



Утилізація та рекуперація відходів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології</i>
Статус дисципліни	Обов'язкова
Форма навчання	<i>заочна/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 (120)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен письмовий/МКР</i>
Розклад занять	<i>6 годин лекційних, 10 годин практичних занять</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
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.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=2782

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:

- Прагнення до збереження навколишнього середовища. **K06.**
- 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.. **K21.**
- Здатність проектувати та реалізовувати технології очищення та переробки вихідних газів, стічних вод та твердих відходів. **K22.**

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

- Розробляти і реалізовувати проекти, що стосуються технологій та обладнання хімічних виробництв, беручи до уваги цілі, ресурси, наявні обмеження, соціальні та економічні аспекти та ризику. **PRO5.**
- Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поводження з виробничими відходами. **PR17.**

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, забезпечується дисципліною «Промислова екологія». 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 і забезпечує вивчення дисциплін «Екологічна безпека виробництв» та «КП з технологій та проектування галузевих виробництв».

3. Зміст навчальної дисципліни

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.

Розрізування шматків 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 гідроциклонів. 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. 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.

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://raeu.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/>

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. Законодавство України в галузі поводження з відходами. Об'єми накопичених та рівень утилізації твердих відходів в Україні. Основні технологічні процеси та апарати для знешкодження твердих відходів. Література: 1 [8-28], 3, 4 [286-296]. Завдання на СРС – Закон України "Про відходи". Системи класифікації відходів Європейського Союзу та Росії. Класи відходів згідно класифікаторів різних країн. Їх різниця та спільне.</p>	0,5
2	<p><u>Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів.</u> Розрізування шматків твердих відходів. Основні типи обладнання для розрізування. Поняття подрібнення та помелу. Основні способи подрібнення. Схеми подрібнення твердих відходів. Класифікація апаратів для подрібнення відходів. Будова та принцип дії цокової 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. Література: 1 [29-68], 2 [22-37]. Завдання на СРС. 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.</p>	1
3	<p><u>Методи класифікації та сортування.</u> Поняття класифікації та сортування. Суть та ефективність процесів</p>	0,5

	<p>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 гідроциклонів. Електрична сепарація та апарати для її реалізації.</p> <p>Література:1 [81-105], 2 [37-55].</p> <p>Завдання на СРС. Типи сит для просіювачів, їх будова та класифікація. Утилізація твердих відходів гірничо-металургійного комплексу. Утилізація твердих відходів паливно-енергетичного комплексу.</p>	
4	<p><u>Збільшення розмірів шматків твердих відходів.</u></p> <p>Необхідність збільшення розмірів шматків твердих відходів. Гранулювання та апарати для його реалізації. Процеси скачування та пресування. Брикетування та основні його схеми. Тюкування. Високотемпературна агломерація.</p> <p>Література: 1 [106-139], 2 [55-64].</p> <p>Завдання на СРС. Гранулювання та брикетування деревинних відходів та стружки. Утилізація твердих відходів деревообробки та лісового комплексу. Утилізація твердих відходів машинобудівного комплексу.</p>	<u>1</u>
5	<p><u>Процеси збагачення.</u></p> <p>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. Класифікація способів флотації. Магнітна сепарація. Магнітні та електродинамічні сепаратори.</p> <p>Література: 1 [140-153], 2 [64-75].</p> <p>Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів гірничо-металургійного комплексу.</p>	<u>1</u>
6	<p><u>Методи термічної переробки відходів.</u></p> <p>Суть термічної переробки. Спалювання. Піроліз та його переваги. Особливості газифікації. Вогневе та плазмове знешкодження твердих відходів. Використання печі Ванюкова для знешкодження твердих відходів.</p> <p>Література: 1 [155-188], 2 [75-81].</p> <p>Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів деревообробки та лісового комплексу. Утилізація твердих відходів транспортного комплексу.</p>	<u>0,5</u>
7	<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.</p> <p>Література:1 [189-227], 2 [86-88].</p> <p>Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів сільського господарства.</p>	<u>1</u>
8	<p><u>Методи вилуговування та кристалізації твердих відходів.</u></p> <p>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.</p> <p>Література:1 [229-237], 2 [81-86].</p> <p>Завдання на СРС. Утилізація твердих відходів хімічної промисловості.</p>	<u>0,5</u>
18	Всього – 6 год	6

Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів практичні заняття складають 10 годин. 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 опановувати 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	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
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
3	Геомембрани. Технології монтажу геосинтетичних матеріалів (2 год.). Література: 2. с. 99-108. Завдання на СРС – Привести приклади сховищ з використанням геосинтетичних матеріалів [2 с. 107-108].	2
4	Сховища твердих промислових відходів (2 год.). Література: 1. с. 117-130; 11; 12. Завдання на СРС – Оцінити тенденції зміни об'ємів сховищ промислових відходів на території України [2 с. 109-114].	2
6	Модульна контрольна робота (2 год.)	2
	Всього	10

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів займає 87 % 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, приходиться до власних обґрунтованих висновків.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<i>Розділ 1. Тверді відходи в Україні.</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 [20-26], 3, 7.</i>	9
<i>Розділ 2. Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів.</i>		
2	<i>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].</i>	12
<i>Розділ 3. Методи класифікації та сортування.</i>		
3	<i>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].</i>	10
<i>Розділ 4. Збільшення розмірів шматків твердих відходів.</i>		
4	<i>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].</i>	11
<i>Розділ 5. Процеси збагачення.</i>		
5	<i>Утилізація твердих відходів гірничо-металургійного комплексу. Література: 2 [133-142].</i>	9
<i>Розділ 6. Методи термічної переробки відходів.</i>		
6	<i>Утилізація твердих відходів деревообробки та лісового комплексу. Література: 2 [231-257].</i>	9
<i>Розділ 7. Біологічні методи переробки твердих відходів.</i>		
7	<i>Утилізація твердих відходів сільського господарства. Література: 2 [269-288].</i>	7
<i>Розділ 8. Методи вилугування та кристалізації твердих відходів.</i>		
8	<i>Утилізація твердих відходів хімічної промисловості. Література: 2 [153-173].</i>	7
6	<i>Екзамен</i>	30
	Всього годин	104

Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту

<i>Програмний результат</i>	<i>Лекційні заняття</i>	<i>Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання</i>
<i>Використовувати прин-</i>	<i>Лекція 1. Класифікації твердих</i>	

ципи управління, на яких базується система екологічної безпеки.	відходів. Законодавство України в галузі поводження з відходами	
Розв'язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду.	<u>Лекція 2. Методи зменшення розмірів шматків та часток твердих відходів</u>	<u>Практичне заняття 1. Геосинтетичні матеріали та їх класифікація</u> <u>Практичне заняття 2. Геосинтетичні глиномати</u> <u>Практичне заняття 3. Геомембрани.</u>
Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище.	<u>Лекція 3. Методи класифікації та сортування</u>	<u>Практичне заняття 4. Сховища твердих промислових відходів</u>
Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поводження з виробничими та муніципальними відходами.	<u>Лекція 4. Збільшення розмірів шматків твердих відходів</u>	
Уміти пояснювати соціальні, економічні та політичні наслідки впровадження екологічних проектів.	<u>Лекція 5. Процеси збагачення</u>	
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 6. Методи термічної переробки відходів</u>	
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 7. Біологічні методи переробки твердих відходів</u> <u>Лекція 8. Методи вилуговування та кристалізації твердих відходів</u>	

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 10 % 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	6	10		104	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 балів x 2 роботи = 20 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 x 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
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 $R=R_C+R_{екз}$	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	F _x	незадовільно
Незараховані лабораторні роботи або $R_c < 34$	F	не допущено

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 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 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 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 вилуговування.
55. Опишіть прямоточний та протиточний методи вилуговування.
56. Охарактеризуйте вилуговування в нерухомому шарі.
57. Дайте визначення та поясніть кучне вилуговування.
58. Дайте визначення та поясніть бактеріальне вилуговування.
59. Дайте визначення та поясніть ізогідричну та ізотермічну кристалізацію.
60. Дайте визначення та поясніть кристалізацію висалюванням.
61. Охарактеризуйте кристалізацію в результаті хімічної реакції.
62. Опишіть особливість біологічних методів переробки твердих відходів.
63. Опишіть компостування та основні методи його проведення.
64. Охарактеризуйте анаеробне зброджування та оптимальні умови його застосування.
65. Опишіть вермікультивування як процес переробки твердих відходів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено: кафедрою ___Е та ТРП___ (протокол № 17 від 23.05.2024 р.)

Методичною комісією ІХФ (протокол № 11 від 28.06.2024 р.)