



Утилізація та рекуперація відходів

Робоча програма освітнього компоненту (Силабус)

Реквізити освітнього компоненту

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

Програма освітнього компоненту

1. Опис освітнього компоненту, її мета, предмет вивчання 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 освітнього компоненту «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 освітнього компоненту «Утилізація та рекуперація відходів». Метою вивчення даної освітнього компоненту є формування у бакалаврів 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 бакалаврів 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 освітнього компоненту **«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 освітнього компоненту (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення освітнього компоненту **«Утилізація та рекуперація відходів»** базується на вивченні освітнього компоненту **«Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище»**. Дисципліна **«Утилізація та рекуперація відходів»** забезпечує вивчення та засвоєння освітнього компоненту **«Техноекологія»**.

3. Зміст освітнього компоненту

Розділ 1. Тверді відходи в Україні.

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 щогової 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. Брикетавання 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. 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 8. Методи вилугування та кристалізації твердих відходів.

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

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. Промислова екологія / В. Л. Филипчук, М. О. Клименко, К. К. Ткачук, С. Б. Проценко, В. М. Радовенчик, І. І. Залеськиц / : Навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 494 с.
5. Орфанова М. М. Утилізація та рекуперація відходів [Текст]: конспект лекцій / М. М. Орфанова – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. – 100 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. Утилізація та рекуперація відходів. Переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 9,32 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 75 с.
9. Техногенні родовища – нове нетрадиційне джерело мінеральної сировини в Україні / Л. С. Галецький, У. З. Науменко, А. Д. Филипчук, Р. Ф. Польской. – <http://www.sustainable-cities.net.ua>. – 2005.
10. ДСанПін 2.2.7.029-99 - "Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення". Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 01.07.1999 N 29.
11. ДБН В.2.4-4:2010 Полігони зі знешкодження та захоронення токсичних відходів. Мінрегіонбуд України, 2010. – 56 с.
12. Радовенчик В. М., Побережний М.В., Радовенчик Я. В., Куцак К.А. Особливості поводження з твердими побутовими відходами на території України // Комунальне господарство міст, 2019. – вип. 147. – т. 1. – С. 94 – 100.
13. Радовенчик В. М., Побережний М.В., Радовенчик Я. В., Крисенко Т.В. Захоронення твердих побутових відходів на території України у 2018 році // Комунальне господарство міст, 2019. – вип. 152. – т. 6. – С. 67 – 72.

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://saee.gov.ua/uk/ae>.

6. Держпродспоживслужба України – <https://dpss.gov.ua/>

Навчальний контент

5. Методика опанування освітнього компоненту (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з освітнього компоненту **«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 формулюваннях);
- 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.

Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
<u>Тверді відходи в Україні.</u> Основні терміни та поняття. Класифікації твердих відходів. Література: 1 [8-20], 3, 4 [286-296]. Завдання на СРС – Закон України "Про відходи".	<u>2</u>
<u>Законодавство України в галузі поводження з відходами.</u> Об'єми накопичених та рівень утилізації твердих відходів в Україні. Основні технологічні процеси та апарати для знешкодження твердих відходів. Література: 1 [20-28], 4 [296-303]. Завдання на СРС – Системи класифікації відходів Європейського Союзу та Росії. Класи відходів згідно класифікаторів різних країн. Їх різниця та спільне.	<u>2</u>
<u>Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів.</u> Розрізування шматків твердих відходів. Основні типи обладнання для розрізування. Література: 1 [29-40]. Завдання на СРС. Необхідність подрібнення шматків твердих відходів. Утилізація твердих відходів целюлозно-паперових виробництв.	<u>2</u>
<u>Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів.</u> Поняття подрібнення та помелу. Основні способи подрібнення. Схеми	<u>4</u>

подрібнення твердих відходів. Класифікація апаратів для подрібнення відходів. Будова та принцип дії щоголової дробарки. Будова та принцип дії конусної дробарки. Будова валкового подрібнювача. Використання дезінтеграторів та дисмембраторів. Література: 1 [40-57], 2 [22-31]. Завдання на СРС. Тверді промислові відходи, їх основні властивості, збір та складування.	
<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. Література: 1 [57-68], 2 [31-37]. Завдання на СРС. Вибухові та інші методи подрібнення відходів. Подрібнення використаних автомобільних шин.	<u>2</u>
<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. Література: 1 [81-91], 2 [37-44]. Завдання на СРС. Типи сит для просіювачів, їх будова та класифікація.	<u>2</u>
<u>Методи класифікації та сортування.</u> Повітряна сепарація. Повітряні сепаратори камерного типу. Центробіжні сепаратори. Повітряно-прохідні сепаратори. Повітряно-циркуляційні сепаратори. Каскадно-гравітаційні сепаратори. Література: 1 [91-96], 2 [44-47]. Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів гірничо-металургійного комплексу.	<u>2</u>
<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. Література: 1 [96-105], 2 [48-55]. Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів паливно-енергетичного комплексу.	<u>2</u>
<u>Збільшення розмірів шматків твердих відходів.</u> Необхідність збільшення розмірів шматків твердих відходів. Гранулювання та апарати для його реалізації. Процеси скачування та пресування. Література: 1 [106-123], 2 [55-59]. Завдання на СРС. Гранулювання та брикетування деревинних відходів та стружки.	<u>2</u>
<u>Збільшення розмірів шматків твердих відходів.</u> Брикетування та основні його схеми. Література: 1 [123-130], 2 [59-62]. Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів деревообробки та лісового комплексу.	<u>2</u>
<u>Збільшення розмірів шматків твердих відходів.</u> Тюкування. Високотемпературна агломерація. Література: 1 [130-139], 2 [63-64]. Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів машинобудівного комплексу.	<u>2</u>

<u>Процеси збагачення.</u> Необхідність збагачення твердих відходів. Гравітаційні методи збагачення. Процеси відсаджень та апарати для їх реалізації. Збагачення у важких рідинах та суспензіях. Збагачення в потоках на похилих поверхнях. Література: 1 [140-144], 2 [64-68]. Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів гірничо-металургійного комплексу.	<u>2</u>
<u>Процеси збагачення.</u> Класифікація способів флотації. Магнітна сепарація. Магнітні та електродинамічні сепаратори. Література: 1 [144-153], 2 [68-75]. Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів гірничо-металургійного комплексу.	<u>2</u>
<u>Методи термічної переробки відходів.</u> Суть термічної переробки. Спалювання. Піроліз та його переваги. Література: 1 [155-174], 2 [75-78]. Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів деревообробки та лісового комплексу.	<u>2</u>
<u>Методи термічної переробки відходів.</u> Особливості газифікації. Вогневе та плазмове знешкодження твердих відходів. Використання печі Ванюкова для знешкодження твердих відходів. Література: 1 [175-188], 2 [78-81]. Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів транспортного комплексу.	<u>2</u>
<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. Література: 1 [189-227], 2 [86-88]. Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів сільського господарства.	<u>2</u>
<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. Ізогидрична та ізотермічна кристалізації. Кристалізація висалюванням. Кристалізація в результаті хімічної реакції. Література: 1 [229-237], 2 [81-86]. Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів хімічної промисловості.	<u>2</u>
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 бакалавра з екології. 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 опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
Геосинтетичні матеріали та їх класифікація (2 год.). Література: 2. с. 88-96. Завдання на СРС – Підготувати презентацію однієї з компаній, що займаються виробництвом чи продажем геосинтетичних матеріалів. [2 с. 88].	2
Геосинтетичні глиномати (2 год.). Література: 2. с. 97-99. Завдання на СРС – Проаналізувати порядок цін на геосинтетичні матеріали на території України [2 с. 88].	2
Геомембрани. Технології монтажу геосинтетичних матеріалів (4 год.). Література: 2. с. 99-108. Завдання на СРС – Привести приклади сховищ з використанням геосинтетичних матеріалів [2 с. 107-108].	4
Сховища твердих промислових відходів (4 год.). Література: 1. с. 117-130; 10; 11. Завдання на СРС – Оцінити тенденції зміни об'ємів сховищ промислових відходів на території України [2 с. 109-114].	4
Поняття техногенних родовищ, їх об'єми та розповсюдження в Україні. (4 год.). Література: 1. с. 362-384; 10. Завдання на СРС – Проаналізувати склад техногенних родовищ України з точки зору можливості добування вторинних ресурсів [2 с. 115-116; 9; 10].	4
Модульна контрольна робота	2
Всього	18

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів займає 55 % часу вивчення кредитного модуля. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області нових процесів утилізації та знешкодження відходів, 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, що утворюються при зберіганні, транспортуванні та переробці відходів різноманітного походження в навколишньому середовищі, і на основі аналізу обробленої інформації, приходити до власних обґрунтованих висновків щодо вибору прийнятної технології.

Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Тверді відходи в Україні.	
Закон України «Про відходи». Системи класифікації відходів	4

Європейського Союзу та Росії. Класи відходів згідно класифікаторів різних країн. Їх різниця та спільне. Література: 1 [20-26], 3, 7.		
Розділ 2. Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів.		
Необхідність подрібнення шматків твердих відходів. Утилізація твердих відходів целюлозно-паперових виробництв. Тверді промислові відходи, їх основні властивості, збір та складування. Вибухові та інші методи подрібнення відходів. Подрібнення використаних автомобільних шин. Література: 1 [29-30], 8 [71-74], 2 [36-37], 2 [209-228].		4
Розділ 3. Методи класифікації та сортування.		
Типи сит для просіювачів, їх будова та класифікація. Утилізація твердих відходів гірничо-металургійного комплексу. Утилізація твердих відходів паливно-енергетичного комплексу. Література: 1 [81-84], 2 [133-142], 2 [142-153].		4
Розділ 4. Збільшення розмірів шматків твердих відходів.		
Гранулювання та брикетування деревинних відходів та стружки. Утилізація твердих відходів деревообробки та лісового комплексу. Утилізація твердих відходів машинобудівного комплексу. Література: 2 [239-245], 2 [231-257], 2 [173-200].		4
Розділ 5. Процеси збагачення.		
Утилізація твердих відходів гірничо-металургійного комплексу. Література: 2 [133-142].		4
Розділ 6. Методи термічної переробки відходів.		
Утилізація твердих відходів деревообробки та лісового комплексу. Література: 2 [231-257].		4
Розділ 7. Біологічні методи переробки твердих відходів.		
Утилізація твердих відходів сільського господарства. Література: 2 [269-288].		4
Розділ 8. Методи вилугування та кристалізації твердих відходів.		
Утилізація твердих відходів хімічної промисловості. Література: 2 [153-173].		4
Підготовка до модульної контрольної роботи		4
Екзамен		30
Всього годин		66

Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту

Програмний результат	Лекційні заняття	Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання
Використовувати принципи управління, на яких базується система екологічної безпеки.	<u>Лекція 1.</u> Тверді відходи в Україні. <u>Лекція 2.</u> Законодавство України в галузі поводження з відходами	
Розв'язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загально-	<u>Лекція 3-5.</u> Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів	<u>Практичне заняття 1.</u> Геосинтетичні матеріали та їх класифікація <u>Практичне заняття 2.</u>

прийнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду.		Геосинтетичні глиномати <u>Практичне заняття 3.</u> Геомембрани.
Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництва на навколишнє середовище.	<u>Лекція 6.</u> Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів <u>Лекція 7-8.</u> Методи класифікації та сортування	<u>Практичне заняття 4.</u> Сховища твердих промислових відходів
Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поводження з виробничими та муніципальними відходами.	<u>Лекція 9-11.</u> Збільшення розмірів шматків твердих відходів	
Уміти пояснювати соціальні, економічні та політичні наслідки впровадження екологічних проектів.	<u>Лекція 12-13.</u> Процеси збагачення	<u>Практичне заняття 5.</u> Поняття техногенних родовищ, їх об'єми та розповсюдження в Україні.
Демонструвати навички впровадження природоохоронних заходів та проектів. Проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати.	<u>Лекція 14-15.</u> Методи термічної переробки відходів	
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.	<u>Лекція 16.</u> Біологічні методи переробки твердих відходів <u>Лекція 17.</u> Методи вилуговування та кристалізації твердих відходів	

Політика та контроль

7. Політика освітнього компоненту (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

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 освітнього компоненту або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату;
- <https://www.coursera.org/learn/solid-waste-management>;
- https://courses.prometheus.org.ua/courses/course-v1:IRF+WST101+2019_T2/about;
- <https://www.shortcoursesportal.com/studies/297793/environmental-waste-management.html>

Але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з освітнього компоненту 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 освітнього компоненту 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 освітнього компоненту 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: $3 \text{ бали} \times 4 \text{ п/р} = 12 \text{ балів}$

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

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R_C = 28 + 20 + 12 = 60 \text{ балів}$$

Складова екзамену дорівнює 40 % від R :

$$R_{EK3} = 40 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = R_C + R_{EK3} = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$$

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

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 30 балів. На першій атестації 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 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:

$$R_{\text{екз}} = 40 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова оцінка з освітнього компоненту 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
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
Відповідь не зарахована	0

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

Бали $R = R_C + R_{\text{екз}}$	ECTS оцінка	Екзаменаційна оцінка
95-100	A	відмінно
85-94	B	добре
75-84	C	добре
65-74	D	задовільно
60-64	E	задовільно
Менше 60	Fx	незадовільно
Незараховані лабораторні роботи або $R_C < 34$	F	не допущено

9. Додаткова інформація з освітнього компоненту (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 щоголової 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 ролик-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 касадно-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 вилугування.
55. Наведіть основні схеми вилугування.
56. Опишіть прямоточний та протиточний методи вилугування.
57. Охарактеризуйте вилугування в нерухомому шарі.
58. Дайте визначення та поясніть кучне вилугування.
59. Дайте визначення та поясніть бактеріальне вилугування.
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.

Питання до контрольних робіт

МКР 1

№1

1. Наведіть класифікації твердих відходів.
2. Класифікуйте апарати для подрібнення відходів.
3. Опишіть будову барабанного млина.
4. Опишіть вогневий метод розрізування металів.
5. Опишіть технологію механічного подрібнення шин.

№2

1. Охарактеризуйте Державний класифікатор відходів.
2. Опишіть будову та принцип дії шокової дробарки.
3. Опишіть обладнання для вогневого розрізування металів.
4. Опишіть бародеструкційну технологію переробки шин.
5. Опишіть продукти, що отримують після подрібнення шин та їх використання

№3

1. Перерахуйте основні технологічні процеси та апарати для знешкодження твердих відходів.
2. Опишіть будову та принцип дії конусної дробарки.
3. Опишіть суть механічного розрізування відходів.
4. Опишіть принцип криогенного методу подрібнення шин.

5. Охарактеризуйте обладнання для подрібнення будівельних конструкцій.

№4

1. Дайте визначення та поясніть поняття подрібнення та помелу.
2. Опишіть будову валкового подрібнювача.
3. Опишіть обладнання для механічного розрізування
4. Опишіть вибухо-циркуляційний метод подрібнення шин.
5. Опишіть використання продуктів подрібнення шин.

№5

1. Опишіть основні способи подрібнення.
2. Охарактеризуйте використання дезінтеграторів та дисмембраторів.
3. Опишіть основні типи пилок для розрізування шматків відходів.
4. Опишіть технологію подрібнення шин з використанням озону.
5. Наведіть класифікації твердих відходів.

№6

1. Наведіть схеми подрібнення твердих відходів.
2. Класифікуйте апарати та основні схеми розмелювання твердих відходів.
3. Опишіть ролико-кільцеві та вібраційні млини.
4. Опишіть бародеструкційну переробку шин.
5. Опишіть кріогенний, високотемпературний та вибуховий методи подрібнення металів.

МКР 2

№1

1. Коротко охарактеризуйте основні методи класифікації та сортування.
2. Повітряно-прохідний та повітряно-циркуляційний сепаратори.
3. Процеси трибоелектростатики та піроелектризації.
4. Опишіть роботу гранулятора киплячого шару.
5. Опишіть технологію отримання деревинних брикетів.

№2

1. Опишіть основні типи сит, їх будову та позначення.
2. Опишіть будову та принцип дії каскадно-гравітаційного сепаратора.
3. Опишіть барабанний електростатичний сепаратор.
4. Опишіть пакетування відходів металів.
5. Опишіть процес високотемпературної агломерації.

№3

1. Опишіть основні схеми просіювання, їх переваги та недоліки.
2. Опишіть будову та принцип дії спірального класифікатора.
3. Опишіть камерний електростатичний сепаратор.
4. Опишіть процес брикетування та його схеми.
5. Охарактеризуйте переваги деревинних гранул.

№4

1. Принцип дії та будова барабанного просіювача.

2. Опишіть будову та принцип дії рейкового та чашевого класифікаторів.
3. Обґрунтуйте необхідність збільшення розмірів шматків твердих відходів.
4. Опишіть загальні положення гранулювання деревинних відходів.
5. Опишіть процес високотемпературної агломерації.

№5

1. Опишіть будову та характеристики вібраційних просіювачів.
2. Гідроциклони, їх будова та особливості.
3. Опишіть роботу барабанного гранулятора.
4. Опишіть технологію отримання деревинних гранул.
5. Наведіть основні вимоги до сировини для отримання деревинних гранул.

№6

1. Камерні повітряні сепаратори.
2. Класифікуйте апарати електричної сепарації та опишіть принцип їх дії.
3. Опишіть роботу валкової прес-машини та матричного пресу.
4. Переваги деревинних гранул та брикетів над іншими енергоносіями.
5. Опишіть основні аспекти методу електричної сепарації.

Робочу програму освітнього компоненту (силабус):

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

Ухвалено: кафедрою Е та ТРП (протокол № 17 від 29.05.2025 р.)

Методичною комісією ІХФ (протокол № 11 від 27.06.2025 р.)