



# Інноваційні технології поводження з відходами

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>18 Виробництво та технології</i>
Спеціальність	<i>183 Технології захисту навколишнього середовища</i>
Освітня програма	<i>Екоефективне повоєнне відновлення забруднених територій</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 (120)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР, розрахункова робота</i>
Розклад занять	<i>Згідно з офіційним розкладом на сайті <a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a></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, <a href="mailto:helenkof555-ieee@ill.kpi.ua">helenkof555-ieee@ill.kpi.ua</a> Практичні / Семінарські: професор кафедри геоінженерії, д.пед.н., к.хім.н., професор Кофанова Олена Вікторівна, <a href="mailto:helenkof555-ieee@ill.kpi.ua">helenkof555-ieee@ill.kpi.ua</a>
Розміщення курсу	Стає доступним у Google Classroom перед початком семестру. Посилання на курс надається викладачем.

### Програма навчальної дисципліни

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

Вивчення дисципліни надасть здобувачам змогу ознайомитися з актуальними проблемами поводження з відходами в контексті екоефективного відновлення забруднених територій у післявоєнний період відбудови держави. Студенти вивчать особливості поводження з відходами, враховуючи, перш за все, принципи циркулярної економіки, 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 та інших напрямів промисловості.

#### Метою дисципліни є формування у здобувачів наступних компетентностей:

ЗК 7 Здійснення безпечної діяльності.

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

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

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

**Предмет навчальної дисципліни** – сучасні технології поводження з відходами виробничої діяльності підприємств, у тому числі із виробництва вибухових речовин, пристроїв та військової техніки відповідно до принципів циркулярної економіки.

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

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

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

ПРН 12 Впроваджувати і використовувати відновлювальні джерела енергії та ресурсо- та енергозберігаючі технології у виробничій та соціальній сферах.

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

Відповідно до структурно-логічної схеми освітньої програми, здобуті упродовж опанування дисципліни компетентності і програмні результати навчання використовуються у подальшому при вивченні дисциплін «Менеджмент стартап-проектів» та «Методи обробки результатів наукових досліджень».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Вступ

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

Тема 2. Інноваційні методи збирання, сортування та транспортування відходів

Тема 3. Світовий досвід у сфері поводження з побутовими та небезпечними відходами. Новітні методи вторинного використання відходів і побічних продуктів виробництв

Тема 4. Вплив військово-промислового комплексу на навколишнє природне середовище

Тема 5. Сучасні методи і технології поводження з відходами війни та підприємств оборонного комплексу

## **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](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 для здобувачів ступеня магістра спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / О. І. Янушевська, Г. В. Кримець, 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. 458 с. <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/47975/1/%D0%9F%D0%86%D0%94%D0%A0%D0%A3%D0%A7%D0%9D%D0%98%D0%9A%20%D0%A6%D0%98%D0%A0%D0%9A%D0%A3%D0%9B%D0%AF%D0%A0%D0%9D%D0%90%20%D0%95%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%9E%D0%9C%D0%86%D0%9A%D0%90.pdf>

4. Система управління відходами в циркулярній економіці: фінансові, соціальні, екологічні та енергетичні детермінанти : монографія / 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](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](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000642499&local_base=KPI01)
6. Тузяк В. Є. Рекуперація промислових відходів. Технології видобутку рідкісних, рідкісноземельних та радіоактивних елементів з промислових відходів / В.Є. Тузяк. Львів : Каменярь, 2019. 439 с. [https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\\_number=000603311&local\\_base=KPI01](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000603311&local_base=KPI01)

#### **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 НУВГП 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. Хільчевський В. К. Екологічна стандартизація та запобігання впливу відходів на довкілля : навчальний посібник / В.К. Хільчевський, М.Р. Забокрицька, Р.Л. Кравчинський ; Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2019. 191 с. URL: [https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\\_number=000609426&local\\_base=KPI01](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000609426&local_base=KPI01)
4. Хумарова Н. І. Відповідальне поводження 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](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000635706&local_base=KPI01)
5. Сучасні екологічно чисті технології: Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня доктора філософії спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / 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>
6. Зварич І. Циркулярна економіка і глобалізоване управління відходами. Журнал європейської економіки. 2017. 16.1. С. 41-57. URL: <http://jeej.tneu.edu.ua/index.php/ukjee/article/download/914/900>
7. 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](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000639055&local_base=KPI01)
8. Жигуц Ю. Ю. Інженерна екологія : навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей / Ю.Ю. Жигуц, В.Ф. Лазар ; Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, Ужгородський національний університет, Мукачівський державний університет. Київ : Кондор, 2018. 168 с. URL: [https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\\_number=000596180&local\\_base=KPI01](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000596180&local_base=KPI01)
9. Лавринюк З.В. Управління та поводження з відходами. Конспект лекцій для здобувачів освіти освітнього рівня бакалавр, спеціальності 101 Екологія, освітньо-професійної програми «Екологія». Луцьк: «Вежа Друк», 2022. 74 с. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/21236/1/upravl.pdf>

10. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв : навчальний посібник для студентів вищої освіти бакалавра за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» / 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](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000638848&local_base=KPI01)
11. Коваленко І.В., Кузнецова І.О., Шевченко Р.І., Гаркович О.Л. Поводження з муніципальними відходами: навч. посібн. для студ. закладів вищої освіти. Одеса : ОНАХТ «Академія», 2018. 150 с. URL: <https://card-file.ontu.edu.ua/bitstream/123456789/7916/1/738-A.pdf>
12. Пшинко Г. М. Наукові засади прогнозування поведження радіонуклідів у довкіллі та при дезактивації водних середовищ / Г.М. Пшинко, В.В. Гончарук ; Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського. Київ : Наукова думка, 2019. 407 с. URL: [https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\\_number=000613854&local\\_base=KPI01](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000613854&local_base=KPI01)
13. Колодійчук І. А. Формування територіально збалансованих систем управління відходами: регіональний вимір : монографія. Львів : ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долишнього 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>
14. Методичні вказівки для самостійної роботи з дисципліни «Кількісний та якісний аналіз стану екологічних систем». Обробка результатів експериментальних досліджень [для підготовки докторів філософії за спеціальністю 101 «Екологія»] [Електронне видання] / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов. Електронні текстові дані (1 файл: 1,53 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 42 с. Назва з екрана. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/24574>
15. Василькевич О. І. Хімія навколишнього середовища. Хімія органічних сполук. Частина 1. Основні класи та будова органічних сполук [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» / О. І. Василькевич, О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 1,80 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 92 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/33706>
16. Василькевич О. І. Хімія навколишнього середовища. Хімія органічних сполук. Частина 2. Похідні аліфатичних вуглеводнів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів другого магістерського рівня вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» освітньої програми «Інженерна екологія та ресурсозбереження» / О. І. Василькевич, О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 2,00 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 153 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/33844>
17. Василькевич О. І. Хімія навколишнього середовища. Хімія органічних сполук. Частина 3. Вуглеводи, ароматичні та гетероциклічні сполуки [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» / О. І. Василькевич, О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 2,8 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 214 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41896>
18. Екологічна безпека інженерної діяльності. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів» спеціальності 132 Матеріалознавство / 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>
19. Зміни клімату та декарбонізація промислового сектору [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня бакалавра за усіма спеціальностями (окрім 101 Екологія) / 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>

20. Bilous A.Ya., Tverda O.Ya., Tkachuk K.K., Kofanova O. V., Kofanov O.Ye. Using crushed stone production waste for drinking water mineralization. Технічна інженерія. 2021. № 1 (87). С. 132–135. DOI: [https://doi.org/10.26642/ten-2021-1\(87\)-132-135](https://doi.org/10.26642/ten-2021-1(87)-132-135).
21. Bondarenko A., Tverda O., Repin M., Tkachuk K., Kofanova O., Kofanov O. The Use of Waste from the Production of Gravel as Fertilizer for Cultivation of Technical Energy Crops. Technology Audit and Production Reserves. 2021. № 3/1(59). С. 56–58. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.235198>
22. Kofanov O., Kofanova O., Vasylykevych O., Zozul'ov O., Kholkovsky Yu, Khrutba V., Borysov O., Bobryshov O. Mitigation of the environmental risks resulting from diesel vehicle operation at the mining industry enterprises. Mining of Mineral Deposits. 2020. 14(2). С. 110–118. DOI: <https://doi.org/10.33271/mining14.02.110>
23. 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>
24. 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>
25. Кофанов О. Є., Кофанова О. В. Екологічні проблеми підземної і наземної урбаністики. Вісті Донецького гірничого інституту. 2021. №1 (48). С. 119-134. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2021-1-119-134>

### Інформаційні ресурси

1. ELAKPI – Електронний архів наукових та освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського : веб-сайт. URL: <https://ela.kpi.ua/?locale=uk>
2. Науково-технічна бібліотека ім. Г.І. Денисенка Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» : веб-сайт. URL: <https://www.library.kpi.ua>
3. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського : веб-сайт. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в Інтернеті. Базову літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в Науково-технічній бібліотеці ім. Г. І. Денисенка (КПІ ім. Ігоря Сікорського). Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1]-[6]. Джерела базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в розділі «Методика опанування навчальної дисципліни». Усі інші літературні джерела є факультативними, 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 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.

<b>Назва теми лекції та перелік основних питань</b>
<p><b>Л-1 Вступ.</b></p> <p><b>Тема 1. Актуальні проблеми поводження з відходами, ключові принципи використання інноваційних технологій поводження з відходами</b></p> <p>Л-2-3 Комплексний підхід до вирішення проблеми утворення, переробки та використання відходів (побутових, виробничих, небезпечних хімічних, радіоактивних). Основні стратегії вирішення проблеми утворення й накопичення небезпечних промислових відходів. Рекультивация та екоефективне відновлення забруднених територій як ключова стратегія розвитку держави у повоєнний період. Роль інноваційних підприємств у розробці і впровадженні інноваційних технологій з поводження з відходами.</p> <p>Л-4-6 Концепція циркулярної економіки «3R». Основні принципи інноваційних технологій: мінімізація утворення відходів, максимальне перероблення та повторне використання, екологічно безпечна утилізація. Енергоефективність та ресурсоефективність інноваційних технологій. Економічні механізми охорони довкілля задля зменшення обсягів утворюваних відходів та забезпечення їх повторного використання: лімітування природокористування, платність природокористування, матеріальне стимулювання. Особливості створення і функціонування інфраструктури поводження з небезпечними відходами. Відповідність інноваційних технологій поводження з відходами принципам сталого розвитку та циркулярної економіки. Вплив інноваційних технологій на ресурсозбереження, зниження рівня забруднення довкілля, покращення якості життя населення.</p> <p>Літературні джерела [1, с. 24-49; 2, с. 31-84; 3, с. 57-91; 5, с. 129-142]. Самостійна робота здобувача на вивчення зазначених джерел: 6 год.</p> <p><b>Тема 2. Інноваційні методи збирання, сортування та транспортування відходів</b></p> <p>Л-7-10 Сучасні системи збирання та сортування відходів. Роздільне збирання відходів: концепція, переваги, види систем. Інноваційні технології сортування відходів; штучний інтелект у сортуванні відходів. Використання магнітних, електростатичних, оптичних сепараторів для сортування відходів(гвинтова сепарація, пневмосепарація, гідросепарація). Автоматизовані системи збирання</p>



і сортування побутових і промислових відходів.  
Інноваційні технології транспортування відходів з мінімальним впливом на навколишнє середовище. Використання електротранспорту та гібридних транспортних засобів для перевезення відходів. Вакуумні системи транспортування відходів. Пневматичні системи транспортування відходів. Контейнерні перевезення відходів. Моніторинг і контроль маршрутів транспортування відходів за допомогою GPS-технологій.  
Системи моніторингу і контролю за збиранням і транспортуванням відходів. GPS-трекінгові системи для відстеження маршрутів руху сміттевозів та інших спеціалізованих транспортних засобів, у тому числі тих, що перевозять особливо небезпечні і радіоактивні відходи. Автоматизовані системи обліку та звітності про обсяги перевезених відходів.

Літературні джерела [1, с. 264-293; 3, с. 318-340; 6, с. 208-226].

Самостійна робота здобувача на вивчення зазначених джерел: 10 год.

### **Тема 3. Світовий досвід у сфері поводження з побутовими та небезпечними відходами. Новітні методи вторинного використання відходів і побічних продуктів виробництв**

Л-11-12 Механічні методи переробки відходів. Інноваційні технології подрібнення відходів: ножові, молоткові, дискові, вібраційні подрібнювачі. Фізико-хімічні методи переробки відходів: інноваційні технології піролізу, газифікації, деполімеризації. Піроліз відходів: інноваційні конструкції піролізних установок, методи доочистки піролізного газу. Газифікація відходів: інноваційні газогенератори, методи очищення та використання синтез-газу. Деполімеризація полімерних відходів: інноваційні каталізатори та методи деполімеризації.

Л-13-14 Біологічні методи переробки відходів: інноваційні технології компостування, анаеробного розкладання, ферментації. Компостування відходів: інноваційні методи компостування (вертикальне, тунельне тощо), використання біоактиваторів. Анаеробне розкладання органічних відходів: інноваційні конструкції біогазових установок, методи очищення біогазу. Ферментація відходів: інноваційні методи ферментації для отримання біоетанолу, біодизеля, біогазу. Створення та властивості альтернативних палив на основі некондиційних і вторинних енергоресурсів. Використання біологічних методів переробки відходів для отримання органічних добрив та енергії.

Л-15 Енергетична утилізація відходів: інноваційні технології спалювання, плазмової газифікації. Спалювання відходів: інноваційні конструкції сміттєспалювальних заводів, методи очищення газів від продуктів згоряння та інших домішок. Плазмова газифікація відходів: інноваційні плазмові реактори, методи очищення синтез-газу. Використання енергетичної утилізації відходів для отримання теплової та електричної енергії.

Літературні джерела [5, с. 215-268; 6, с. 312-338].

Самостійна робота здобувача на вивчення зазначених джерел: 10 год.

### **Тема 4. Вплив військово-промислового комплексу на навколишнє природне середовище**

Л-16 Екологічні проблеми військово-промислового комплексу та військової діяльності. Забруднення атмосфери, гідросфери і літосфери під впливом військово-промислового комплексу. Основні наслідки техногенного забруднення довкілля на здоров'я населення. Вплив радіаційного, та електромагнітного випромінювання на екосистеми і людину, основи радіаційної безпеки військ. Захист навколишнього природного середовища під час бойових дій.

Літературні джерела [4, с. 144-182].

Самостійна робота здобувача на вивчення зазначених джерел: 10 год.

## **Тема 5. Сучасні методи і технології поводження з відходами війни та підприємств оборонного комплексу**

Л-17-18 Міжнародні стандарти та законодавство у сфері поводження з відходами війни. Напрацювання ООН щодо координації міжнародних зусиль з поводження з відходами війни, знешкодження та знищення таких відходів. Інноваційні методи знешкодження небезпечних боєприпасів. Технологічні рішення для утилізації використаної військової техніки та інших відходів, що містять токсичні речовини (у тому числі й радіоактивні). Переробка відходів війни як засіб економії ресурсів та зменшення забруднення навколишнього середовища. Вилучення цінних компонентів з відходів війни, переробка і повторне використання таких матеріалів; захоронення відходів війни. Вирішення проблем зростання обсягів відходів війни.

Літературні джерела [4, с. 183-204; 6, с. 426-451].

Самостійна робота здобувача на вивчення зазначених джерел: 10 год.

### **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. Практична робота 1. Проаналізуйте актуальні на ваш погляд проблеми поводження з відходами в контексті екоефективного відновлення забруднених територій у повоєнний період розвитку держави. Висвітліть роль інновацій у розробці і впровадженні технологій поводження з відходами. Поясніть, яким чином для вирішення питань утворення і накопичення відходів може бути задіяний штучний інтелект.

ПЗ–2. Практична робота 2. Схарактеризуйте основні принципи інноваційних технологій поводження з відходами. Поясніть, яким чином досягаються енергоефективність та ресурсоефективність інноваційних технологій. Розкрийте ключові особливості створення і функціонування інфраструктури поводження з небезпечними відходами. Який вплив, на Вашу думку, чинять інноваційні технології на ресурсозбереження та покращення якості життя населення?

ПЗ–3. Практична робота 3. Проаналізуйте сучасні інноваційні системи та технологічні рішення збирання і сортування відходів. Охарактеризуйте автоматизовані системи збирання та сортування побутових і промислових відходів. Розкрийте особливості інноваційних технологій моніторингу та контролю за збиранням та транспортуванням відходів.

ПЗ–4. Практична робота 4. Надайте характеристику механічним методам переробки відходів. Надайте характеристику фізико-хімічним методам переробки відходів. Поясніть, що таке піроліз відходів, які конструкції піролізних установок вам відомі, які є шляхи їх удосконалення. Яким чином і з якою метою здійснюється газифікація відходів? Розкрийте особливості процесів деполімеризації полімерних відходів.

ПЗ–5. Практична робота 5. Надайте характеристику біологічним методам переробки відходів. Встановіть ключові особливості інноваційних технологій компостування, анаеробного розкладання, ферментації. Поясніть, в чому особливість анаеробне розкладання органічних відходів та розкрийте сфери застосування біогазових установок. Яким чином біологічні методи переробки відходів застосовуються для отримання органічних добрив та енергії?



ПЗ–6. Практична робота 6. Розкрийте особливості інноваційних технологій спалювання, плазмової газифікації відходів. Проаналізуйте, які інноваційні конструкції сміттєспалювальних заводів є у світі, назвіть переваги та недоліки. Яким чином здійснюється плазмова газифікація відходів?
ПЗ–7. Практична робота 7. Зробіть огляд міжнародних стандартів та законодавства у сфері поводження з відходами війни. Поясніть, які існують технологічні рішення для утилізації використаної військової техніки та інших відходів, що містять токсичні речовини (у тому числі й радіоактивні). Яким чином здійснюється вилучення цінних компонентів з відходів війни, переробка і повторне використання таких матеріалів? Поясніть, як відбувається захоронення відходів війни.
ПЗ–8. Модульна контрольна робота.
ПЗ–9. Дискусія щодо основних концепцій, понять тощо, які вивчалися упродовж семестру. Підведення підсумків, залік.

## 6. Самостійна робота здобувача

Головне завдання самостійної роботи здобувачів – це здобуття додаткових знань з дисципліни шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу та творчого підходу у навчальній роботі. Самостійна робота здобувачів включає також підготовку до написання модульної контрольної роботи, написання розрахункової роботи та підготовку до заліку.

Самостійна робота здобувача передбачає:  
 підготовку до аудиторних занять – 46 год;  
 підготовку до модульної контрольної роботи – 4 год;  
 написання розрахункової роботи – 10 год;  
 підготовку до заліку – 6 год.

## 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. Тому здобувачі 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, що може бути представлено у вигляді наукових тез, наукової статті, есе, презентації, здобуття неформальної освіти (за умови підтвердження відповідним сертифікатом) тощо, а також за активну участь у дискусіях на заняттях. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 % рейтингової шкали.

#### Відвідування занять та поведінка на заняттях

Відвідування занять є вільним, 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 і виконання лабораторних робіт, а саме у вирішенні завдань кейсів, груповій та індивідуальній роботі. Тому пропуск певного практичного чи лабораторного 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 парах, його готовність до дискусій, кейсів та участь в обговоренні навчальних питань може бути оцінена заохочувальними балами на розсуд викладача.

Здобувачі 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 та вміння використовувати отримані знання при вирішенні практичних завдань, передбачено проведення контрольної роботи.

Якщо контрольні заходи пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), здобувачу надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом найближчого тижня. Повторне написання контрольної роботи 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 мають бути толерантним, 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 розрахункової роботи (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 – 10-9 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 ОНП. 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 розрахункової роботи надаються викладачем на практичному занятті. Розрахункова робота 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 даних – 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.

**Семестровий контроль:** залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР і розрахункова робота, 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 МКР і розрахункову роботу та 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, що отримані на заліковій контрольній роботі, та балів за МКР та розрахункову роботу.

Залікова контрольна робота оцінюється у 70 балів. Контрольні завдання цієї роботи складаються з одного запитання першого рівня складності (до 20 балів) і двох запитань другого рівня складності (до 25 балів за кожне запитання) з переліку тематик, що наданий у додатку до силабусу. Контрольне завдання першого рівня складності оцінюється за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 18-20 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 15-17 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня\* та деякі помилки) – 12-14 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь, яка не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

Контрольне завдання другого рівня складності 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), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 19-22 балів;

- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня\* та деякі помилки) – 15-18 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь, яка не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

\*Примітка. Стереотипний (рівень використання) – уміння використовувати налагоджену систему (об'єкт діяльності) під час виконання конкретних завдань діяльності, та знання призначення об'єкта і його основних (характерних) властивостей.

Для заочної форми навчання згідно з Положенням про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського зі змінами:

**Поточний контроль:** МКР (10 балів), розрахункова робота (20 балів). Структура МКР і розрахункової роботи, вимоги до них та критерії оцінювання аналогічні до очної форми навчання і наведені вище.

**Семестровий контроль:** залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР і розрахункова робота.

Здобувачі, які виконали умови допуску до заліку, виконують залікову контрольну роботу. Сума балів за МКР, розрахункову роботу і залікову контрольну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Залікова контрольна робота оцінюється у 70 балів як і для очної форми навчання. Критерії оцінювання наведено вище.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску, зазначену у РСО	Не допущено

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

Здобувач вищої освіти має можливість здобути неформальну освіту шляхом проходження онлайн курсів за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно (тематику курсу необхідно попередньо узгодити з викладачем) або за рекомендацією викладача. Підтвердженням проходження курсу є сертифікат, який містить відповідне посилання чи код для його перевірки. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів, що узгоджується з п. 7 силабусу.

**Орієнтовний перелік тематик питань, які виносяться на семестровий контроль**

1. Комплексний підхід до вирішення проблеми утворення, переробки та використання відходів (побутових, виробничих, небезпечних хімічних, радіоактивних).
2. Основні стратегії вирішення проблеми утворення й накопичення небезпечних промислових відходів.
3. Рекультивация та екоефективне відновлення забруднених територій як ключова стратегія розвитку держави у повоєнний період.
4. Роль інноваційних підприємств у розробці і впровадженні інноваційних технологій з поводження з відходами.
5. Концепція циркулярної економіки «3R».
6. Основні принципи інноваційних технологій: мінімізація утворення відходів, максимальне перероблення та повторне використання, екологічно безпечна утилізація.
7. Енергоефективність та ресурсоефективність інноваційних технологій.
8. Економічні механізми охорони довкілля задля зменшення обсягів утворюваних відходів та забезпечення їх повторного використання.
9. Особливості створення і функціонування інфраструктури поводження з небезпечними відходами.
10. Відповідність інноваційних технологій поводження з відходами принципам сталого розвитку та циркулярної економіки.
11. Вплив інноваційних технологій на ресурсозбереження, зниження рівня забруднення довкілля, покращення якості життя населення.
12. Роздільне збирання відходів: концепція, переваги, види систем.
13. Інноваційні технології сортування відходів; штучний інтелект у сортуванні відходів.
14. Використання магнітних, електростатичних, оптичних сепараторів для сортування відходів.
15. Автоматизовані системи збирання і сортування побутових і промислових відходів.
16. Інноваційні технології транспортування відходів з мінімальним впливом на навколишнє середовище.
17. Використання електротранспорту та гібридних транспортних засобів для перевезення відходів.
18. Вакуумні системи транспортування відходів.
19. Пневматичні системи транспортування відходів.
20. Контейнерні перевезення відходів.
21. Моніторинг і контроль маршрутів транспортування відходів за допомогою GPS-технологій.
22. Системи моніторингу і контролю за збиранням і транспортуванням відходів.
23. Механічні методи переробки відходів.
24. Фізико-хімічні методи переробки відходів.
25. Піроліз відходів: інноваційні конструкції піролізних установок, методи доочистки піролізного газу.
26. Газифікація відходів: інноваційні газогенератори, методи очищення та використання синтез-газу.
27. Деполімеризація полімерних відходів: інноваційні каталізатори та методи деполімеризації.
28. Біологічні методи переробки відходів: інноваційні технології компостування, анаеробного розкладання, ферментації.
29. Створення та властивості альтернативних палив на основі некондиційних і вторинних енергоресурсів.
30. Використання біологічних методів переробки відходів для отримання органічних добрив та енергії.

31. Спалювання відходів: інноваційні конструкції сміттєспалювальних заводів, методи очищення газів від продуктів згоряння та інших домішок.
32. Плазмова газифікація відходів: інноваційні плазмові реактори, методи очищення синтез-газу.
33. Використання енергетичної утилізації відходів для отримання теплової та електричної енергії.
34. Екологічні проблеми військово-промислового комплексу та військової діяльності.
35. Забруднення атмосфери, гідросфери і літосфери під впливом військово-промислового комплексу.
36. Основні наслідки техногенного забруднення довкілля на здоров'я населення.
37. Вплив радіаційного, та електромагнітного випромінювання на екосистеми і людину, основи радіаційної безпеки військ.
38. Захист навколишнього природного середовища під час бойових дій.
39. Міжнародні стандарти та законодавство у сфері поводження з відходами війни.
40. Напрацювання ООН щодо координації міжнародних зусиль з поводження з відходами війни, знешкодження та знищення таких відходів.
41. Інноваційні методи знешкодження небезпечних боєприпасів.
42. Технологічні рішення для утилізації використаної військової техніки та інших відходів, що містять токсичні речовини (у тому числі й радіоактивні).
43. Переробка відходів війни як засіб економії ресурсів та зменшення забруднення навколишнього середовища.
44. Вилучення цінних компонентів з відходів війни, переробка і повторне використання таких матеріалів.
45. Захоронення відходів війни.

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

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

**Ухвалено** кафедрою геоінженерії (протокол № 19 від 19.06.2024 року)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 21 від 25.06.2024 року)