

## **ЗАВДАННЯ 2. Формування звітності (презентація та доповідь).**

*Результати аналізу мають бути представлені у наступному вигляді:*

### *1. Пояснювальна доповідь (структура):*

- технологічна термінологія: як закон визначає дозволені операції (рециклінг, інсинерація, депонування);

- технічні вимоги: які технічні обмеження встановлює закон (наприклад, вимоги до герметичності тари, систем фільтрації чи екранування полігонів);

- контроль та моніторинг: які прилади та методи аналізу мають використовуватись для перевірки безпеки технології;

- висновок: чи відповідає акт сучасним європейським стандартам.

### *2. Мультимедійна презентація (8–12 слайдів):*

- візуалізація: схеми технологічних циклів, які регулює закон;

- таблиці: порівняння старих та нових нормативів;

- інфографіка: алгоритм отримання дозволів на впровадження нових ліній переробки;

- фото: зразки маркування відходів чи технічного обладнання, що відповідає вимогам закону.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:** [6-14; 22; 23; 29-31; Інтернет джерела].

## **СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №3.**

### **ВІДХОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ: ВІД КЛАСИФІКАЦІЇ ДО ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ**

**Мета заняття:** систематизувати знання про фізико-хімічні властивості відходів як об'єктів технологічного впливу; опанувати

сучасні методи механічного, термічного та біологічного оброблення; навчитися обґрунтовувати вибір конкретних інженерних рішень залежно від класу небезпеки та ресурсного потенціалу відходів.

### **ЗАВДАННЯ 1. Аналітичне дослідження технологічних процесів.**

Виберіть одне питання із розширеного переліку та підготуйте доповідь. Основна увага має бути приділена технічним параметрам обладнання та ефективності технологічних циклів.

#### *Перелік питань для підготовки:*

1. Аналіз історичних етапів: еволюція технологій: від відкритого депонування до сучасних заводів повного циклу (Zero Waste).

2. Класифікація та ідентифікація: національний перелік відходів (2024 р.) та методи лабораторного аналізу складу відходів для визначення технології переробки.

3. Фізико-механічні параметри: морфологічний та фракційний склад як база для проектування сортувальних ліній (робота грохотів, магнітних та повітряних сепараторів).

4. Інженерна інфраструктура: об'єкти поводження з відходами (технологічний устрій сміттєперевантажувальних станцій та заводів механіко-біологічного оброблення).

5. Технологічний огляд в Україні: аналіз діючих сортувальних комплексів та інженерні проблеми заводу «Енергія».

6. Механізми стимулювання: економіко-правове забезпечення технологій рециклінгу через систему розширеної відповідальності виробника (РВВ).

7. Інженерний моніторинг: технології автоматизованого контролю на полігонах (системи збору біогазу, дегазації та очищення фільтрату (зворотний осмос)).

8. Технологічна безпека: захист персоналу на автоматизованих об'єктах та регламенти роботи з токсичними відходами.

9. Транспортні технології: технічні вимоги до спецтранспорту, мобільних прес-компакторів та систем контейнеризації (мультиліфт).

10. Технології дезінфекції: методи оброблення інфекційних відходів (автоклавування, СВЧ-термодеструкція та хімічна нейтралізація).

11. Екотоксикологічний контроль: вплив продуктів розпаду на біосферу та інженерні методи рекультивації територій після ліквідації звалищ.

12. Технології Energy-from-Waste (EfW): енергетична утилізація через піроліз, газифікацію та пряме спалювання з системою очищення димових газів.

13. Автоматизовані системи сортування: використання балістичних сепараторів, оптичних сканерів та сенсорних систем розпізнавання полімерів.

14. Технології рециклінгу складних відходів: переробка літій-іонних акумуляторів, сонячних панелей та електронного лому (e-waste).

## **ЗАВДАННЯ 2. Формування звітності (доповідь та презентація)**

*Результати аналізу подаються у двох форматах:*

*1. Аналітична доповідь (5–8 стор.):*

- технологічна схема: послідовний опис операцій з відходами;
- технічні дані: опис характеристик обладнання (продуктивність, температурні режими, енерговитрати);
- нормативне обґрунтування: посилання на Закон України «Про управління відходами» (2023) та стандарти ВАТ (найкращі доступні технології).

*2. Мультимедійна презентація (10–12 слайдів):*

- слайди 1-3: актуальність теми та склад відходів.
- слайди 4-8: принципові схеми технологічних установок та фото обладнання.
- слайди 9-11: порівняння ефективності різних методів (напр. спалювання і переробка).
- слайд 12: висновки щодо впровадження технології в Україні.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:** [15; 23; 24; 26; 38; Інтернет джерела ].

## **СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ 4. ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ (ТПВ): ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ ТА МЕТОДИ ПЕРЕРОБКИ**

**Мета заняття:** вивчити технологічні схеми збору, сортування та переробки ТПВ; опанувати методи отримання

вторинної сировини та енергії з побутового сміття; навчитися обґрунтовувати вибір технологій знешкодження відповідно до нових вимог законодавства України.

### **ЗАВДАННЯ 1. Аналітичне дослідження технологічних процесів.**

Оберіть питання із запропонованого списку та підготуйте доповідь, деталізуючи технічний аспект (яке обладнання використовується, яка послідовність операцій).

#### **Перелік питань для підготовки:**

1. Сортивальні технології: аналіз роботи автоматизованих ліній (балістичні сепаратори, магнітна та повітряна сепарація).
2. Технології утилізації E-Waste: інженерні методи демонтажу та переробки застарілої оргтехніки та побутової техніки.
3. Рециклінг текстилю та меблів: технології подрібнення, розволокнення та отримання вторинних наповнювачів.
4. Переробка будівельного сміття: використання мобільних дробильно-сортувальних комплексів для отримання вторинного щебеню.
5. Біогазові технології на полігонах: системи збору метану, технології його очищення та спалювання в когенераційних установках.
6. Термічні методи (Waste-to-Energy): технологічні схеми спалювання на колосникових решітках та очищення димових газів від діоксинів.
7. Технологія RDF (Refuse Derived Fuel): виробництво твердого відновленого палива з ТПВ для цементної промисловості.
8. Механіко-біологічне оброблення (МБО): поєднання механічного сортування та біологічного стабілізування органіки.
9. Технології перевезення: сучасні системи пресування відходів у сміттєвозах та робота сміттєперевантажувальних станцій.
10. Компостування органіки: промислові технології аеробного та анаеробного зброджування харчових відходів.
11. Оптична сепарація: використання інфрачервоних сенсорів для автоматичного розпізнавання типів пластику.
12. Технології переробки пакування: рециклінг багатошарових матеріалів (TetraPak) та полімерної плівки.

## **ЗАВДАННЯ 2. Формування звітності (презентація та доповідь).**

Ваша робота повинна бути оформлена як технічний звіт за наступною схемою:

### *1. Аналітична доповідь (5–7 стор.):*

- технологічна карта: покроковий опис процесу (наприклад: прийом → подрібнення → сепарація → грануляція);
- технічні характеристики: опис основного обладнання (продуктивність т/год, енергоспоживання);
- економіка та екологія: відсоток виходу корисної сировини та ступінь зменшення обсягу захоронення відходів.

### *2. Мультимедійна презентація (10–12 слайдів):*

- слайди 1-2: тема та актуальність для України;
- слайди 3-5: схеми та креслення обладнання (принципові схеми сортувальних ліній або печей);
- слайди 6-8: фотографії реальних заводів або установок;
- слайди 9-11: порівняльний аналіз (чому ця технологія краща за традиційне захоронення);
- слайд 12: висновки.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:** [15; 26; 40-42; Інтернет джерела].

## **СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №5.**

### **ТЕХНОЛОГІЧНІ ЦИКЛИ ТА ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ З ОБРОБЛЕННЯ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**Мета заняття:** вивчити галузеву специфіку утворення промислових відходів; опанувати сучасні методи рециклінгу, термічного та біотехнологічного оброблення техногенної сировини; навчитися розробляти технологічні пропозиції щодо впровадження маловідходних та замкнених циклів на виробництві.

## **ЗАВДАННЯ 1. Аналітичне дослідження галузевих технологій.**

Виберіть одне питання із розширеного переліку та підготуйте доповідь, деталізуючи інженерну схему процесу, необхідне обладнання та показники екологічної ефективності.

### **Перелік питань для підготовки:**

1. Європейський досвід: аналіз впровадження найкращих доступних технологій (BAT) на промислових гігантах ЄС (досвід Німеччини та Швеції).

2. Американський досвід: технології промислового симбіозу та переробки багатотоннажних відходів у США.

3. Нафтопереробна галузь: технології переробки нафто-шламівце (нтрифугування, вакуумна дистиляція та термічна десорбція).

4. Целюлозно-паперова промисловість: технології утилізації скопу та варочних шламів; методи енергетичного відновлення чорного лугу.

5. Машинобудування: рециклінг металевої стружки, абразивів та технології регенерації формувальних сумішей у ливарному виробництві.

6. Гальванічне виробництво: фізико-хімічні технології знешкодження шламів (реагентне осадження, електрокоагуляція та мембранна фільтрація).

7. Біоінженерія в промисловості: використання мікро-організмів для біовислугування металів та деструкції складних органічних сполук.

8. Вугільно-метанові родовища: технології каптажу та енергетичної утилізації шахтного метану.

9. Промислові полігони: технологічний аудит об'єктів видалення відходів (системи екранування дна та моніторинг підземних вод).

10. Металургійний рециклінг: технології переробки шлаків та золи ТЕС у будівельні конгломерати та дорожнє покриття.

11. Хімічна промисловість: технології нейтралізації та каталітичного спалювання відходів синтетичних полімерів.

12. Агропромислові відходи: технології швидкого піролізу та газифікації відходів харчопереробних підприємств.

13. Оброблення відходів гірничої галузі: технології сухого складування хвостів збагачення та методи їх стабілізації.

14. Виробництво вторинної сировини: технології сепарації та переплавки електронного лому промислового походження.

### **ЗАВДАННЯ 2. Формування звітності (презентація та доповідь).**

Результати аналізу мають бути представлені у наступних формах:

1. Аналітична доповідь (5–8 стор.):

- технологічна карта: покроковий опис процесу (наприклад: сепарація → хімічна обробка → термічна стабілізація);
- технічні характеристики: специфікація основного обладнання (типи реакторів, фільтр-пресів, печей);
- ресурсна ефективність: розрахунок виходу корисної продукції або отриманої енергії з одиниці відходів;
- нормативне підкріплення: відповідність обраної технології новому Закону України «Про управління відходами» (2023) та галузевим ДСТУ.

*2. Мультимедійна презентація (10–12 слайдів):*

- візуалізація: принципові схеми технологічних ліній, 3D-моделі установок або фото реальних промислових об'єктів;
- порівняння: таблиця порівняння традиційного захоронення та запропонованого методу переробки (затрати енергії, викиди CO<sub>2</sub>);
- інфографіка: схема потоків відходів у межах підприємства.
- висновки: техніко-економічне обґрунтування впровадження технології в Україні.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:** [15; 26; 40-42; Інтернет джерела].

**СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №6.  
СПЕЦІАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБЛЕННЯ,  
КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА ЗАХОРОНЕННЯ  
РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ (РАВ)**

**Мета заняття:** вивчити технологічні цикли поводження з РАВ різних рівнів активності; опанувати методи фізико-хімічної стабілізації та кондиціонування радіоактивних матеріалів; навчитися обґрунтовувати вибір інженерних бар'єрів для довгострокового ізолювання відходів від біосфери.

**ЗАВДАННЯ 1. Аналітичне дослідження технологій ядерного циклу.**

Виберіть одне питання із розширеного переліку та підготуйте доповідь, фокусуючись на технічних регламентах та інженерних методах захисту.

**Розширений перелік питань:**

1. Урановидобувна промисловість Європи: технології рекультивації хвостосховищ та очищення шахтних вод.
2. Досвід США: технології геологічного захоронення РАО та досвід експлуатації сховища WIPP.
3. Урановидобувний комплекс України: технологічні схеми переробки руд та заходи з мінімізації радонового виділення.
4. Інженерна практика РАО в Україні: технології переробки рідких та твердих РАО на діючих АЕС.
5. Об'єкт «Укриття» та зона відчуження: технології фрагментації, дезактивації та контейнеризації паливовмісних матеріалів.
6. Бар'єрні технології: моделювання шляхів міграції РАО у екосистеми та інженерні рішення щодо їх блокування.
7. Радіоекологічна інженерія в агроценозах: технології дезактивації земель та методи зв'язування радіонуклідів у ґрунтах.
8. Відпрацьоване ядерне паливо (ВЯП): порівняльний аналіз технологій «сухого» та «мокрого» зберігання (ЦСВЯП в Україні).
9. Методи кондиціонування: технології цементування, бітумування та вітрифікації (склування) високоактивних відходів.
10. Технології трансмутації: сучасні розробки з допалювання довгоіснуючих актиноїдів у ядерних реакторах нового покоління.
11. Глибоке геологічне захоронення: інженерні рішення для спорудження сховищ у стабільних кристалічних формаціях (досвід Фінляндії, проект Onkalo).
12. Синтетичні мінеральні матриці: технологія іммобілізації РАО у штучні кристалічні структури для надтривалого зберігання.
13. Плазмове спалювання РАО: високотемпературне оброблення твердих радіоактивних відходів для максимального зменшення об'єму.
14. Роботизовані комплекси: технології дистанційного керування при переробці високоактивних відходів у «гарячих камерах».

## **ЗАВДАННЯ 2. Формування звітності (презентація та доповідь).**

Результати аналізу подаються у двох взаємодоповнюючих формах:

1. *Аналітична доповідь (5–8 стор.):*

- технологічна схема: опис ланцюга поводження (збір → сортування → переробка → кондиціонування → захоронення);

- інженерні бар'єри: детальний опис системи багатобар'єрного захисту (матриця, контейнер, інженерні споруди, геологічне середовище);

- нормативне підкріплення: відповідність Закону України «Про поводження з радіоактивними відходами» та стандартам МАГАТЕ.

2. *Мультимедійна презентація (10–12 слайдів):*

- слайд 1-2: титульний (тема, піб), актуальність та об'єкт (характеристика відходів);

- слайди 3-5: схеми технологічних установок (напр. установки цементування або сухих сховищ);

- слайди 6-8: креслення захисних контейнерів та конструкцій сховищ;

- слайди 9-11: порівняльний аналіз методів іммобілізації рав (надійність, вартість, термін зберігання);

- слайд 12: висновок про перспективні технології для української атомної енергетики.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:** [20; 24-26; 39; Інтернет джерела].

## **СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №7. ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕШКОДЖЕННЯ, РЕКУПЕРАЦІЇ ТА КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ (АПК)**

**Мета заняття:** вивчити сучасні методи переробки органічних відходів рослинництва та переробної промисловості; опанувати технології отримання енергії, добрив та будматеріалів з агросировини; навчитися обґрунтовувати вибір безвідходних технологічних циклів.

### **ЗАВДАННЯ 1. Аналітичне дослідження технологій АПК.**

*Виберіть одне питання із розширеного переліку та підготуйте доповідь, фокусуючись на інженерній схемі процесу та специфікації обладнання:*

1. Вплив відходів АПК: аналіз ризиків евтрофікації та методи запобігання забрудненню через технологічне поводження.

2. Zero Waste в АПК: технології замкнутого циклу та концепція «чистого виробництва».

3. Управління накопиченням: автоматизовані системи обліку та технології силосування / пресування відходів.

4. Рециклінг соломи у меблевій промисловості: технології виготовлення деревостружкових плит без використання токсичних смол.

5. Агро-будівництво: технології виробництва еко-панелей та пресованих блоків із залишків рослинництва.

6. Комбікормове виробництво: технології екструзії та збагачення відходів для отримання високопоживних кормів.

7. Пивоварна галузь: технології переробки пивної дробини (сушіння, грануляція та отримання харчових добавок).

8. Борошномельно-круп'яна галузь: технології утилізації висівків та лузги (брикетування для енергетичних потреб).

9. Цукрова галузь: технології використання жому та меляси; виробництво біоетанолу та біогазу.

10. Консервне виробництво: технології екстракції пектину та ефірних олій із вичавок плодів та овочів.

11. Масложирова галузь: технології переробки шроту та соняшникової лузги у паливні пелети.

12. Виноробство та спиртова галузь: технології утилізації винної барди та кісточок (виробництво олій та спиртів).

13. Очищення стічних вод АПК: технології анаеробної фільтрації, флотації та використання фіто-очисних систем.

14. Технології отримання біовугілля з рослинних решток методом торрефікації для поліпшення родючості ґрунтів.

15. Виробництво біопластиків та біополімерів на основі відходів кукурудзи та цукрового буряку.

## **ЗАВДАННЯ 2. Універсальна структура презентації.**

*Слайд 1: вступна частина.* Назва теми, дані доповідача, навчальна дисципліна.

*Слайд 2: об'єкт та предмет дослідження.* Характеристика відходів (морфологія, вологість, хімічний склад) та обсяги їх утворення в галузі.

*Слайд 3: технологічна концепція.* Принципова схема: шлях від сировини до готового продукту або енергії.

*Слайд 4: інженерне забезпечення.* Огляд основних вузлів та обладнання (реактори, сепаратори, системи підготовки).

*Слайд 5: матеріально-енергетичний баланс.* Вхідні потоки (сировина, вода, енергія) та вихідні результати (продукт, тепло, відходи процесу).

*Слайд 6: параметри ефективності.* Продуктивність установки, вихід цільового продукту з одиниці сировини та енергозатрати.

*Слайд 7: конструктивні рішення.* Аналіз ключової ланки технології (наприклад, внутрішній устрій біореактора чи камери пресування).

*Слайд 8: екологічні стандарти.* Відповідність технології найкращим доступним методам та вимоги до безпеки праці.

*Слайд 9: порівняльна характеристика.* Таблиця переваг обраного методу порівняно з існуючими (напр., спалювання і ферментація).

*Слайд 10: економічна доцільність.* Собівартість оброблення, потенціал окупності та ринки збуту отриманого продукту.

*Слайд 11: кейс-стаді (досвід впровадження).* Приклади працюючих підприємств або пілотних проєктів в Україні та світі.

*Слайд 12: висновки.* Підсумок щодо перспектив розвитку безвідходних технологій у вибраному секторі АПК.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:** [15; 17; 26; 28; Інтернет джерела].

## **СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №8. ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБЛЕННЯ, УТИЛІЗАЦІЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ТВАРИНИЦТВА**

**Мета заняття:** вивчити сучасні методи біотехнологічної та термічної переробки відходів тваринного походження; опанувати технології виробництва біопалива та цінних компонентів із тваринних решток; навчитися проектувати замкнені цикли управління рідкими та твердими відходами ферм і переробних заводів.

### **ЗАВДАННЯ 1. Аналітичне дослідження технологій утилізації.**

Виберіть одне питання із розширеного переліку і підготуйте доповідь, акцентуючи увагу на технічних регламентах та інженерних вузлах обладнання.

**Перелік питань:**

1. Біопаливні технології: технологія переетерифікації тваринних жирів для виробництва біодизеля.
2. Глибока переробка: технології виділення колагену та ліпідів для парфумерно-косметичної галузі.
3. Фармацевтична утилізація: екстракція ферментів та гормонів із біовідходів тваринного походження.
4. Молочна промисловість: технології переробки молочної сироватки (ультрафільтрація та зворотний осмос).
5. Рибне господарство: технології виробництва рибного борошна, риб'ячого жиру та добрив із некондиційної сировини.
6. Управління рідкими стоками: технології анаеробного очищення гноївки з подальшим отриманням технічної води.
7. Аеробна стабілізація: промислові технології прискореного компостування в буртах та закритих тунелях.
8. Вермитехнології: інженерне обладнання для вермикультивування: автоматизовані ложа та сепаратори біогумусу.
9. Біобезпека: технології високотемпературної стерилізації та автоклавування карантинних і ГМО-відходів.
10. Ентомологічна переробка: технології розведення личинок синантропних мух (наприклад *Hermetia illucens*) для утилізації гною.
11. Анаеробне зброджування: технологія біогазових установок для переробки гною ВРХ та пташиного посліду.
12. Виробництво біоорганічних добрив: технології грануляції та вакуумного сушіння для отримання стабільних органіко-мінеральних комплексів.
13. Рендеринг (варіння під тиском): технології переробки відходів боєнь на м'ясо-кісткове борошно (заводи «Ветсан-завод»).
14. Гідротермальна карбонізація: інноваційні методи перетворення вологих тваринних відходів на вуглецеве паливо (біовугілля).

## **ЗАВДАННЯ 2. Структура презентації та доповіді.**

Ваша робота має бути структурована за наступним логічним групуванням:

*Вступ та характеристика (слайди 1–2).*

*Слайд 1: титульний (тема, ПІБ, курс).*

*Слайд 2: актуальність теми та об'єкт дослідження (морфологія, вологість, бактеріальне навантаження відходів).*

*1. Технологічні рішення (слайди 3–5).*

*Слайди 3-5:* схеми технологічних установок. Принципові інженерні схеми (напр. біогазовий реактор, лінія сепарації жиру або установка екстракції).

*2. Конструкції та обладнання (слайди 6–8).*

*Слайди 6-8:* креслення основних вузлів та конструкцій. Технічні розрізи реакторів, сепараторів, центрифуг або систем знезараження.

*3. Порівняльний аналіз (слайди 9–11).*

*Слайди 9-11:* порівняльний аналіз методів оброблення (надійність, капітальні витрати, екологічний ефект). Наприклад: біогаз і компостування.

*4. Перспективи (слайд 12).*

*Слайд 12:* висновок про перспективні технології для агропромислового сектору України та їх відповідність стандартам ВАТ.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:** [15; 23; 27; 28; Інтернет джерела].

## **СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №9. ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕШКОДЖЕННЯ, ДЕТОКСИКАЦІЇ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ЗАСТАРИЛИХ ПЕСТИЦИДІВ І АГРОХІМІКАТІВ**

**Мета заняття:** вивчити фізико-хімічні та біологічні методи руйнування стійких органічних забруднювачів; опанувати технології моніторингу та безпечного поводження з непридатними до використання засобами захисту рослин (ЗЗР); навчитися обґрунтовувати вибір методів знешкодження залежно від токсичності та агрегатного стану відходів.

**ЗАВДАННЯ 1. Аналітичне дослідження технологій знешкодження.**

Виберіть одне питання із розширеного переліку та підготуйте доповідь, фокусуючись на інженерній схемі процесу та стандартах екологічної безпеки.

**Перелік питань:**

1. Термічні методи: високотемпературна інсинерація в печах з багатоступеневою системою очищення димових газів.

2. Фотодеструкція та фотохімія: використання УФ-випромінювання та каталізаторів для руйнування складних молекул пестицидів.

3. Рекуперація речовин: технології вилучення окремих цінних сполук або розчинників з кондиційних партій агрохімікатів.

4. Біодеструкція: застосування специфічних штамів мікроорганізмів та фітореMediaції для детоксикації забруднених ділянок.

5. Інженерний моніторинг: застосування ГХ-МС (газової хроматографії) для контролю якості знешкодження та ідентифікації невідомих сумішей.

6. Технології оброблення фосфатовмісних відходів: методи нейтралізації та стабілізації залишків фосфорних добрив.

7. Утилізація калійних агрохімікатів: технологічні схеми переробки некондиційних калійних сполук у будівельні або промислові матеріали.

8. Детоксикація ґрунтів: технології очищення ґрунтового покриву від нафтопродуктів (екстракція, біопауер та термодесорбція).

9. Хімічна меліорація: технології вапнування та гіпсування для нейтралізації наслідків закислення ґрунтів (боротьба з кислотними опадами).

10. Інженерний захист: технології консервації та ізоляції місць накопичення важких металів у ґрунтових горизонтах.

11. Плазмова газифікація: надвисокотемпературне руйнування пестицидів без утворення діоксинів.

12. Хімічна деструкція: використання надкритичного водного окиснення для повної мінералізації токсичних відходів.

13. Контейнеризація та логістика: технологічні вимоги до тари (UN-сертифікація) та мобільних комплексів перепакування ЗЗР.

14. Технології переробки тари: дезактивація та рециклінг пластикової упаковки з-під пестицидів (система потрійної промивки).

## **ЗАВДАННЯ 2. Структура презентації та доповіді.**

Ваша робота має бути структурована за наступним логічним групуванням:

*Вступ та характеристика (слайди 1–2).*

*Слайд 1:* титульний (тема, ПІБ, курс).

*Слайд 2:* актуальність (проблема накопичення непридатних пестицидів) та об'єкт (клас небезпеки, токсичність).

1. Технологічні рішення (слайди 3–5).

Слайди 3-5: схеми технологічних установок. Принципові схеми (напр. вузол термічного розкладання, реактор фотокаталізу або система очищення газів).

2. Конструкції та обладнання (слайди 6–8).

Слайди 6-8: Креслення основних вузлів. Технічні розрізи пальників, фільтрів, змішувачів або герметичних контейнерів для перевезення.

3. Порівняльний аналіз (слайди 9–11).

Слайди 9-11: порівняння методів (напр. термічне спалювання або хімічна нейтралізація). Критерії: повнота руйнування, вартість, вторинні відходи.

4. Перспективи (слайд 12).

Слайд 12: висновок про перспективні мобільні установки знешкодження в Україні та дотримання вимог Стокгольмської конвенції.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:** [15; 24; 25; 39; Інтернет джерела].

## **СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №10. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЦИКЛИ ТА ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ У СФЕРІ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНИМИ ВІДХОДАМИ**

**Мета заняття:** вивчити фізико-хімічні та біологічні характеристики медичних відходів як об'єктів технологічного впливу; опанувати методи термічного, хімічного та фізичного знезараження; навчитися обґрунтовувати вибір технологій знешкодження залежно від категорії небезпеки відходів.

### **ЗАВДАННЯ 1. Аналітичне дослідження технологій оброблення.**

Виберіть одне питання із розширеного переліку і підготуйте доповідь, фокусуючись на технічних характеристиках обладнання та ефективності методів дезінфекції.

#### **Розширений перелік питань:**

1. Порівняльний аналіз класифікацій: технологічна відповідність українських категорій (А, В, С, D) міжнародним стандартам ВООЗ.

2. Технології знешкодження категорії В: інженерний аналіз методів (автоклавування (парова стерилізація) проти високо-температурної інсинерації).

3. Управління гострими відходами: технології подрібнення та шредування інструментарію як етап підготовки до дезінфекції.

4. Первинне сортування: інженерні вимоги до пакувального обладнання, герметизації та маркування контейнерів у медичних закладах.

5. Детоксикація категорії С: технології знешкодження прострочених фармацевтичних засобів (хімічна деструкція та термічне розкладання).

6. Еко-інженерний моніторинг: вплив фільтрату медичних відходів на ґрунтові води та технології захисту полігонів.

7. Екологічна логістика: технічні вимоги до спецавтомобілів, систем охолодження та автоматизованих систем відстеження руху медичних відходів.

8. Оброблення категорії D: спеціалізовані технології поводження з цитостатиками та радіоактивними медичними відходами.

9. Рециклінг категорії А: технологічні можливості переробки безпечних медичних відходів (папір, пакування, харчові залишки).

10. Системний менеджмент в Україні: інженерні проблеми створення регіональних центрів знешкодження медичних відходів.

11. СВЧ-знезараження: технологія мікрохвильового нагріву медичних відходів (енергоефективність та глибина дезінфекції).

12. Плазмова дисоціація: використання низькотемпературної плазми для повного розкладання органічних токсинів у медичних відходах.

13. Озонування медичних відходів: використання озону як потужного окислювача для безтермічної дезінфекції інфекційного матеріалу.

14. Хіміко-механічне знешкодження: технології одночасного подрібнення та рідкої дезінфекції в закритих роторних системах.

## **ЗАВДАННЯ 2. Структура презентації та доповіді.**

Ваша робота має бути структурована за наступним логічним групуванням:

*Вступ та характеристика (слайди 1–2).*

*Слайд 1: титульний (тема доповіді, ПІБ, курс).*

*Слайд 2:* актуальність та об'єкт (характеристика медичних відходів, рівень інфекційної та хімічної небезпеки).

*1. Технологічні рішення (слайди 3–5).*

*Слайди 3-5:* схеми технологічних установок. Принципові інженерні схеми (наприклад вузол автоклавування, схема інсинератора з системою газоочистки).

*2. Конструкції та обладнання (слайди 6–8).*

*Слайди 6-8:* креслення основних вузлів. Технічні розрізи камер стерилізації, шредерів, фільтрів або спеціалізованих контейнерів.

*3. Порівняльний аналіз (слайди 9–11).*

*Слайди 9-11:* порівняння методів, наприклад, стерилізація або Інсинерація.

*4. Перспективи (слайд 12).*

*Слайд 12:* висновок про перспективні мобільні та стаціонарні установки знешкодження в Україні відповідно до європейських екологічних директив.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:** [21; 33; 34; Інтернет джерела].

## **СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №11.**

### **ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З БУДІВЕЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ ТА ВІДХОДАМИ РУЙНУВАНЬ: РЕЦИКЛІНГ, УТИЛІЗАЦІЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ**

**Мета заняття:** вивчити фізико-хімічні властивості будівельних відходів як вторинної сировини; опанувати технології механічної та термічної переробки бетонних, керамічних та змішаних відходів руйнувань; навчитися проектувати логістичні і технологічні ланцюги поводження з відходами війни відповідно до принципів циркулярної економіки.

**ЗАВДАННЯ 1.** Аналітичне дослідження технологій оброблення.

Виберіть одне питання із розширеного переліку та підготуйте доповідь, фокусуючись на технічних регламентах та інженерному обладнанні.

**Перелік питань:**

1. Класифікація та морфологія: характеристика будівельних матеріалів та відходів як об'єктів механічної переробки.

2. Рециклінг кераміки: технології подрібнення та повторного використання бою керамічних виробів у виробництві нових матеріалів.

3. Переробка в'язучих речовин: технологічні цикли регенерації гіпсових та цементних матеріалів.

4. Штучні кам'яні матеріали: технології виготовлення вторинних заповнювачів з бетону та залізобетону.

5. Локальні кейси утилізації: технологічні схеми переробки відходів цегляних заводів на прикладі промислових регіонів України.

6. Моніторинг відходів війни: аналіз стану та обсягів накопичення відходів руйнувань в Україні (за 2024-2025 рр.).

7. Інженерні методи утилізації: порівняльний аналіз стаціонарних та мобільних дробильно-сортувальних комплексів.

8. Шляхи рекуперації: технології використання відходів будматеріалів у дорожньому будівництві та благоустрої.

9. Поводження на деокупованих територіях: технологічні карти сортування та переробки сумішей відходів знесення в місцях бойових дій.

10. Соціально-інженерний аспект: організація майданчиків тимчасового зберігання та первинного сортування відходів населенням.

11. Експертна оцінка: технічний аудит відходів руйнації (виявлення небезпечних компонентів (азбест, ПХБ) перед переробкою).

12. Circular Economy: інженерні рішення для впровадження економіки замкнутого циклу при відбудові міст.

13. Технології фракціонування: використання оптичних та магнітних сепараторів для очищення бетонного лому від металу та пластику.

14. Мобільні заводи «on-site»: технологія переробки відходів безпосередньо на будівельних майданчиках для мінімізації транспортних витрат.

## **ЗАВДАННЯ 2. Структура презентації та доповіді.**

Ваша робота має бути згрупована за наступним принципом:

*Вступ та характеристика (слайди 1–2).*

*Слайд 1:* титульний (тема доповіді, ПІБ, курс).

*Слайд 2:* актуальність (проблема відходів руйнувань в Україні) та характеристика об'єкта (склад, об'єм, небезпечність).

1. Технологічні рішення (слайди 3–5).

Слайди 3-5: схеми технологічних установок. Принципові схеми (наприклад лінія дроблення бетону, мобільна грохотно-сортувальна установка, схема рециклінгу асфальту).

2. Конструкції та обладнання (слайди 6–8).

Слайди 6-8: креслення основних вузлів. Технічні розрізи щоківих або роторних дробарок, магнітних сепараторів та систем пилопригнічення.

3. Порівняльний аналіз (слайди 9–11).

Слайди 9-11: порівняння методів переробки (наприклад захоронення або повторне використання).

4. Перспективи (слайд 12).

Слайд 12: висновок про роль технологій рециклінгу у відновленні інфраструктури України та відповідність нормам Постанови КМУ №1073 щодо відходів руйнації.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:** [1; 3; 5; 18; 32; 35; 43; Інтернет джерела].

## **СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ №12. ТЕХНОЛОГІЇ ТА СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ: КРАЩІ ЄВРОПЕЙСЬКІ ПРАКТИКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ В УКРАЇНІ**

**Мета заняття:** проаналізувати технологічні схеми управління відходами в країнах ЄС; вивчити ієрархію поводження з відходами та методи мінімізації їх захоронення; опанувати інженерні підходи до термохімічної обробки та рециклінгу, що відповідають вимогам Директив ЄС та нового законодавства України.

**ЗАВДАННЯ 1.** Аналітичне дослідження європейських технологій. Виберіть одне питання із розширеного переліку та підготуйте доповідь, фокусуючись на техніко-технологічних параметрах та інженерних рішеннях.

**Перелік питань:**

1. Запобігання та повторне використання в ЄС: технологічні платформи для «Sharing economy» та промислового ремонту техніки.

2. Українські ініціативи мінімізації: технології рециклінгу упаковки та впровадження систем розширеної відповідальності виробника (РВВ).

3. Технології рециклінгу в ЄС: огляд автоматизованих сортувальних комплексів з використанням NIR-сепараторів (інфрачервоне розпізнавання).

4. Кращі інженерні практики: технології механіко-біологічного оброблення у країнах Північної Європи.

5. Технологічний стан рециклінгу в Україні: аналіз існуючих потужностей з переробки полімерів, паперу та скла.

6. Критика масового спалювання: технологічні обмеження інсинерації та порівняння з методами піролізу і газифікації.

7. Європейські WtE (Waste-to-Energy): технології очищення димових газів на заводах Шпіттелау (Австрія) та Копенгілл (Данія).

8. Перспективи WtE в Україні: технічні вимоги до спорудження сміттєспалювальних потужностей з когенерацією енергії.

9. Досвід Польщі: перехід від захоронення до глибокого сортування: технологічні карти регіональних центрів управління відходами.

10. Досвід Словенії: технологія «Zero Waste» на прикладі Любляни: автоматизація збору та підготовки відходів до переробки.

11. Німецька модель: технології переробки біовідходів та виробництво RDF/SRF палива для цементної промисловості.

12. Досвід країн Балтії: модернізація радянської інфраструктури: впровадження автоматизованих депозитних систем (таромати).

13. Цифровізація управління (Smart Waste): використання IoT-датчиків, штучного інтелекту та блокчейн-платформ для контролю потоків відходів.

14. Технології хімічного рециклінгу: Європейські розробки з деполімеризації пластиків, які не підлягають механічній переробці.

## **ЗАВДАННЯ 2. Структура презентації та доповіді.**

Підготуйте презентацію, згруповану за наступними тематичними блоками:

*Вступ та концепція (слайди 1–2).*

*Слайд 1:* титульний (тема, ПІБ, курс).

*Слайд 2:* актуальність (ієрархія відходів за Директивою 2008/98/ЄС) та об'єкт дослідження (статистика та морфологія відходів у вибраній країні).

*1. Технологічні рішення (слайди 3–5).*

*Слайди 3-5:* схеми технологічних установок. Принципові схеми заводів МБО, ліній автоматичного сортування або енергетичної утилізації.

*2. Обладнання та конструкції (слайди 6–8).*

*Слайди 6-8:* креслення та специфікації. Технічні розрізи сепараторів, ферментаторів біовідходів або систем моніторингу шкідливих викидів.

*3. Порівняльний аналіз (слайди 9–11).*

*Слайди 9-11:* порівняння європейського та українського підходів. Аналіз надійності технологій, вартості впровадження та термінів окупності.

*4. Стратегічні висновки (слайд 12).*

*Слайд 12:* висновок про адаптацію кращих європейських практик до умов українського енерго- та ресурсосектору.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА: [17; 26; Інтернет джерела].**



## **САМОСТІЙНА РОБОТА**

---

Самостійна робота студента є обов'язковим елементом освітнього процесу та забезпечує глибоке засвоєння матеріалу у позааудиторний час. Вона спрямована на набуття додаткових знань і закріплення теоретичних навичок для формування професійних та дослідницьких компетентностей.

Обсяг самостійної роботи чітко регламентується навчальним планом і становить від однієї третини до двох третин загального часу відведеного на вивчення дисципліни.

Для забезпечення високої ефективності навчання використовується комплексна система методичних засобів що включає підручники та навчальні посібники разом із конспектами лекцій.

Студент самостійно опрацьовує окремі технологічні питання і готує аналітичні доповіді за обраними напрямками. Такий підхід дозволяє детально вивчити специфіку інженерного обладнання та сучасні методи переробки відходів.

Результатом цієї роботи є здатність фахівця самостійно приймати рішення щодо вибору найбільш безпечних та економічно вигідних технологій утилізації.

### **Теми на самостійну роботу:**

1. Технологічні цикли очищення стічних вод промислових підприємств та методи утилізації осадів.
2. Інженерні методи очищення газопилових викидів в атмосферу в процесі термічної переробки відходів.
3. Екологічний менеджмент та аудит на підприємстві відповідно до стандартів серії ISO 14000.
4. Технології ідентифікації, інвентаризації та паспортизації відходів у виробничих циклах.
5. Інформаційне забезпечення та цифровізація систем моніторингу поводження з відходами.
6. Впровадження маловідходних технологій як стратегія мінімізації негативного впливу на довкілля.
7. Інженерні заходи запобігання деградації ґрунтів та земельних ресурсів у зонах накопичення відходів.
8. Методика оцінювання впливу на довкілля (ОВД) об'єктів оброблення та видалення відходів.
9. Принципи організації первинного обліку та поточного контролю відходів на виробництві.

10. Економічне обґрунтування вибору технології утилізації відходів на основі аналізу їхнього життєвого циклу.
11. Технологічні схеми механізованого збирання, пресування та транспортування муніципальних відходів.
12. Інженерне проектування та експлуатація санітарних полігонів ТПВ згідно з сучасними нормативами.
13. Системи збору та технології енергетичної утилізації біогазу на полігонах поховання відходів.
14. Технології дегазації, збору фільтрату та рекультивації закритих сміттєзвалищ.
15. Автоматизовані лінії сортування ТПВ із застосуванням оптичної та магнітної сепарації.
16. Технологічне обладнання для подрібнення та шредування відходів: типи, розрахунок та експлуатація.
17. Виробництво та застосування палива RDF/SRF із залишків твердих побутових відходів.
18. Промислові технології аеробного компостування органічної фракції муніципальних відходів.
19. Порівняльний аналіз енергоефективності інсинерації, піролізу та газифікації побутового сміття.
20. Фінансово-економічні інструменти стимулювання рециклінгу в системі управління відходами міста.
21. Технології вилучення та афінажу коштовних компонентів із електронних та промислових відходів.
22. Інженерна рекультивація териконів та відвалів гірничодобувної промисловості.
23. Розробка техногенних родовищ як метод комплексного освоєння мінеральної сировини.
24. Технології фізико-хімічної деструкції та високо-температурного знешкодження застарілих пестицидів.
25. Методи сорбційного та мембранного очищення рідких стоків від стійких органічних забруднювачів.
26. Технології детоксикації ґрунтів, забруднених пально-мастильними матеріалами та важкими металами.
27. Інженерні рішення для безпечної контейнеризації та логістики транскордонних перевезень небезпечних відходів.
28. Технологічні стандарти Базельської конвенції у системі міжнародного поводження з відходами.
29. Управління потоками небезпечних відходів в умовах воєнного стану: мобільні установки та засоби захисту.

30. Хімічне та фізичне знезараження некондиційних засобів захисту рослин та агрохімікатів.
31. Проектування біогазових систем для енергетичної утилізації гною та посліду в АПК.
32. Технології виробництва гранульованих орґано-мінеральних добрив із відходів тваринництва.
33. Порівняльний аналіз методів анаеробного зброджування та вермикультивування орґанічних відходів.
34. Технології глибокої переробки побічних продуктів зерно-переробної галузі (лушпиння, висівки).
35. Переробка відходів рослинництва на біоетанол та біодизель: технологічні регламенти та обладнання.
36. Інженерні методи очищення та рекуперації стічних вод підприємств м'ясо-молочної промисловості.
37. Технології переробки відходів рибальства та виробництва технічного жиру і борошна.
38. Застосування личинок комах (ентомотехнології) для біоконверсії орґанічних субстратів.
39. Моделювання замкнених циклів (Circular Economy) на базі сучасних агропідприємств.
40. Екологічні аспекти використання продуктів переробки відходів тваринництва як вторинних ресурсів.
41. Класифікація радіоактивних відходів та вибір технологічних схем їх переробки за рівнем активності.
42. Технології іммобілізації та зменшення об'єму твердих РАВ шляхом цементування, бітумування або склування.
43. Методи дезактивації, випаровування та іонообмінного очищення рідких радіоактивних відходів АЕС.
44. Технології поводження з РАВ на неядерних об'єктах у медицині, науці та приладобудуванні.
45. Порівняльний аналіз нормативно-правового регулювання поводження з РАВ в Україні та країнах ЄС.
46. Інженерна дезінфекція медичних відходів: порівняння технологій парового автоклавування та СВЧ-нагріву.
47. Технології термічного знешкодження медичних відходів категорій В і С у спеціалізованих інсинераторах.
48. Розробка внутрішньолікарняних схем логістики та маркування інфекційно небезпечних відходів.
49. Спеціалізовані методи хімічної нейтралізації цитостатичних та протрочених фармацевтичних препаратів.

50. Економічна оцінка впровадження централізованих регіональних систем управління медичними відходами.
51. Плазмові технології знешкодження медичних відходів для повної мінералізації небезпечних сполук.
52. СВЧ-інженерія: розрахунок параметрів мікрохвильових установок для дезінфекції біологічних матеріалів.
53. Технології автоматизованого шредування медичного інструментарію в закритих дезінфекційних циклах.
54. Інженерні рішення для безтермічного знезараження медичних відходів шляхом концентрованого озонування.
55. Технології мембранного очищення та УФ-опромінення специфічних стічних вод інфекційних стаціонарів.
56. Інженерія вакуумного автоклавування для гарантованої стерилізації пористих медичних виробів.
57. Хіміко-технологічні методи деструкції високотоксичних відходів після курсу хіміотерапії (категорія D).
58. Проектування роботизованих систем роздільного транспортування чистих та контамінованих потоків у лікарнях.
59. Технологічні цикли переробки бетону, цегли та асфальту у вторинні будівельні матеріали.
60. Мобільні комплекси «on-site» для переробки відходів руйнувань безпосередньо на місці знесення.
61. Інженерні методи ідентифікації та видалення азбесту з масивів відходів руйнації.
62. Нормативне регулювання поводження з відходами війни згідно з Постановою КМУ №1073.
63. Світовий досвід рециклінгу будівельних відходів: кейси ЄС, США та Японії.
64. Розробка планів управління відходами для великих будівельних майданчиків.
65. Екологічна оцінка небезпечних чинників пилу та шламів при демонтажі зруйнованих об'єктів.
66. Економічна ефективність первинного сортування будівельних відходів перед переробкою.
67. Технології використання відходів руйнації у дорожньому будівництві та при благоустрої територій.
68. Стратегія повоєнної відбудови України на засадах економіки замкненого циклу та ресурсозбереження.

69. Технологічна імплементація інженерних стандартів Базельської конвенції щодо ідентифікації та класифікації небезпечних відходів у транскордонних потоках.
70. Цифрові інженерні системи GPS-моніторингу та RFID-ідентифікації для забезпечення повної простежуваності переміщення міжнародних небезпечних вантажів.
71. Технологічна гармонізація національних стандартів поводження з небезпечними відходами відповідно до інженерних регламентів Директив Європейського Союзу.
72. Інженерно-логістичні цикли ОЕСР та технічна специфікація UN-сертифікованих пакувальних систем для безпечного транскордонного транспортування відходів.
73. Міжнародні інженерні проєкти та автоматизовані технологічні системи для ліквідації глобальних нафтових забруднень і пластикового сміття у Світовому океані.
74. Методика інженерного аудиту технічної спроможності закордонних переробних підприємств щодо екологічно безпечного оброблення імпортованих токсичних субстратів.
75. Інженерні бар'єри та технології автоматизованої детекції прихованих радіоактивних або хімічних компонентів у партіях вторинної сировини на кордоні.
76. Технологічні стандарти WtE та інженерні вимоги до систем багатоступеневого очищення газів на європейських об'єктах енергетичної утилізації відходів.



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

---

1. *Антонюк Н.А., Костюк В.Р.* Рециклінг будівельних відходів під час війни в Україні. Актуальні проблеми економіки № 7 (277), 2024. С. 130-142.
2. Будівнє сміття. URL:  
[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B5\\_%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%82%D1%82%D1%8F](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B5_%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%82%D1%82%D1%8F).
3. *Вітер Н.Г., Кавун Е.М.* «Утилізація та поводження з відходами». Наукова брошура для організації лабораторно-практичних та семінарських занять студентів агрономічного факультету денної та заочної форми навчання з спеціальності 7.04010601 «Екологія та охорона навколишнього середовища». Вінницький національний аграрний університет. 2015. 180 с. URL:  
<http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/8443.pdf>.
4. *Войтків П.С.* Поводження з відходами: навчально-методичні вказівки для самостійної роботи студентів. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2024. 74 с. URL:  
[https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/12/Voytkiv\\_Povodzhennia-z-vidkhodamy\\_book\\_2024.pdf](https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/12/Voytkiv_Povodzhennia-z-vidkhodamy_book_2024.pdf).
5. Екологічні ризики при утилізації будівельного сміття, що утворилося внаслідок воєнних дій. Кваліфікаційна робота магістра. URL: [https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/93922/1/Samoilenko\\_masters\\_thesis.pdf;jsessionid=C49E6A5F90A96586691A5476447114D1](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/93922/1/Samoilenko_masters_thesis.pdf;jsessionid=C49E6A5F90A96586691A5476447114D1).
6. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 19.06.1991 р. URL:  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>.
7. Закон України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції» від 14.01.2000 р. URL:  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1393-14#Text>.

8. Закон України «Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами» від 14.09.2000 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1947-14#Text>.
9. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» від 30.06.1995 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/255/95-%D0%B2%D1%80#Text>.
10. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» від 1994 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>.
11. Закон України «Про перевезення небезпечних вантажів» від 06.04.2000 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1644-14#Text>.
12. Закон України «Про пестициди та агрохімікати» від 2.03.1995 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80#Text>.
13. Закон України «Про металобрухт» від 16.11.2000 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/619-14#Text>.
14. Закон України «Про управління відходами» від 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>.
15. Знешкодження та утилізація відходів в агросфері: навч. Посібник. *В.К. Пузік, Р.В. Рожков, Т.А. Долгова та ін.* Х: ХНАУ, 2014. 220 с. URL: <http://dspace.knau.kharkov.ua/jspui>.
16. *Іванов Є. А., Кравців С. С., Войтків П. С.* Радіоекологічний моніторинг урбосистем Львова. Екологічні науки : науково-практичний журнал / гол. ред. О. І. Бондар. Київ : Видавничий дім "Гельветика". 2025. № 2(59). С. 140–145. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.2-59.21>.
17. Кращі європейські практики управління відходами (посібник). *А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич.* Видавництво Компанія "Манускрипт". Львів, 2019. 64 с. URL: [https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2019/07/Krashchi\\_ES\\_praktuku\\_NET.pdf](https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2019/07/Krashchi_ES_praktuku_NET.pdf).
18. *Майкович, В., & Адаменко, Я. (2024).* Оцінка впливу утворення будівельних відходів на довкілля. Екологічна безпека та природокористування, 51(3), 33–46. URL: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2024.3.33-46>.

19. *Майстренко, Н., Савчук, К., & Колесник, О. (2024).* Поняття та класифікація відходів сільськогосподарського виробництва: Бухгалтерський підхід. Економіка та суспільство, (69). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-69-57>.
20. Наказ від 08.06.2015 № 325 Про затвердження Державних санітарно-протиепідемічних правил і норм щодо поводження з медичними відходами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0959-15#Text>.
21. Наказ від 31.10.2024 № 1827 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Порядок управління медичними відходами, у тому числі вимоги щодо безпечності для здоров'я людини під час утворення, збирання, зберігання, перевезення, оброблення таких відходів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1938-24#Text>.
22. Наказ Міндовкілля № 1534 від 26.11.2024, зареєстрований у листопаді 2024 року (змінений у січні 2025 р.), затверджує Порядок ведення державного обліку відходів та подання звітності. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0090-25#Text>.
23. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
24. Офіційна сторінка Всеукраїнської екологічної ліги. URL: <http://www.ecoleague.net/>.
25. Офіційна сторінка Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/>.
26. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр» / Укладач: *О.В. Рибалова*. Х: НУЦЗУ, 2016. 530 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/5280/1/ПОВ%20ОДЖЕННЯ%20%20ВІДХОДАМИ.pdf>.
27. Поводження з відходами тваринництва. Національний екологічний центр України. К., 2015. 24 с. URL: [https://necu.org.ua/wp-content/uploads/Biogaz\\_A4\\_web-2.pdf](https://necu.org.ua/wp-content/uploads/Biogaz_A4_web-2.pdf).
28. *Полковниченко С. О.* Екологічні екстерналії сільськогосподарської діяльності // Економіка та управління

національним господарством / Науковий вісник Полісся № 4 (8), ч. 1, 2016. С. 79-84.

29. Постанова КМУ № 1396 (2023 р.) «Про порядок здійснення операцій з оброблення відходів» — технічні вимоги до заводів. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1166-2023-%D0%BF#Text>.
30. Постанова КМУ № 1102 від 20.10.2023 р. «Про затвердження Порядку класифікації відходів та Національного переліку відходів». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1102-2023-%D0%BF#Text>.
31. Постанова КМУ № 964 від 23.08.2024 р. «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України у сфері управління відходами». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/964-2024-%D0%BF#Text>.
32. Порядок поводження з відходами руйнації в Україні: чинне нормативно-правове регулювання URL: <https://epl.org.ua/announces/poryadok-povodzhennya-z-vidhodamy-rujnatsiyi-v-ukrayini-chynne-normatyvno-pravove-regulyuvannya/>.
33. Проблеми утилізації медичних відходів в Україні. URL: <https://www.ecoleague.net/pres-tsentr-vel/novyny/2017-rik/serpen/item/1322-problemy-utyilizatsii-medychnykh-vidkhodiv-v-ukraini>
34. *Проданчук М.Г., Повякель Л.І. та ін.* Класифікація медичних відходів з урахуванням факторів небезпеки в проекті ДСанПіН "Правила поводження з медичними відходами". URL: <http://protox.medved.kiev.ua/index.php/ua/categories/regulation/s/item/51-classification-of-medical-waste-with-consideration-of-safety-factors-within-the-framework-of-the-national-project-of-sanitary-rules-and-standarts-rules-of-the-safe-handing-with-medical-waste.%20%203>.
35. *Сафронів Т., Приходько В., Корбут М.* Особливості поводження з відходами будівництва та зносу в регіонах України. Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування», Вип. 23, 2024. С. 75-84. URL:

<https://journals.academ.vinnica.ua/index.php/eco-pa/article/view/174>.

36. Стан поводження з відходами від руйнувань в Україні станом на квітень 2024 року. URL: <https://epl.org.ua/announces/stan-povodzhennya-z-vidhodamy-vid-rujnuvan-v-ukrayini-stanom-na-kviten-2024-roku/>.
37. Управління відходами руйнації війни в Україні. Актуальні практики та необхідні зміни. URL: <https://epl.org.ua/eco-analytics/upravlinnya-vidhodamy-rujnatsiyi-vijny-v-ukrayini-aktualni-praktyku-ta-neobhidni-zminy/>
38. Управління та поводження з відходами: Підручник / Т.П. Шаніна, О.Р. Губанова, М.О. Клименко, Т.А. Сафранов, В.Ю. Кориневська, О.О. Бєдункова, А.І. Волков. За ред. Т.А.Сафранова, М.О. Клименка, - Одеса, 2011. 258 с.
39. Управління та поводження з відходами. Навчальний посібник. Ч. 1. Технології знезараження непридатних пестицидів / [Петрук В.Г., Ранський А.П., Васильківський І.В., Іщенко В.А., Безвозюк І.І., Петрук Р.В.] Вінниця: ВНТУ, 2012. 265 с.
40. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи : навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. Вінниця : ВНТУ, 2015. 100 с.
41. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. Вінниця : ВНТУ, 2013. 139 с.
42. Управління та поводження з відходами. Частина 4. Технології переробки твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В. Вінниця: ВНТУ, 2013. 234 с.
43. Утилізація, відновлення та рециклінг будівельних відходів. URL: <https://ecological.investments/budivelni-vidxodi.html>
44. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. Одеса, ТЕС 2012. 272 с.

**НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ**

**ВОЙТКІВ Петро Степанович**

# **ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ**

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

*Друкується в авторській редакції*

Львівський національний університет імені Івана Франка  
79007, м. Львів, вул. Дорошенка 41  
Підп. до друку 25.02.2026. Формат 60×84/8.  
Папір друк. Друк на різогр. Гарнітура Arial.  
Умов. друк. арк. 5,19. Наклад 50 прим. Зам. \_\_.

Надруковано з готових діапозитивів  
у друкарні ТзОВ “Простір-М”  
79000, м. Львів, вул. Чайковського, 8

---