



Інноваційні технології поводження з відходами (ПО 05) Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G2 Технології захисту навколишнього середовища</i>
Освітня програма	<i>Екоєфективне повоєнне відновлення забруднених територій</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1-й рік навчання, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС (120 год) Лекції – 30 год, практичні заняття – 30 год, СРС – 60 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР, реферат</i>
Розклад занять	<i>Згідно з офіційним розкладом на сайті https://schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: професор кафедри геоінженерії, д.пед.н., к.хім.н., професор Кофанова Олена Вікторівна, helenkof555-ieee@kpi.ua Практичні: професор кафедри геоінженерії, д.пед.н., к.хім.н., професор Кофанова Олена Вікторівна, helenkof555-ieee@kpi.ua
Розміщення курсу	Стає доступним у Google Classroom перед початком семестру. Посилання на курс надається викладачем на першому занятті.

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчення дисципліни надасть здобувачам змогу ознайомитися з актуальними проблемами управління відходами, зокрема, в контексті екоєфективного відновлення забруднених територій у воєнний і післявоєнний періоди. Здобувачі вивчать особливості управління відходами, враховуючи, перш за все, принципи циркулярної зеленої економіки та сталого розвитку. Основна увага при вивченні дисципліни приділяється сучасним та інноваційним методам збирання, сортування і транспортування відходів; методам і технологіям поводження з відходами військово-промислового комплексу, побутовими та промисловими відходами, у тому числі небезпечними.

Метою дисципліни є формування у здобувачів таких компетентностей:

ЗК7 Здійснення безпечної діяльності;

ФК03 Здатність планувати, проектувати та контролювати параметри роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища;

ФК04 Здатність розробляти нові та використовувати відомі способи утилізації, знезараження та рециклінгу побутових і промислових відходів;

ФК05 Здатність впроваджувати і використовувати відновлювальні джерела енергії, ресурсо- та енергозберігаючі технології;

ФК06 Здатність контролювати й оцінювати ефективність природоохоронних заходів та застосовуваних технологій.

Предмет навчальної дисципліни – традиційні та інноваційні технології управління твердими побутовими відходами, відходами виробничої діяльності підприємств, у тому числі із виробництва вибухових речовин, пристроїв та військової техніки, відходами воєнних дій відповідно до принципів циркулярної зеленої економіки та сталого розвитку.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми (ОПП), здобувачі після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

ПРН07 Розробляти системи екологічного управління з дотриманням вимог ISO 14004, встановлювати процедури та планувати і реалізовувати природоохоронні заходи протягом всього життєвого циклу продукції;

ПРН08 Проектувати системи комплексного управління відходами та екологоекономічними аспектами їх утилізації, основами проектування полігонів для розміщення відходів, оцінювати їх вплив на довкілля та людину;

ПРН11 Організовувати утилізацію і знезаражування промислових і небезпечних відходів, оцінювати вплив промислових і небезпечних відходів на довкілля;

ПРН12 Впроваджувати і використовувати відновлювальні джерела енергії та ресурсо- та енергозберігаючі технології у виробничій та соціальній сферах;

ПРН13 Використовувати у практичній діяльності знання вітчизняного та міжнародного природоохоронного законодавства;

ПРН14 Проектувати системи і технології захисту навколишнього середовища.

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

Пререквізитами навчальної дисципліни є знання з математики, фізики, біології, екології, інформатики та хімії.

Постреквізити: відповідно до структурно-логічної схеми освітньої програми, здобуті впродовж опанування дисципліни компетентності і програмні результати навчання використовуються при вивченні дисциплін «Менеджмент стартап-проектів» і «Методи обробки результатів наукових досліджень».

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ.

Тема 1. Актуальні проблеми управління відходами, ключові принципи використання інноваційних технологій поводження з відходами

Тема 2. Методи збирання, сортування та транспортування відходів

Тема 3. Сучасні методи вторинного використання відходів і побічних продуктів виробництв

Тема 4. Вплив військово-промислового комплексу на навколишнє середовище. Сучасні методи і технології управління відходами війни

Тема 5. Сучасні технології повторного використання небезпечних промислових відходів

Тема 6. Поводження з генно-модифікованими організмами (ГМО) та відходами біотехнологічних виробництв

Тема 7. Використання будівельних відходів при будівництві автомобільних доріг та у залізобетонних конструкціях, екологічно збалансовані технології

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Сторожук В. М. Технології захисту навколишнього середовища. Поводження з відходами : підручник / В. М. Сторожук, О. В. Мельников, Б. Я. Кшивецький, Г. В. Сомар [та 2 інших] ; Міністерство освіти і науки України, Національний лісотехнічний університет України. Київ : Видавничий дім "Професіонал", 2023. 352 с. URL: https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000641100&local_base=KPI01
2. Інноваційні хімічні технології переробки вторинних матеріалів. Частина 1 [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. І. Янушевська, Г. В. Кривець, М. І. Літинська; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 99 с.
<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/fba5314f-5e62-4d2a-895e-8faf44503b22/content>
3. Циркулярна політика управління відходами: Підручник / А. І. Крисоватий, Р. Є. Зварич, І. Я. Зварич. Тернопіль : ЗУНУ, 2023. 460 с. <https://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/47975>
4. Система управління відходами в циркулярній економіці: фінансові, соціальні, екологічні та енергетичні детермінанти / за заг. ред. А. С. Росохатої, М. Г. Мінченко. Суми : Сумський державний університет, 2023. 313 с. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/94860/3/Khomenko_waste.pdf
5. Радовенчик В. М. Тверді відходи: збір, переробка, складування : навчальний посібник для вищих навчальних закладів / В. М. Радовенчик, М. Д. Гомеля. Київ : Кондор, 2022. 549 с.
https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000642499&local_base=KPI01
6. Управління та поведження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи : навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. Вінниця : ВНТУ, 2015. 100 с. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/925>
7. Інноваційні технології поведження з відходами [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів другого магістерського рівня вищої освіти спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» освітньої програми «Екоєфективне повоєнне відновлення забруднених територій» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; О. В. Кофанова, О. Я. Тверда, К. К. Ткачук, О. Є. Кофанов. Електронні текстові дані (1 файл). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 225 с.

Додаткова література

1. Тверда О. Я., Ткачук К. К., Кофанов О. Є., Кофанова О. В. Вовк О. О., Бондаренко А. О. Інтенсифікація видобутку будівельної сировини та виробництва будівельних матеріалів для відновлення порушеної інфраструктури України. Вісник НУБГП Серія «Технічні науки». 2022. № 1(97). С. 65-73. DOI: <https://doi.org/10.31713/vt120227>
2. Горбаль Н. І., Сліпачик С. В. Циркулярна економіка: Особливості та перспективи впровадження в Україні в умовах війни. 2023. № 2 (9). С. 257-268. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2023/dec/32720/menedzhment223maket-257-268.pdf>
3. Хумарова Н. І. Відповідальне поведження з відходами: принципи сталості та інклюзивності : монографія / Н.І. Хумарова, А.П. Коджебаш, М.М. Петрушенко ; Національна академія наук України, Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень. Одеса : Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень, 2020. 199 с. URL: https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000635706&local_base=KPI01
4. Сучасні екологічно чисті технології: Курс лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник. / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. М. Павленко, В. Ю. Тобілко, А. І. Бондарева. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 78 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/6a78116f-97f5-43d7-93d6-d79c09d25a7b/content>
5. Борук С. Д. Створення та властивості альтернативних палив на основі некондиційних і вторинних енергоресурсів (відходи енергогенеруючих, хімічних, харчових підприємств) : монографія / С. Д. Борук, А. С. Макаров, О. І. Єгурнов ; Міністерство освіти і науки України, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. Чернівці : Чернівецький національний

- університет імені Юрія Федьковича, 2021. 281 с. URL: https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000639055&local_base=KPI01
6. Лавринюк З. В. Управління та поводження з відходами. Конспект лекцій. Луцьк: «Вежа Друк», 2022. 74 с. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/21236/1/upravl.pdf>
7. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв : навчальний посібник / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Г. Гомеля ; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 75 с. URL: https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000638848&local_base=KPI01
8. Коваленко І. В., Кузнецова І. О., Шевченко Р. І., Гаркович О. Л. Поводження з муніципальними відходами: навчальний посібник. Одеса : ОНАХТ «Академія», 2018. 150 с. URL: <https://card-file.ontu.edu.ua/bitstream/123456789/7916/1/738-A.pdf>
9. Колодійчук І. А. Формування територіально збалансованих систем управління відходами: регіональний вимір : монографія. Львів : ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долішнього НАН України», 2020. 524 с. URL: <http://194.44.193.54:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/574/Monograf-20-05-11.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
10. Екологічна безпека інженерної діяльності. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ткачук К. К., Тверда О. Я., Вовк О. О., Кофанов О. Є. Електронні текстові дані (1 файл 877,61 Кбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 49 с. Назва з екрана. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/63283>
11. Зміни клімату та декарбонізація промислового сектору [Електронний ресурс] : Підручник / О. Я. Тверда, К. К. Ткачук, О. О. Вовк, О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 5,77 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 149 с. Назва з екрана. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/65671>
12. Кофанов О. Є., Зозульов О. В., Кофанова О. В. Зелені технології та маркетинговий інструментарій у забезпеченні сталого розвитку підприємств гірничодобувної промисловості. Маркетинг і цифрові технології. 2023. № 2. С. 19–31. URL: <https://mdt-opu.com.ua/index.php/mdt/article/view/299>
13. Кофанов О. Є., Писаренко Н. Л., Кофанова О. В. Інноваційність управлінських заходів та маркетингового інструментарію зеленої економіки в діджиталізованому суспільстві знань. Економічний вісник НТУУ «Київський політехнічний інститут». 2023. № 26 С. 120-127. URL: <https://ev.fmm.kpi.ua/issue/view/17041>
14. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник. Ч. 4 : Технології поводження з відходами харчових виробництв / В. Г. Петрук, І. В. Васильківський, Р. В. Петрук та ін. ; Вінниц. нац. техн. ун-т. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 520 с. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ.1618546>

Інформаційні ресурси

1. EU implementation of bioenergy technologies for waste recycling. Educational Module Jean Monnet BIOINWASTE. URL: https://bioinwaste.ecolog.sumdu.edu.ua/?page_id=199
2. Official YouTube channel of Educational module Jean Monet BIOINWASTE. YouTube. URL: <https://www.youtube.com/@bioinwaste>
3. Проект Національного плану управління відходами України до 2033 року. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/12/proyekt-Natsionalnyi-plan-upravlinnya-vidhodamy-23.11-002.docx&ved=2ahUKEwi8wpXEgp2PAxWjQIUHVcAGSoQFnoECCYQAQ&usq=AOvVaw0aApYQgEp83MbLxEJT2uSF>
4. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1]-[7]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, викладач зазначає на відповідному занятті. Усі інші літературні джерела є необов'язковими, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Під час вивчення матеріалу дисципліни застосовуються такі методи колективного та активного навчання:

- особистісно-орієнтовані технології, засновані на активних формах у методах навчання: мозкова атака під час колективних дискусій, розв'язання кейсів, інтерактивне спілкування; наукові конференції та диспути;
- методи проблемного навчання, частково пошукові завдання, аналітичні доповіді та аналіз окремих ситуацій (кейсів);
- інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи здобувачів, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (із використанням мережі Інтернет, платформи G Suite for Education (Google Classroom) під час дистанційного навчання).

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних та цілісних знань з дисципліни;
- виховання у здобувачів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- використання методичних особливостей подання матеріалу для кращого його розуміння та сприйняття;
- використання наочних елементів для сприйняття матеріалу;
- доступність для сприйняття конкретною аудиторією;
- формування у здобувачів необхідної мотивації та зацікавленості у продовженні навчання під час самостійної роботи;
- залучення здобувачів до процесу творчої роботи спільно з викладачем, до генерації нових ідей тощо.

Форми проведення лекційних занять: лекції-повідомлення, проблемні лекції, лекції-дискусії.

Назва теми лекції та перелік основних питань
Л-1. Вступ. Тема 1. Актуальні проблеми управління відходами, ключові принципи використання інноваційних технологій поводження з відходами Предмет, задачі курсу, зв'язок дисципліни з іншими освітніми компонентами і науками. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року. Л-2. Інноваційні тенденції у сфері управління відходами виробництва і споживання. Лінійна модель економіки. Концепція циркулярної економіки (економіки замкнутого циклу). Ініціатива «Нуль відходів». Концепції «3-R» і «10-R». Принцип розширеної відповідальності виробника. Л-3. Світовий досвід у сфері управління відходами. Управління відходами у країнах Європейського Союзу (ЄС) та інших країнах світу. Поняття ресайклінгу, апсайклінгу, фрісайклінгу. Національний

план управління відходами до 2030 року. Регіональні плани управління відходами. Місцеві плани управління відходами. Кластер управління відходами.

Літературні джерела [1, 3, 4].

Тема 2. Методи збирання, сортування та транспортування відходів

Л-4. Процес формування та встановлення тарифів на послуги з поводження з побутовими відходами. Збір і транспортування відходів. Термічна обробка, біотермічне аеробне компостування, анаеробна ферментація, сортування.

Л-5. Категорії та види відходів, кількість відходів. Морфологічний та хімічний склади, калорійність (теплотворна здатність), вологість відходів, небезпечність відходів. Перелік небезпечних відходів України та країн ЄС. Класи небезпечності відходів.

Л-6. Типовий морфологічний склад ТПВ в Україні. Біовідходи, харчові відходи, великогабаритні побутові відходи, небезпечні відходи у складі побутових. Відходи інфраструктури населеного пункту. Поводження з відходами пакування в Україні та країнах ЄС. Відходи електричного та електронного обладнання, відпрацьовані батареї та акумулятори. Відходи виробництва (промислові відходи). Технології одержання біогазу з біомаси.

Літературні джерела [1, 5].

Тема 3. Сучасні методи вторинного використання відходів і побічних продуктів виробництв

Л-7. Утилізація відходів виробництва автомобілів. Цикл життя продукту, тривалість життя продукту, стадії повного життєвого циклу автомобіля. Технології переробки відпрацьованих автотранспортних засобів (АТЗ).

Л-8. Переробка автомобільних шин та відходів гуми. Особливості зберігання шин на сміттєзвалищах. Традиційні і новітні способи переробки використаних автомобільних шин (фізико-механічні, фізико-хімічні, термічні тощо). Вибухо-циркуляційний та бародеструкційний способи переробки. Кріогенний спосіб переробки, спалювання та піроліз, екологічні проблеми. Газифікація твердих органічних матеріалів. Технологія гідротермічного розкладу гуми. Мікробіологічні способи утилізації. Проєктування технологічної схеми та обладнання для переробки автомобільних шин та відходів гуми. Автомобільні шини як альтернативне паливо, використання відходів гуми в цементному виробництві. Забруднення атмосферного повітря відходами переробки гуми, небезпеки та ризики переробки гумових відходів.

Літературні джерела [2, 5, 6].

Тема 4. Вплив військово-промислового комплексу на навколишнє середовище. Сучасні методи і технології управління відходами війни

Л-9. Служби екологічної безпеки військових частин, вимоги щодо екологічної безпеки військ в умовах мирного часу. Експлуатація комунальних споруд, складів та баз (наприклад, паливно-мастильних матеріалів), вантажного, військового та спецтранспорту, суден військово-морських сил. Порядок управління відходами у військових частинах, гарнізонні звалища, місця утримання радіоактивних відходів. Екологічні проблеми та утворення відходів унаслідок воєнної та терористичної діяльності. Екологічна війна (екоцид). Екологічна та хімічна зброя, бойові токсичні речовини (хімічні небезпечні речовини, токсини, фітотоксиканти). Біологічна та радіологічна зброя. Небезпеки для здоров'я людей від спалювання твердого ракетного палива. Боєприпаси з білим фосфором. Поліхлоровані біфеніли (ПХБ) і діоксини.

Л-10. Глобальна проблема розмінування та переробки боєприпасів. Класифікація вибухових речовин (ініціюючі, бризантні, металеві вибухові речовини). Вибухові речовини підвищеної потужності, піротехнічні суміші. Вибухові пристрої кумулятивної вражаючої дії, кумулятивні снаряди. Транспортування і знешкодження вибухонебезпечних предметів, використання сучасних наземних мобільних робототехнічних комплексів. Космічні відходи, екологічні проблеми, що супроводжують воєнні дії у космосі.

Літературні джерела [1, 4].

Тема 5. Сучасні технології повторного використання небезпечних промислових відходів

Л-11. Небезпечні промислові відходи, джерела утворення, підготовка відходів до переробки. Гальванічні відходи. Каскадні схеми організації виробництва. Проектування сховищ відходів, відвальний метод розміщення відходів.

Л-12. Технології управління відходами гальванічних виробництв, світовий досвід у сфері управління небезпечними відходами. Захист металів від корозії, гальванічні покриття. Атмосферна, ґрунтова, водна та біокорозія, механізм електрохімічної корозії металів в різних середовищах. Електрохімічне осадження металів, катодні та анодні процеси.

Л-13. Рідкі відходи гальванічних виробництв, відпрацьовані концентровані технологічні розчини, промивні води і гальванічні шлами. Очищення кислих і лужних стоків в цехах для гальванопокриттів. Відходи електрохімічного знежирення, хімічного травлення чорних металів та обробки деталей після нанесення покриття.

Літературні джерела [2, 3, 4].

Тема 6. Поводження з генно-модифікованими організмами (ГМО) та відходами біотехнологічних виробництв

Л-14. Генетично модифіковані організми; продукти, що містять ГМО. Генна інженерія, алгоритм генетичної модифікації. Нормативно-правові акти, що регулюють поведінку з ГМО в Україні та країнах ЄС; гармонізація законодавства України із законодавством країн ЄС. Маркування продуктів, що містять ГМО. Потенційні ризики застосування ГМО для навколишнього середовища і здоров'я людей. Особливості поведінку з відходами біотехнологічних виробництв; забезпечення контролю, ідентифікації і оцінювання безпечності генно-модифікованої продукції, реєстраційний і післяреєстраційний моніторинг за її оборотом.

Літературні джерела [1, 4].

Тема 7. Використання будівельних відходів при будівництві автомобільних доріг та у залізобетонних конструкціях, екологічно збалансовані технології

Л-15. Класифікація будівельних відходів. Система управління відходами виробництва будівельних матеріалів, безвідходні та маловідходні технології. Переробка відходів, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів та ліквідації їх наслідків.

Літературні джерела [4, 6].

Практичні заняття

Передбачено проведення практичних занять. На практичні заняття виносяться теми, які дозволяють краще зрозуміти лекційний матеріал. Зміст цих занять і методика їх проведення сприяють забезпеченню розвитку творчої активності особистості здобувача. 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 покликані сприяти зростанню здобувачів як творчих і креативних фахівців.

Назва теми заняття та перелік основних питань

ПЗ-1-2. Практична робота 1. Завдання кейсу № 1

Інноваційні тенденції у сфері поведінку з відходами

1. Спроекувати систему сортування та переробки твердих побутових відходів для міської громади, використовуючи сучасні технології (сенсорне сортування, роботизовані лінії, цифрові платформи).

2. Розробити концептуальну модель системи екологічного управління для підприємства відповідно до вимог ISO 14004 (Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо принципів, систем та засобів забезпечення). Визначити і описати процедури екологічного управління, які забезпечуватимуть функціонування цієї системи.

Зробити презентацію та доповідь за темою.

ПЗ-3-4. Практична робота 2. Завдання кейсу № 2

Екологічні проблеми полігонів відходів в Україні

1. Знайти інформацію про найбільш небезпечні полігони України. Спроекувати систему комплексного управління відходами та еколого-економічними аспектами їх переробки. Встановити закономірності проектування полігонів для розміщення різноманітних відходів.
 2. Оцінити екологічний стан обраного полігону та його вплив на компоненти навколишнього природного середовища та здоров'я людей.
 3. Скласти план природоохоронних заходів для кожного з етапів життєвого циклу продукції (від проектування і виробництва до використання та переробки). Запропонувати механізми реалізації і контролю природоохоронних заходів.
- Зробити презентацію та доповідь за темою.

ПЗ-5-6. Практична робота 3. Завдання кейсу № 3

Управління відходами агропромислового комплексу. Виробництво та використання відновлювальних джерел енергії

1. Проаналізувати систему управління відходами агропромислового комплексу. Детально розглянути методи механізованого біотермічного компостування (звернути увагу на балістичний сепаратор і «саморозігрів» компостованого матеріалу), вермікультивування та термічної деполімеризації.
 2. Використання відновлювальних джерел енергії. Порівняти технологічні схеми отримання біогазу. Метанове зброджування твердих побутових відходів. Промислове використання біогазу у виробничій і соціальній сферах. Охарактеризувати етапи планування і проектування біогазових установок. Проаналізувати методи контролю їх експлуатаційних параметрів.
 3. Розробити інтегровану систему управління відходами для підприємства харчової промисловості, що поєднує мінімізацію утворення, сортування, переробку і повторне використання ресурсів.
- Зробити презентацію та доповідь за темою.

ПЗ-7-8. Практична робота 4. Завдання кейсу № 4

Сучасні технології управління твердими побутовими відходами. Екологічні проблеми сміттєспалювання

1. Розглянути технології переробки твердих побутових відходів. Екологічні проблеми, що виникають при піролізі та газифікації твердих побутових відходів. Охарактеризувати етапи проектування піролізних установок; проаналізувати методи контролю їх експлуатаційних параметрів.
 2. Розглянути екологічні проблеми експлуатації сміттєспалювальних заводів. Оптимальні умови будівництва заводів зі спалювання відходів з утилізацією теплової енергії. Обґрунтувати використання піролізного газу в когенераційних установках для виробництва тепла та електроенергії на промислових об'єктах та для соціальних потреб.
 3. Розглянути основні ресурсозберігаючі технології і методи поводження з відходами деревини. Екологічні проблеми переробки макулатури.
- Зробити презентацію та доповідь за темою.

ПЗ-9-10. Практична робота 5. Завдання кейсу № 5

Поводження з відходами металургійного та машинобудівного комплексів, нафтохімічної промисловості. Відходи вуглезбагачення, золи і шлаків теплової електростанції

1. Охарактеризувати сучасні технології управління відходами металургійного та машинобудівного комплексів.
 2. Управління відходами хімічних виробництв. Проаналізувати інноваційні методи і технології переробки небезпечних промислових відходів.
 3. Охарактеризувати способи використання відходів вуглезбагачення, золи і шлаків теплової електростанції.
 4. Оцінити ефективність системи управління відходами нафтопереробної промисловості. Гармонізація законодавства України і країн ЄС у сфері поводження з відходами.
- Зробити презентацію та доповідь за темою.

ПЗ-11. Практична робота 6. Завдання кейсу № 6 Технології переробки відходів полімерів різного походження 1. Проаналізувати сучасні методи і технології переробки відходів полімерів (з отриманням аналогічної продукції, продукції гіршої якості чи іншої номенклатури, з руйнуванням полімерних структур). Рециклінг відходів. 2. Спроекувати технологію переробки пластикових відходів у будівельні матеріали, обґрунтувати економічну та екологічну доцільність такого рішення. 3. Проаналізувати екологічні проблеми переробки продукції, виготовленої із вторинної сировини. Зробити презентацію та доповідь за темою.
ПЗ-12-13. Практична робота 7. Завдання кейсу № 7 Особливості управління небезпечними відходами військово-промислового комплексу 1. Проаналізувати методи і технології поводження з відходами у військових частинах. 2. Оцінити екологічні проблеми, що виникають в процесі поводження з радіоактивними відходами. Розробити заходи з забезпечення безпечної діяльності управління відходами, що містять радіоізотопи (або забруднені радіоактивними речовинами). 3. Оцінити параметри роботи обладнання для забезпечення безпечної діяльності з управління радіоактивними відходами. Способи контролю параметрів роботи обладнання в системі управління радіоактивними відходами. Зробити презентацію та доповідь за темою. Захист розрахункової роботи
ПЗ-14. Захист реферату
ПЗ-15. Модульна контрольна робота.

6. Самостійна робота здобувача

Самостійна робота здобувача передбачає:

підготовку до лекцій – 8 год;

підготовку до практичних занять – 15 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 2 год;

виконання реферату – 12 год;

підготовку до заліку – 6 год;

самостійне опрацювання окремих тем за списком – 17 год.

Самостійне опрацювання окремих тем за списком

Тема	Години
1. Проаналізувати положення Закону України «Про управління відходами» від 20.06.2022 № 2320-IX https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text з точки зору впровадження інноваційних підходів щодо поводження з відходами. 2. Знайти і детально описати приклади країн світу щодо впровадження у виробництво безвідходних і маловідходних технологій. 3. Проаналізувати зобов'язання України в сфері управління відходами у відповідності до Угоди про асоціацію з ЄС (Директива 2008/98/ЄС). 4. Проаналізувати положення «Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року», що стосуються раціонального використання відходів на регіональному і державному рівнях. 5. Проаналізувати головні положення Концепції «Zero-Waste Economy» та перспективи її впровадження в Україні. Літературні джерела [3, 4].	6

1. Підготувати порівняльний аналіз технологій термічної утилізації відходів (спалювання, піроліз, газифікація) з точки зору енергетичної ефективності та екологічної безпеки. 2. Вивчити сучасні цифрові рішення у сфері управління відходами (наприклад, IoT, Big Data, штучний інтелект) і підготувати приклади їх практичного застосування. Літературні джерела [2, 4, 6].	6
1. Дослідити технології рециклінгу електронних відходів і підготувати пропозиції щодо створення національної системи їх збору та переробки. 2. Проаналізувати можливості використання будівельних відходів як вторинної сировини у дорожньому та житловому будівництві. Літературні джерела [3, 6].	5

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Ключовими заходами при викладанні дисципліни є ті, які формують семестровий рейтинг здобувача вищої освіти. Тому здобувачі вищої освіти повинні своєчасно виконувати завдання на практичних заняттях і контрольні заходи. Штрафні бали з дисципліни не передбачено. Заохочувальні бали здобувач може отримати за поглиблене вивчення окремих тем курсу шляхом здобуття неформальної освіти (за умови підтвердження відповідним сертифікатом). Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 % рейтингової шкали.

Неформальна освіта здобувається шляхом проходження онлайн курсів. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно (тематику курсу необхідно попередньо узгодити з викладачем) або за рекомендацією викладача. Максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Відвідування занять та поведінка на заняттях

Бали за присутність на занятті не додаються, штрафні бали за пропуски занять не передбачено. Втім, вагома частина рейтингу здобувача формується через активну участь у заходах на практичних заняттях, а саме у вирішенні завдань кейсів практичних робіт, груповій та індивідуальній роботі. Тому пропуск певного практичного заняття не дає можливість здобувачу отримати за нього бали у семестровий рейтинг.

На заняттях здобувачу дозволяється користуватись інтерактивними засобами навчання, в т.ч. виходити в Інтернет із метою пошуку навчальної або довідкової інформації, якщо це передбачено тематикою завдання. Активність здобувача на заняттях, його готовність до дискусій, кейсів та участь в обговоренні навчальних питань також може бути оцінена заохочувальними балами на розсуд викладача.

Здобувачі вищої освіти повинні не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Пропущені контрольні заходи

Для перевірки ступеню засвоєння теоретичного матеріалу здобувачами вищої освіти та вміння використовувати отримані знання при вирішенні практичних завдань, передбачено проведення МКР. Якщо контрольні заходи пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), здобувачу вищої освіти надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом найближчого тижня. Повторне написання МКР не допускається. В разі порушення термінів і невиконання завдання з неповажних причин, здобувач не допускається до складання заліку в основну сесію.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, здобувачі 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 поведінки і етики

Здобувачі вищої освіти мають бути толерантними, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

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

Політику щодо академічної доброчесності докладно описано у Кодексі Честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Передбачається, що здобувач бере повну відповідальність за те, що всі виконані ним завдання і роботи відповідають принципам академічної доброчесності.

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

Поточний контроль. Оцінювання ґрунтується на застосуванні рейтингової системи оцінювання, яка передбачає систематичну роботу здобувачів протягом семестру. Рейтинг здобувача складається з балів, що він отримує за: виконання практичних робіт відповідно до тематики кейсів та презентацію результатів (7 практичних робіт × 10 балів = 70 балів), виконання МКР (проводиться безпосередньо на практичному занятті, у присутності викладача, 10 балів) і реферату (20 балів).

Виконання практичних робіт оцінюється максимально в 10 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – бездоганна робота, повне, глибоке і всебічне розкриття сутності поставленої практичної проблеми-кейсу (не менше 90 % потрібної інформації), творчий підхід до аналізу даних й розкриття сутності проблеми – 9-10 балів;
- «добре» – достатньо повне і глибоке розкриття сутності поставленої практичної проблеми-кейсу (не менше 75 % потрібної інформації), є незначні недоліки у підготовці та/або презентації роботи – 7-8 балів;
- «задовільно» – неповне розкриття сутності поставленої практичної проблеми-кейсу (не менше 60 % потрібної інформації), є доволі суттєві недоліки у підготовці та/або презентації роботи – 6 балів;
- «незадовільно» – завдання не виконане або виконане з дуже суттєвими недоліками – 0 балів.

МКР має на меті перевірку ступеню засвоєння здобувачами знань та рівня володіння необхідними компетентностями згідно з ОПП. Для здобувачів, що не змогли вчасно виконати МКР, призначається окремий час в кінці семестру. Виконання МКР оцінюється максимально в 10 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 7-8 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

Вимоги до написання і тематика реферату надаються викладачем на практичному занятті.

Реферат оцінюється в 20 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – бездоганна робота, повне розкриття сутності поставленої проблеми / питання (не менше 90 % потрібної інформації), творчий підхід до аналізу інформації – 18-20 балів;
- «добре» – достатньо повне розкриття сутності поставленої проблеми / питання (не менше 75 % потрібної інформації), є незначні недоліки у виконанні завдання – 15-17 балів;
- «задовільно» – неповне розкриття сутності поставленої проблеми / питання (не менше 60 % потрібної інформації), є доволі суттєві недоліки у виконанні завдання – 12-14 балів;
- «незадовільно» – завдання не виконане або виконане з дуже суттєвими недоліками – 0 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР і реферат, результати поточного контролю складають не менше 36 балів.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Сума рейтингових балів, отриманих здобувачем протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Якщо сума балів менша за 60, але виконані умови допуску, здобувач виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі сума балів за залікову контрольну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Здобувач, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, отриманих на заліковій контрольній роботі.

Залікова контрольна робота оцінюється у 100 балів. Контрольні завдання цієї роботи складаються з 4-х запитань (до 25 балів за кожне запитання) з переліку, що наданий у додатку до силабусу. Кожне контрольне завдання (запитання) оцінюється за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації, надані відповідні обґрунтування та особистий погляд) – 23-25 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, є незначні неточності) – 19-22 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, наявні деякі помилки) – 15-18 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь, яка не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску, зазначені у PCO	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Щотижня викладачем проводиться консультація, на якій студенти можуть задавати питання щодо матеріалів занять, завдань з дисципліни.

Завдання реферату узгоджується з викладачем із врахуванням побажань здобувачів. Завдання і рекомендації до виконання реферату розміщено у Google Classroom з дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор кафедри геоінженерії, д.пед.н., к.хім.н., професор Кофанова Олена Вікторівна

Ухвалено кафедрою геоінженерії (протокол № 15 від 23.06.2025 року)

Погоджено Навчально-методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 30 від 25.06.2025 року)

Орієнтовний перелік тематик питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Обґрунтуйте основні стратегії вирішення проблеми утворення й накопичення небезпечних промислових відходів. Наведіть приклади практичної реалізації стратегій.
2. Охарактеризуйте значення рекультивациі та екоефективного відновлення забруднених територій у воєнний і повоєнний періоди. Обґрунтуйте їх роль як ключової стратегії розвитку держави.
3. Поясніть роль інноваційних підприємств у розробці й впровадженні технологій управління відходами. Наведіть приклади успішних рішень.
4. У чому полягає комплексний підхід до вирішення проблеми утворення, переробки та використання побутових, виробничих, небезпечних хімічних та радіоактивних відходів. Обґрунтуйте ефективність інноваційних рішень у цій сфері.
5. Розкрийте зміст концепції циркулярної економіки «3R». Обґрунтуйте її застосування у сфері управління відходами.
6. Охарактеризуйте основні принципи інноваційних технологій управління відходами: мінімізація утворення, максимальне перероблення, повторне використання та екологічно безпечна утилізація.
7. Поясніть, як забезпечується енергоефективність та ресурсоефективність інноваційних технологій поводження з відходами.
8. Обґрунтуйте значення економічних механізмів охорони довкілля у зменшенні обсягів утворюваних відходів та забезпеченні їх повторного використання.
9. Охарактеризуйте особливості створення і функціонування інфраструктури поводження з небезпечними відходами. Наведіть приклади.
10. Поясніть, як інноваційні технології поводження з відходами відповідають принципам сталого розвитку та циркулярної зеленої економіки.
11. Проаналізуйте вплив інноваційних технологій на ресурсозбереження, зниження рівня забруднення довкілля та покращення якості життя населення.
12. Охарактеризуйте концепцію, переваги та види систем роздільного збирання відходів. Наведіть приклади їх впровадження у різних країнах світу.
13. Поясніть принципи роботи інноваційних технологій сортування відходів. Обґрунтуйте роль штучного інтелекту у цій сфері.
14. Проаналізуйте можливості застосування магнітних, електростатичних та оптичних сепараторів для сортування відходів.
15. Обґрунтуйте доцільність використання автоматизованих систем збирання і сортування побутових і промислових відходів. Наведіть приклади сучасних рішень.
16. Поясніть принципи інноваційних технологій транспортування відходів з мінімальним впливом на довкілля.
17. Охарактеризуйте переваги використання електротранспорту та гібридних транспортних засобів для перевезення відходів.
18. Поясніть конструкційні особливості вакуумних систем транспортування відходів. Оцініть їх ефективність при застосуванні у міському середовищі.
19. Охарактеризуйте принцип роботи пневматичних систем транспортування відходів. Наведіть приклади їх впровадження.

20. Обґрунтуйте доцільність використання контейнерних перевезень відходів. Охарактеризуйте переваги та недоліки цього способу перевезення.
21. Поясніть, як використання GPS-технологій забезпечує моніторинг і контроль маршрутів транспортування відходів.
22. Охарактеризуйте системи моніторингу і контролю за збиранням та транспортуванням відходів. Наведіть приклади їх впровадження.
23. Проаналізуйте механічні методи переробки відходів. Поясніть їх переваги та обмеження.
24. Охарактеризуйте фізико-хімічні методи переробки відходів. Обґрунтуйте їх практичне застосування.
25. Поясніть принцип роботи піролізних установок. Охарактеризуйте інноваційні конструкції та методи доочистки піролізного газу.
26. Проаналізуйте технологію газифікації відходів. Охарактеризуйте інноваційні газогенератори та методи очищення синтез-газу.
27. Поясніть процес деполімеризації полімерних відходів. Наведіть приклади інноваційних каталізаторів та методів деполімеризації.
28. Охарактеризуйте біологічні методи переробки відходів. Проаналізуйте інноваційні технології компостування, анаеробного розкладання та ферментації.
29. Поясніть принципи створення альтернативних палив на основі некондиційних і вторинних енергоресурсів. Охарактеризуйте їх властивості.
30. Проаналізуйте біологічні методи переробки відходів для отримання органічних добрив та енергії. Обґрунтуйте їх переваги.
31. Охарактеризуйте процес спалювання відходів. Обґрунтуйте значення інноваційних конструкцій сміттєспалювальних заводів та методів очищення газів.
32. Поясніть принцип роботи плазмових реакторів. Охарактеризуйте технологію плазмової газифікації відходів та методи очищення синтез-газу.
33. Проаналізуйте можливості отримання теплової та електричної енергії при енергетичній утилізації відходів. Наведіть приклади.
34. Охарактеризуйте основні екологічні проблеми військово-промислового комплексу та використання військової техніки.
35. Проаналізуйте чинники впливу військово-промислового комплексу на компоненти атмосфери, гідросфери та літосфери. Наведіть приклади.
36. Охарактеризуйте наслідки техногенного забруднення довкілля для здоров'я людей.
37. Поясніть вплив радіаційного та електромагнітного випромінювання на екосистеми і людину. Охарактеризуйте основи радіаційної безпеки військ.
38. Обґрунтуйте необхідність захисту навколишнього природного середовища під час воєнних дій. Наведіть приклади практичних заходів.
39. Охарактеризуйте міжнародні стандарти та законодавство у сфері поводження з відходами, у тому числі відходами війни.
40. Поясніть роль ООН у координації міжнародних зусиль щодо поводження з відходами війни, їх знешкодження та знищення.
41. Проаналізуйте інноваційні методи знешкодження небезпечних боєприпасів. Наведіть приклади їх безпечного застосування.

42. Охарактеризуйте технологічні рішення для утилізації забрудненої радіонуклідами військової техніки та відходів, що містять радіоактивні речовини.
43. Поясніть значення переробки відходів війни як засобу економії ресурсів і зменшення рівня забруднення довкілля.
44. Охарактеризуйте технології вилучення цінних компонентів з відходів війни. Обґрунтуйте можливості їх повторного використання.
45. Поясніть принципи захоронення відходів війни. Обґрунтуйте вимоги до безпеки та екологічного контролю.