



### Утилізація та рекуперація відходів

#### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

##### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>10 Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>101 Екологія</i>
Освітня програма	<i>Екологічна безпека</i>
Статус дисципліни	<b>Обов'язкова</b>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 (120)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен письмовий</i>
Розклад занять	<i>3 години на тиждень (2 години лекційних, 1 година практичних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/radovenchik-vyacheslav-mikhajlovich.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/radovenchik-vyacheslav-mikhajlovich.html</a> ; Практичні /Лабораторні: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/radovenchik-vyacheslav-mikhajlovich.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/radovenchik-vyacheslav-mikhajlovich.html</a> ;
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2782">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2782</a>

##### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Сучасний рівень розвитку суспільства вимагає прийняття термінових заходів щодо вирішення проблеми відходів, котрі утворюються в процесах життєдіяльності та промислового виробництва. До цієї категорії в нашому курсі будемо відносити тверді відходи, що утворюються в побуті та тверді відходи, що утворюються на різних етапах промислового виробництва. Сьогодні утилізація твердих відходів виходить на рівень глобальної екологічної проблеми і вимагає невідкладного рішення. Як і в інших галузях людської діяльності, тут спостерігається надзвичайно різноманітний підхід до вирішення існуючих проблем. Так, Швеція сьогодні захоронює лише 4 % всіх твердих побутових відходів, решта переробляється або спалюється з отриманням електроенергії та тепла. За рахунок спалювання твердих побутових відходів в Швеції забезпечується 20 % централізованого опалення будинків. Тепер шведи планують імпортувати щорічно більше 800 тис. тонн відходів із сусідніх країн, оскільки власних не вистачає. В той же час фахівці Агентства охорони навколишнього середовища Швеції вважають, що такий рівень переробки відходів – лише тимчасовий захід. Основний напрям діяльності в цій галузі – скорочення об'ємів утворюваних відходів та масове впровадження процесів рециклінгу різноманітних складових, котрі можна видалити із потоку твердих відходів.

**Предмет навчальної дисципліни «Утилізація та рекуперація відходів»** - реалізація технічних та технологічних підходів, що гарантують стабільний та безпечний захист людства від негативного впливу твердих відходів.

В значній мірі вирішення цих проблем буде визначатись рівнем підготовки фахівців, які працюють у галузі охорони навколишнього середовища, включаючи установи управління екологічною безпекою держави, наукові установи та організації, підприємства.

Для успішного вирішення завдань захисту та збереження довкілля при забезпеченні стабільного розвитку людства фахівці мають вільно володіти інформацією, вміти вирішувати складні проблеми захисту навколишнього середовища від забруднення на найвищому технологічному та науковому рівні.

**Мета навчальної дисципліни «Утилізація та рекуперація відходів».** Метою вивчення даної дисципліни є формування у магістрів комплексу знань в області сучасних технологій збору, транспортування, переробки та поховання твердих відходів, наукових розробок в галузі підвищення ефективності використання природних матеріальних та енергетичних ресурсів, комплексу умінь та навиків, необхідних для впровадження у виробництво та керування сучасними та новими методами і технологіям поводження з твердими відходами, створення ефективних систем їх утилізації та зберігання.

Відповідно до мети підготовка магістрів за даною спеціальністю вимагає формування компетентностей:

- Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю. **K18.**

- Здатність до участі в розробці системи управління та поводження з відходами виробництва та споживання. **K22.**

- Здатність до опанування міжнародного та вітчизняного досвіду вирішення регіональних та транскордонних екологічних проблем. **K25.**

- Здатність розрізняти технологічні процеси виробництв, визначати джерела і шляхи надходження у навколишнє природне середовище шкідливих компонентів, оцінювати їх вплив на стан здоров'я людини та якість довкілля. **K31.**

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Утилізація та рекуперація відходів», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- Використовувати принципи управління, на яких базується система екологічної безпеки. **ПРО4.**

- Розв'язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду. **ПРО7.**

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

- Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поводження з виробничими та муніципальними відходами. **ПР12.**

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

- Демонструвати навички впровадження природоохоронних заходів та проектів. Проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати. **ПР23.**

- Розробляти технології, використовувати процеси та апарати, що забезпечують ефективне розділення, концентрування, вилучення, деструкцію шкідливих домішок у водних системах і газових середовищах, переробку та утилізацію відходів. **ПР31.**

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Вивчення дисципліни «Утилізація та рекуперація відходів» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом бакалаврату при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування. Дисципліна «Утилізація та рекуперація відходів» є фундаментальною основою, що має забезпечити розв'язання комплексних проблеми в області захисту довкілля при оцінці стану довкілля, раціонального використання природних ресурсів та спрямована на глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики в галузі забезпечення стійкого розвитку людства.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Класифікація твердих відходів.**

Основні терміни та поняття. Класифікації твердих відходів. Державний класифікатор відходів. Основні технологічні процеси та апарати для знешкодження твердих відходів.

### **Розділ 2. Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів.**

Поняття подрібнення та помелу. Основні способи подрібнення. Схеми подрібнення твердих відходів. Класифікація апаратів для подрібнення відходів. Будова та принцип дії шоккової дробарки. Будова та принцип дії конусної дробарки. Будова валкового подрібнювача. Використання дезінтеграторів та дисмембраторів. Класифікація апаратів та основні схеми розмелювання твердих відходів. Будова барабанного млина. Ролико-кільцеві та вібраційні млини.

### **Розділ 3. Методи класифікації та сортування.**

Поняття класифікації та сортування. Суть та ефективність процесів просіювання. Основні схеми просіювання. Класифікація просіювачів. Барабанний просіювач. Вібраційні (інерційні) просіювачі. Принцип роботи граційного просіювача. Повітряна сепарація. Повітряні сепаратори камерного типу. Центробіжні сепаратори. Повітряно-прохідні сепаратори. Повітряно-циркуляційні сепаратори. Каскадно-гравітаційні сепаратори. Гідравлічна сепарація. Спіральні, рейкові та чашеві класифікатори. Будова та ефективність роботи гідро циклонів. Електрична сепарація та апарати для її реалізації.

### **Розділ 4. Збільшення розмірів шматків твердих відходів.**

Необхідність збільшення розмірів шматків твердих відходів. Гранулювання та апарати для його реалізації. Процеси скачування та пресування. Брикетування та основні його схеми. Тюкування. Високотемпературна агломерація.

### **Розділ 5. Процеси збагачення.**

Необхідність збагачення твердих відходів. Гравітаційні методи збагачення. Процеси відсаження та апарати для їх реалізації. Збагачення у важких рідинах та суспензіях. Збагачення в потоках на похилих поверхнях. Промивка. Класифікація способів флотації. Магнітна сепарація. Магнітні та електродинамічні сепаратори.

### **Розділ 6. Методи термічної переробки відходів.**

Суть термічної переробки. Спалювання. Піроліз та його переваги. Особливості газифікації. Вогневе та плазмове знешкодження твердих відходів. Використання печі Ванюкова для знешкодження твердих відходів.

### **Розділ 7. Методи вилуговування та кристалізації твердих відходів.**

Суть процесів вилуговування. Основні схеми вилуговування. Прямоточний та проти точний методи вилуговування. Вилуговування в нерухомому шарі. Кучне вилуговування. Бактеріальне вилуговування. Ізогідрична та ізотермічна кристалізації. Кристалізація висалюванням. Кристалізація в результаті хімічної реакції.

#### **Розділ 8. Біологічні методи переробки твердих відходів.**

Особливість біологічних методів переробки твердих відходів. Компостування та основні методи його проведення. Анаеробне зброджування та оптимальні умови його застосування. Вермікультивування як процес переробки твердих відходів.

#### **Розділ 9. Геоматеріали в технологіях переробки твердих відходів.**

Класифікація геосинтетичних матеріалів. Будова та характеристики основних типів геоматеріалів. Технології монтажу геосинтетичних матеріалів. Сховища твердих відходів з використанням геосинтетичних матеріалів.

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### **4.1. Базова**

1. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. – Київ: Кондор, 2021. – 246 с.
2. Радовенчик В.М., Гомеля М.Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування. – К.: Кондор, 2010. – 549 с.
3. Закон України "Про відходи", №187/98 – ВР від 05 березня 1998 р.
4. Екологія города: Учебник / Под ред. Ф.В.Стольберга. – К.:Либра, 2000. – 464 с.
5. Систер В.Г., Мирный А.Н. Современные технологии обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов. – М.: АКХ им. К. Д. Панфилова, 2003. – 303 с.
6. ДБН В.2.4. – 2005. Полігони твердих побутових відходів. Основи проектування. – К., 2006. – 35 с.

#### **4.2. Допоміжна**

7. Державний класифікатор відходів. – Укрметстандарт, Київ – 1996. – 36 с.
8. Очистка и рекуперация промышленных выбросов. Под ред. В.Ф. Максимова и И.В. Вольфа. – М.: Лесная промышленность. – 1989. – 416 с.
9. Радовенчик В.М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по курсу "Переробка відпрацьованих електролітів та утилізація отримуваних осадів" / Радовенчик В.М., Гомеля М.Д., Срібний Л.Є., Бутченко Л.І. – Київ.: КПІ. 1997. – 19 с.
10. Радовенчик В.М. Утилізація та рекуперація твердих відходів: Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт та самостійної роботи для студентів напряму підготовки 6.040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" - К.:НТУУ "КПІ", 2013. - 50 с.

#### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - <https://mepr.gov.ua/>
2. Промислова екологія. Спільнота фахівців-екологів - <http://www.eco.com.ua/>
3. Професійна Асоціація Екологів України (ПАЕУ) - <https://paeu.com.ua/>
4. Державна служба статистики України – <http://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України - <https://sae.gov.ua/uk/ae>.
6. Держпродспоживслужба України – <https://dpss.gov.ua/>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни **«Утилізація та рекуперація відходів»**, рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення сучасного рівня розвитку науки в галузі поводження з твердими відходами, прогнозування її розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<p><u>Класифікація твердих відходів.</u> Основні терміни та поняття. Класифікації твердих відходів. <b>Література: 1 [7-16], 3 [22-28], 4 [128-135].</b> Завдання на СРС – Закон України "Про відходи".</p>	2
2	<p><u>Класифікація твердих відходів.</u> Державний класифікатор відходів. Основні технологічні процеси та апарати для знешкодження твердих відходів. <b>Література: 1 [16-22], 3 [28-41], 4 [135-143].</b> Завдання на СРС – Системи класифікації відходів Європейського Союзу та Росії.</p>	2
3	<p><u>Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів.</u> Поняття подрібнення та помелу. Основні способи подрібнення. Схеми подрібнення твердих відходів. <b>Література: 1 [22-26], 3 [218-224], 5 [503-515], 6 [442-449].</b> Завдання на СРС. Необхідність подрібнення шматків твердих відходів. Подрібнення відходів шляхом розрізування та обладнання для його проведення.</p>	2
4	<p><u>Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів.</u> Класифікація апаратів для подрібнення відходів. Будова та принцип дії цокової дробарки. Будова та принцип дії конусної дробарки. Будова валкового подрібнювача. Використання дезінтеграторів та дисмембраторів. <b>Література: 1 [26-31], 3 [234-242], 5 [515-522], 6 [449-459].</b> Завдання на СРС. Розрізування металів та деревини. Основні види газових</p>	4

	<i>різаків та їх ефективність.</i>	
5	<p><u>Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів.</u> Класифікація апаратів та основні схеми розмелювання твердих відходів. Будова барабанного млина. Ролико-кільцеві та вібраційні млини. <b>Література: 1 [31-37], 3 [242-252], 5 [522-535], 6 [459-466].</b> Завдання на СРС. Вибухові та інші методи подрібнення відходів. Подрібнення використаних автомобільних шин.</p>	<u>2</u>
6	<p><u>Методи класифікації та сортування.</u> Поняття класифікації та сортування. Суть та ефективність процесів просіювання. Основні схеми просіювання. Класифікація просіювачів. Барабанний просіювач. Вібраційні (інерційні) просіювачі. Принцип роботи граційного просіювача. <b>Література: 1 [37-44], 3 [228-234], 5 [108-115], 6 [154-166].</b> Завдання на СРС. Типи сит для просіювачів, їх будова та класифікація.</p>	<u>2</u>
7	<p><u>Методи класифікації та сортування.</u> Повітряна сепарація. Повітряні сепаратори камерного типу. Центробіжні сепаратори. Повітряно-прохідні сепаратори. Повітряно-циркуляційні сепаратори. Каскадно-гравітаційні сепаратори. <b>Література: 1 [44-48], 3 [234-252], 5 [115-123], 6 [166-176].</b> Завдання на СРС. Пристрої для регулювання швидкості повітряних та водних потоків.</p>	<u>2</u>
8	<p><u>Методи класифікації та сортування.</u> Гідравлічна сепарація. Спіральні, рейкові та чашеві класифікатори. Будова та ефективність роботи гідроциклонів. Електрична сепарація та апарати для її реалізації. <b>Література: 1 [48-55], 3 [252-259], 5 [123-145], 6 [178-183].</b> Завдання на СРС. Розрахунок гідроциклонів для розділення та класифікації дисперсних матеріалів.</p>	<u>2</u>
9	<p><u>Збільшення розмірів шматків твердих відходів.</u> Необхідність збільшення розмірів шматків твердих відходів. Гранулювання та апарати для його реалізації. Процеси скачування та пресування. Брикетавання та основні його схеми. Тюкування. Високотемпературна агломерація. <b>Література: 1 [55-64], 3 [246-252], 5 [38-45], 6 [377-382].</b> Завдання на СРС. Гранулювання та брикетування деревинних відходів та стружки.</p>	<u>2</u>
10	<p><u>Процеси збагачення.</u> Необхідність збагачення твердих відходів. Гравітаційні методи збагачення. Процеси відсадження та апарати для їх реалізації. Збагачення у важких рідинах та суспензіях. Збагачення в потоках на похилих поверхнях. <b>Література: 1 [64-68], 3 [345-354], 5 [77-81], 6 [223-228].</b> Завдання на СРС. Сили, що діють на тверду частку в стоячій та рухомій рідині.</p>	<u>2</u>
11	<p><u>Процеси збагачення.</u> Промивка. Класифікація способів флотації. Магнітна сепарація. Магнітні та електродинамічні сепаратори. <b>Література: 1 [68-75], 5 [64-67], 6 [343-349].</b> Завдання на СРС. Магнітні та електричні властивості речовин.</p>	<u>2</u>

12	<p><u>Методи термічної переробки відходів.</u> Суть термічної переробки. Спалювання. Піроліз та його переваги. <b>Література: 1 [75-78], 5[23-31],6 [306-312].</b> Завдання на СРС. Екологічні проблеми прямого спалювання відходів.</p>	2
13	<p><u>Методи термічної переробки відходів.</u> Особливості газифікації. Вогневе та плазмове знешкодження твердих відходів. Використання печі Ванюкова для знешкодження твердих відходів. <b>Література: 1 [78-81], 5[76-83],6 [312-322].</b> Завдання на СРС. Сучасні методи спалювання відходів у світі.</p>	2
14	<p><u>Методи вилуговування та кристалізації твердих відходів.</u> Суть процесів вилуговування. Основні схеми вилуговування. Прямоточний та проти точний методи вилуговування. Вилуговування в нерухомому шарі. Кучне вилуговування. Бактеріальне вилуговування. Ізотермічна та ізотермічна кристалізації. Кристалізація висалюванням. Кристалізація в результаті хімічної реакції. <b>Література: 1 [81-86], 5[36-41],6 [209-215].</b> Завдання на СРС. Розчинність речовин у воді. Насичені розчини та кристалізація з водних розчинів.</p>	2
15	<p><u>Біологічні методи переробки твердих відходів.</u> Особливість біологічних методів переробки твердих відходів. Компостування та основні методи його проведення. Анаеробне зброджування та оптимальні умови його застосування. Вермікультивування як процес переробки твердих відходів. <b>Література:1 [85-89], 8[6-11].</b> Завдання на СРС. Використання ЕМ-технологій при переробці твердих відходів.</p>	2
16	<p><u>Класифікація геосинтетичних матеріалів.</u> Будова та характеристики основних типів геоматеріалів. Геотекстилі промислового виготовлення. Геотекстильподібні матеріали та їх призначення. Геосинтетичні глиномати. Геомембрани. <b>Література:1[88-101], 7.</b> Завдання на СРС. Гідроізоляція звалищ при складування твердих відходів</p>	2
17	<p><u>Технології монтажу геосинтетичних матеріалів.</u> Термічне та механічне з'єднання полотниць. Закріплення геоматеріалів на схилах. Обладнання герметичності стиків полотниць глиноматів. <u>Виконання сховищ з використанням геоматеріалів.</u> Структура сховищ. Влаштування дна, Забезпечення гідроізоляції. Покриття заповнених звалищ відходів. <b>Література:1[101-109], 7.</b> Завдання на СРС. Основні виробники геосинтетичних матеріалів в Україні. Вимоги нормативних документів до облаштування сховищ промислових відходів</p>	2
18	Всього – 36 год	36

### Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів практичні заняття займають 33 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації організатора природокористування. Зміст цих занять і методика їх проведення забезпечують розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією,

дозволяють перевірити знання, у зв'язку з чим даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Тому практичні заняття виконують не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників в області екології.

Основні завдання циклу практичних занять:

- ◆ допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області поводження з відходами;
- ◆ навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших видів завдань;
- ◆ навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою, документацією і схемами;
- ◆ формувати вміння вчитися самостійно, тобто опанувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Склад проекту полігону твердих побутових відходів. Розрахунок необхідної площі ділянки (2 год.). <b>Література: 1. с. 344-349; 9. с. 11-16.</b> Завдання на СРС – Етапи проектування полігонів ТПВ. Вибір ділянки території [9 с. 4-11].	2
2	Проектування ділянки складування(2 год.). <b>Література: 1. с. 384-389; 9. с. 16-23.</b> Завдання на СРС – Антропогенний вплив полігонів на довкілля [1 с. 456-363].	2
3	Прогноз техногенного впливу полігону ТПВ на компоненти природного середовища. Інженерні рішення захисту навколишнього середовища(4 год.). <b>Література: 1. с. 308-315; 9. с. 23-25.</b> Завдання на СРС – Класифікація геосинтетичних матеріалів [1 с. 89-102]..	4
4	Захисні екрани полігонів(4 год.). <b>Література: 1. с. 117-130; 9. с. 25-29.</b> Завдання на СРС – Влаштування протифільтраційних екранів [9 с. 30-37].	4
5	Внутрішній дренаж та система видалення фільтрату. Система дегазції полігону(4 год.). <b>Література: 1. с. 362-384; 9. с. 29-47.</b> Завдання на СРС – Адміністративно-господарська та захисна зони полігону [9 с. 48-66].	4
6	Модульна контрольна робота (2 год.)	2
	<b>Всього</b>	<b>18</b>



## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів займає 60 % часу вивчення кредитного модуля. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області проектування систем водокористування, що не ввійшли до переліку лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках кредитного модуля студент повинен навчитися аналізувати можливості міграції та трансформації речовин як природного, так і антропогенного походження в навколишньому середовищі, і на основі аналізу обробленої інформації, приходити до власних обґрунтованих висновків.

№ з/п	Назва теми, що вноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<i>Розділ 1. Класифікація твердих відходів.</i>		
1	<i>Закон України "Про відходи". Системи класифікації відходів Європейського Союзу та Росії. Класи відходів згідно класифікаторів різних країн. Їх різниця та спільне. Література: 1 [16-22], 2.</i>	2
<i>Розділ 2. Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів.</i>		
2	<i>Необхідність подрібнення шматків твердих відходів. Подрібнення відходів шляхом розрізування та обладнання для його проведення. Розрізування металів та деревини. Основні види газових різаків та їх ефективність. Вибухові та інші методи подрібнення відходів. Подрібнення використаних автомобільних шин. Ефективність різних типів подрібнювачів. Література: 1 [22-26], 3 [218-224], 5 [503-515], 6 [442-449].</i>	5
<i>Розділ 3. Методи класифікації та сортування.</i>		
3	<i>Типи сит для просіювачів, їх будова та класифікація. Пристрої для регулювання швидкості повітряних та водних потоків. Розрахунок гідроциклонів для розділення та класифікації дисперсних матеріалів. Література: 1 [37-44], 3 [228-234], 5 [108-115], 6 [154-166].</i>	3
<i>Розділ 4. Збільшення розмірів шматків твердих відходів.</i>		
4	<i>Гранулювання та брикетування деревинних відходів та стружки. Література: 1 [55-64], 3 [246-252], 5 [38-45], 6 [377-382].</i>	3
<i>Розділ 5. Процеси збагачення.</i>		
5	<i>Сили, що діють на тверду частку в стоячій та рухомій рідині. Магнітні та електричні властивості речовин. Література: 1 [68-75], 5 [64-67], 6 [343-349].</i>	4
<i>Розділ 6. Методи термічної переробки відходів.</i>		
6	<i>Екологічні проблеми прямого спалювання відходів. Сучасні методи спалювання відходів у світі. Література: 1 [78-81], 5[76-83],6 [312-322].</i>	4
<i>Розділ 7. Методи вилуговування та кристалізації твердих відходів.</i>		
7	<i>Розчинність речовин у воді. Насичені розчини та кристалізація з водних розчинів. Література: 1 [81-86], 5[36-41],6 [209-215].</i>	2
<i>Розділ 8. Біологічні методи переробки твердих відходів.</i>		

8	Використання ЕМ-технологій при переробці твердих відходів. Література:1 [85-89], 8[6-11].	2
<i>Розділ 9. Геоматеріали в технологіях переробки твердих відходів.</i>		
9	Гідроізоляція звалищ при складування твердих відходів. Основні виробники геосинтетичних матеріалів в Україні. Вимоги нормативних документів до облаштування сховищ промислових відходів Література:1[88-101], 7.	4
5	Контрольна робота з розділів 1-9	4
6	Екзамен	20
	<b>Всього годин</b>	<b>39</b>

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
  - <https://welcome.stepik.org/ru/>;
  - <https://prometheus.org.ua/>;
  - <https://www.coursera.org/learn/>;
  - <https://cropaia.com/>;
  - <https://www.shortcoursesportal.com/>).

Але їхня сума не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

#### Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

#### Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача іспиту за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

#### Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	ДКР	Семестровий контроль
6	4	120	36	18		66	1		екзамен

### Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

1. відповіді студента на лекціях під час експрес-контролю;
2. дві контрольні роботи (МКР поділяється на 2 роботи тривалістю по 45 хвилин),
3. виконання практичних робіт,
4. відповідь на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання:

1. Експрес-контроль на лекціях:

Ваговий бал –4.

Максимальна кількість балів при опитуванні на лекції не менше 7 студентів дорівнює  $7 \times 4 = 28$  балів

Критерії оцінювання знань студентів:

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Чітка та повна відповідь на запитання	4
У відповіді допущені окремі неточності чи помилки	3
У відповіді відсутні формулювання термінів, законів та формул	2...1
Відповідь не зарахована	0

2. Модульні контрольні.

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює:  $10 \text{ балів} \times 2 \text{ роботи} = 20 \text{ балів}$

Критерії оцінювання контрольних робіт

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь на всі запитання	10
У відповіді допущені окремі неточності	8...9
Дана часткова відповідь або у відповідях на запитання та допущені помилки	6...7
Дана нечітка відповідь: відсутні або допущені помилки у формулах, реакціях, термінах та визначеннях	4...5
Дано незадовільні відповіді на окремі запитання та наявність суттєвих помилок з інших запитань	1...3
Контрольна не зарахована	0

3. Робота на практичних заняттях.

Ваговий бал – 3. Максимальна кількість балів на всіх практичних роботах дорівнює: 3 бали х 4 п/р = 12 балів

Критерії оцінювання знань студентів:

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Чітка та своєчасне виконання та оформлення роботи	3
У роботі допущені помилки, що спотворюють результат	2
Несвоєчасне виконання роботи, недоліки в оформленні	1
Невиконання практичної роботи	0

Штрафні та заохочувальні бали:

- доповідь по темі одного з розділів предмету ..... +2... +4 бали
- розробка дидактичного матеріалу курсу .....+2..... +5 балів

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R_C=28+20+12=60 \text{ балів}$$

Складова екзамену дорівнює 40 % від R:

$$R_{екз}=40 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$R=R_C+R_{екз}=60+40=100 \text{ балів}$$

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 60 балів. Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання плану дисципліни і стартовий рейтинг не менше 36 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 30 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 60 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 40 балів.

Під час здачі екзамену студенти дають відповіді на 4 запитання, кожне з яких оцінюється у 10 балів.

Максимальна кількість балів-  $4 \times 10 = 40$  балів.

Складова екзаменаційної шкали дорівнює 40 % від R:

$$R_{екз} = 40 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова оцінка з дисципліни складає:

$$R = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Студенти, які отримали оцінку F, до екзамену не допускаються і повинні підвищити свій рейтинг.

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання всіх МКР.

Критерії оцінювання знань студентів на екзамені:

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь на запитання	10
У відповіді допущені окремі неточності	8...9

<i>Дана часткова відповідь або у відповідях на запитання та допущені помилки</i>	<i>6...7</i>
<i>Дана нечітка відповідь: відсутні або допущені помилки у формулах, реакціях, термінах та визначеннях</i>	<i>4...5</i>
<i>Дано незадовільні відповіді на окремі запитання та наявність суттєвих помилок з інших запитань</i>	<i>1...3</i>
<i>Відповідь не зарахована</i>	<i>0</i>

*Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею.*

<i>Бали <math>R=R_C+R_{ЕКЗ}</math></i>	<i>ECTS оцінка</i>	<i>Екзаменаційна оцінка</i>
<i>95-100</i>	<i>A</i>	<i>відмінно</i>
<i>85-94</i>	<i>B</i>	<i>добре</i>
<i>75-84</i>	<i>C</i>	<i>добре</i>
<i>65-74</i>	<i>D</i>	<i>задовільно</i>
<i>60-64</i>	<i>E</i>	<i>задовільно</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Fx</i>	<i>незадовільно</i>
<i>Незараховані лабораторні роботи або <math>R_C &lt; 34</math></i>	<i>F</i>	<i>не допущено</i>

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

### **Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль**

- 1. Поясніть основні терміни та поняття.*
- 2. Наведіть класифікації твердих відходів.*
- 3. Охарактеризуйте Державний класифікатор відходів.*
- 4. Перерахуйте основні технологічні процеси та апарати для знешкодження твердих відходів.*
- 5. Дайте визначення та поясніть поняття подрібнення та помелу.*
- 6. опишіть основні способи подрібнення.*
- 7. Наведіть схеми подрібнення твердих відходів.*
- 8. Класифікуйте апарати для подрібнення відходів.*
- 9. опишіть будову та принцип дії шокової дробарки.*
- 10. опишіть будову та принцип дії конусної дробарки.*
- 11. опишіть будову валкового подрібнювача.*
- 12. Охарактеризуйте використання дезінтеграторів та дисмембраторів.*
- 13. Класифікуйте апарати та основні схеми розмелювання твердих відходів.*
- 14. опишіть будову барабанного млина.*
- 15. опишіть ролико-кільцеві та вібраційні млини.*
- 16. Поясніть поняття класифікації та сортування.*
- 17. опишіть суть та ефективність процесів просіювання.*
- 18. Наведіть основні схеми просіювання.*
- 19. Наведіть класифікацію просіювачів.*
- 20. опишіть барабанний просіювач.*

21. Опишіть вібраційні (інерційні) просіювачі.
22. Опишіть принцип роботи граційного просіювача.
23. Опишіть повітряну сепарацію.
24. Опишіть повітряні сепаратори камерного типу.
25. Опишіть центробіжні сепаратори.
26. Опишіть повітряно-прохідні сепаратори.
27. Опишіть повітряно-циркуляційні сепаратори.
28. Охарактеризуйте каскадно-гравітаційні сепаратори.
29. Поясніть гідравлічну сепарацію.
30. Перерахуйте спіральні, рейкові та чашеві класифікатори.
31. Опишіть будову та ефективність роботи гідроциклонів.
32. Опишіть електричну сепарацію та апарати для її реалізації.
33. Опишіть необхідність збільшення розмірів шматків твердих відходів.
34. Охарактеризуйте гранулювання та апарати для його реалізації.
35. Наведіть процеси скачування та пресування.
36. Дайте визначення та поясніть брикетування та основні його схеми.
37. Дайте визначення та поясніть тюкування.
38. Опишіть високотемпературну агломерацію.
39. Опишіть необхідність збагачення твердих відходів.
40. Охарактеризуйте гравітаційні методи збагачення.
41. Дайте визначення та поясніть процеси відсадження та апарати для їх реалізації.
42. Опишіть збагачення у важких рідинах та суспензіях.
43. Охарактеризуйте збагачення в потоках на похилих поверхнях.
44. Дайте визначення та поясніть промивка.
45. Класифікуйте способи флотації.
46. Дайте визначення та поясніть магнітну сепарацію.
47. Охарактеризуйте магнітні та електродинамічні сепаратори.
48. Опишіть суть термічної переробки.
49. Дайте визначення та поясніть спалювання.
50. Дайте визначення та поясніть піроліз та його переваги.
51. Опишіть особливості газифікації.
52. Опишіть вогневе та плазмове знешкодження твердих відходів.
53. Опишіть використання печі Ванюкова для знешкодження твердих відходів.
54. Опишіть суть процесів вилуговування.
55. Наведіть основні схеми вилуговування.
56. Опишіть прямоточний та протиточний методи вилуговування.
57. Охарактеризуйте вилуговування в нерухомому шарі.
58. Дайте визначення та поясніть кучне вилуговування.
59. Дайте визначення та поясніть бактеріальне вилуговування.
60. Дайте визначення та поясніть ізогідричну та ізотермічну кристалізацію.
61. Дайте визначення та поясніть кристалізацію висалюванням.
62. Охарактеризуйте кристалізацію в результаті хімічної реакції.
63. Опишіть особливість біологічних методів переробки твердих відходів.
64. Опишіть компостування та основні методи його проведення.
65. Охарактеризуйте анаеробне зброджування та оптимальні умови його застосування.
66. Опишіть вермікультивування як процес переробки твердих відходів.
67. Класифікуйте геосинтетичні матеріали.
68. Опишіть будову та характеристики основних типів геоматеріалів.
69. Наведіть технології монтажу геосинтетичних матеріалів.

70. Охарактеризуйте сховища твердих відходів з використанням геосинтетичних матеріалів.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено проф., д.т.н., Радовенчиком В. М.**

**Ухвалено кафедрою Ета ТРП (протокол № 13 від 23.06.2021)**