

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет техногенно-екологічної безпеки

(назва факультету/підрозділу)

Кафедра прикладної механіки

та технологій захисту навколишнього середовища

(назва кафедри)

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Проектування й конструювання систем  
забезпечення екологічної безпеки

(назва навчальної дисципліни)

обов'язкова професійна

(обов'язкова загальна або обов'язкова професійна або вибіркова)

денна форма здобуття освіти

за освітньо-професійною програмою «Техногенно-екологічна безпека»

назва освітньої програми

підготовки магістра

найменування освітнього ступеня

у галузі знань 18 «Виробництво та технології»

код та найменування галузі знань

за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

код та найменування спеціальності

Рекомендовано кафедрою прикладної механіки та технологій захисту навколишнього середовища на 2023-2024 навчальний рік.

Протокол від «28» серпня 2023 року № 19

Силабус розроблений відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни «Проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки»

2023 рік

## Загальна інформація про дисципліну

*Анотація дисципліни.* Сучасний стан довкілля визначають як стан глобальної екологічної кризи і визначальним для людства зараз є формування екологічної свідомості, культури і цілісного екологічного світогляду. Саме тому, екологічна освіта і виховання разом з розвитком законодавчої бази та законодавчого обмеження рівнів забруднення стали *основними напрямками* державної екологічної політики. Через це в усіх учбових закладах для спеціалістів різних галузей введено обов'язкове вивчення екологічних дисциплін.

Дисципліна «Проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки» входить до циклу професійної (обов'язкової) підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти галузі знань 18 «Виробництво та технології» за освітньо-професійною програмою «Техногенно-екологічна безпека»

В сучасних умовах розвитку науки і техніки надзвичайно важливу роль відіграють прогресивні методи та засоби системного підходу у вирішенні проблем охорони довкілля з метою забезпечення гармонізації природоохоронної діяльності зі світовими вимогами.

Раніше природоохоронна діяльність підприємств і організацій зводилася до здійснення відповідних заходів з метою зменшення чи взагалі звільнення від штрафів за забруднення довкілля. Зараз у розвинутих країнах світу питання охорони довкілля – це реалізація спеціальних заходів з метою реального захисту довкілля.

Створення та впровадження міжнародних екологічних стандартів – це результат великої необхідності вирішення проблеми світового рівня де міжнародні екологічні стандарти визначають методи створення та забезпечення функціонування систем екологічного управління на підприємствах і організаціях, вимоги до таких систем, встановили вимоги до екологічного аудиту тощо.

Програмою курсу проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки передбачено наступні модулі:

1. Методологічні підходи до конструювання й проектування систем забезпечення екологічної безпеки.
2. Конструювання й проектування систем забезпечення екологічної безпеки атмосферного повітря.
3. Конструювання й проектування систем забезпечення екологічної безпеки об'єктів гідросфери.
4. Конструювання й проектування систем забезпечення екологічної безпеки об'єктів літосфери.

### *Інформація про науково-педагогічних працівників*

|                     |   |
|---------------------|---|
| Загальна інформація | Кондратенко Олександр Миколайович, професор кафедри прикладної механіки та технологій захисту навколишнього середовища факультету техногенно-екологічної безпеки, доктор технічних наук, доцент |
|---------------------|---|

|  |   |
|--|---|
| Контактна інформація                       | м. Харків, вул. Чернишевська, 94, кабінет № 604. Робочий номер телефону – 707-34-07.  |
| E-mail                                     | <a href="mailto:kondratenko@nuczu.edu.ua">kondratenko@nuczu.edu.ua</a>  |
| Наукові інтереси                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>– екологічна безпека процесу експлуатації енергоустановок з поршневим ДВЗ;</li> <li>– критеріальне оцінювання показників рівня екологічної безпеки;</li> <li>– матеріалознавство у галузі наноматеріалів та напівпровідників;</li> <li>– технології захисту навколишнього середовища від газоподібних та аерозольних викидів транспорту;</li> <li>– метрологічні аспекти оцінювання показників рівня екологічної безпеки;</li> <li>– прикладна механіка текучих середовищ у технологіях захисту навколишнього середовища;</li> <li>– актуальні питання пакувальної індустрії</li> </ul>                            |
| Професійні здібності                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– навички аналізу науково-технічної, довідникової, нормативної та патентної літератури;</li> <li>– навички аналітичних (розрахунки та моделювання) досліджень, пов'язаних з критеріальним оцінюванням показників рівня екологічної безпеки процесу експлуатації енергоустановок з поршневим ДВЗ;</li> <li>– навички експериментальних досліджень, пов'язаних з визначенням техніко-економічних та екологічних показників роботи енергоустановок з поршневим ДВЗ;</li> <li>– проектування та побудова випробувальних стендів, експериментальних діючих зразків, комплексів засобів вимірювальної техніки</li> </ul> |
| Наукова діяльність за освітнім компонентом | <p>Профіль у Google Scholar:<br/> <a href="https://scholar.google.com.ua/citations?user=0I1bJMCAAJ">https://scholar.google.com.ua/citations?user=0I1bJMCAAJ</a></p> <p>Профіль у ORCID:<br/> <a href="https://orcid.org/0000-0001-9687-0454">https://orcid.org/0000-0001-9687-0454</a></p> <p>Профіль у SCOPUS:<br/> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57144373800">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57144373800</a></p> <p>Профіль у Web of Science:<br/> <a href="https://publons.com/researcher/1965346/alexandr-m-kondratenko/">https://publons.com/researcher/1965346/alexandr-m-kondratenko/</a></p>      |

#### *Час та місце проведення занять з дисципліни*

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/timeTable/group>).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться впродовж семестру у час та в кабінеті (аудиторії) за розкладом консультацій або у форматі відеоконференції у системі Zoom (посилання надається викладачем окремо). В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

**Мета** вивчення дисципліни: формування у майбутнього фахівця з техногенно-екологічної безпеки теоретичних знань та практичних навичок у галузі конструювання й проектування систем забезпечення екологічної безпеки та підготовка до участі у реалізації технічних рішень, інженерних та конструкторських проектів, розробці технологій у галузі захисту довкілля від побутових та промислових забруднень.

### Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                             | Форма здобуття освіти  |
|---|------------------------|
|   | очна (денна)           |
| <b>Статус дисципліни</b>                            | обов'язкова професійна |
| <b>Рік підготовки</b>                               | 1-й                    |
| <b>Семестр</b>                                      | 2-й                    |
| <b>Обсяг дисципліни:</b>                            |                        |
| - в кредитах ЄКТС                                   | 5,5                    |
| - кількість модулів                                 | 4                      |
| - загальна кількість годин                          | 165                    |
| <b>Розподіл часу за навчальним планом:</b>          |                        |
| - лекції (годин)                                    | 20                     |
| - практичні заняття (годин)                         | 40                     |
| - семінарські заняття (годин)                       | –                      |
| - лабораторні заняття (годин)                       | –                      |
| - курсовий проект (робота) (годин)                  | –                      |
| - інші види занять (годин)                          | –                      |
| - самостійна робота (годин)                         | 105                    |
| - індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин) | –                      |
| - підсумковий контроль                              | екзамен                |

### Передумови для вивчення дисципліни

Раніше мають бути вивчені дисципліни: ОК 2 «Системи управління екологічною безпекою», ОК 5 «Технології захисту навколишнього середовища» (перший семестр) та ОК 7 «Системний підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки».

### Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньо-професійної програми «Техногенно-екологічна безпека» вивчення навчальної дисципліни ОК 6 «Проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки» повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання:

| Програмні результати навчання   | ПР    |
|---|-------|
| Проектувати системи комплексного управління відходами та еколого-економічними аспектами їх утилізації, основами проектування полігонів для розміщення відходів, оцінювати їх вплив на довкілля та людину. | ПР 08 |
| Організувати утилізацію і знезаражування промислових і небезпечних відходів, оцінювати вплив промислових і небезпечних відходів на довкілля.  | ПР 11 |
| Проектувати системи і технології захисту навколишнього середовища.  | ПР 14 |
| Проектувати системи і технології захисту навколишнього середовища від негативного впливу внаслідок воєнних дій.   | ПР 18 |
| Проектувати системи поводження з відходами, що утворилися внаслідок воєнної агресії, оцінювати їх вплив на довкілля та людину.  | ПР 19 |

- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

| Програмні компетентності (загальні та професійні)  | ЗК, СК |
|--|--------|
| Здатність генерувати нові ідеї (креативність).   | ЗК 04  |
| Здатність розробляти проекти та управляти ними.  | ЗК 06  |
| Здійснення безпечної діяльності.   | ЗК 07  |
| Здатність контролювати й оцінювати екологічні ризики впливу техногенних об'єктів і господарської діяльності на довкілля.                           | СК 01  |
| Здатність планувати, проектувати та контролювати параметри роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища. | СК 03  |
| Здатність розробляти нові та використовувати відомі способи утилізації, знезараження та рециклінгу побутових і промислових відходів.               | СК 04  |
| Здатність контролювати й оцінювати ефективність природоохоронних заходів та застосовуваних технологій.   | СК 06  |
| Здатність розробляти нові та використовувати відомі технології захисту довкілля з урахуванням потреб регіонів, постраждалих від воєнної агресії.   | СК 08  |

## Програма навчальної дисципліни

### Теми навчальної дисципліни:

**Модульний контроль № 1. «Методологічні підходи до конструювання й проектування систем забезпечення екологічної безпеки».**

#### Тема 1.1. Поняття про системи забезпечення екологічної безпеки.

Засади створення систем забезпечення екологічної безпеки. Поняття екологічної небезпеки: джерела, фактори виникнення, об'єкти впливу, наслідки та їх ліквідація. Екологічна безпека. Рівень екологічної безпеки. Забезпечення екологічної безпеки. Методи вирішення завдань забезпечення екологічної безпеки.

Техногенний об'єкт. Структура та характеристика техногенного об'єкту. Вплив техногенного об'єкта на довкілля. Життєвий цикл інженерної споруди. Закономірності формування інженерних систем забезпечення екологічної безпеки. Проектування й конструювання як види діяльності.

## **Тема 1.2. Нормативно-технічна база проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки.**

Нормативно-технічна база проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки. Екологічне законодавство. Вимоги до систем забезпечення екологічної безпеки. Процедура проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки. Стадії проектування. Розробка технічного завдання. Структура та вимоги до змісту розділів проектно-конструкторської документації. Загальні вимоги у галузі охорони довкілля при розміщенні, проектуванні, зведенні, реконструкції, введенні в експлуатацію, експлуатації, консервації техногенних об'єктів.

## **Тема 1.3. Проектування систем забезпечення екологічної безпеки з урахуванням потреб регіонів, постраждалих від воєнної агресії.**

Вплив чинників воєнних дій на функціонування техногенних об'єктів. Енерго- та ресурсозабезпечення в умовах воєнних дій. Комбінований вплив чинників екологічної небезпеки та воєнних дій та його врахування при проектуванні систем забезпечення екологічної безпеки.

Шляхи вирішення завдань забезпечення екологічної безпеки з урахуванням потреб регіонів, постраждалих від воєнної агресії. Проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки тимчасового та постійного використання. Укриття для персоналу систем забезпечення екологічної безпеки. Мобільні системи забезпечення екологічної безпеки.

## **Модульний контроль № 2. «Конструювання й проектування систем забезпечення екологічної безпеки атмосферного повітря».**

### **Тема 2.1. Проектування й конструювання споруд механічного очищення пилогазових викидів.**

Класифікація джерел забруднення атмосфери. Властивості та характеристики викидів. Класифікація викидів. Нормування викидів. Зниження інтенсивності утворення викидів. Розсіювання викидів у атмосфері. Регулювання викидів у залежності від метеорологічних умов. Стандарти якості повітря, небезпечні концентрації забруднюючих речовин. Державний контроль за охороною атмосферного повітря.

Проектування й конструювання споруд механічного очищення пилогазових викидів. Основні механізми осаджування частинок. Гравітаційне й інерційне осаджування. Осаджування під дією відцентрової сили. Зацеплення. Дифузійне осаджування. Електричне осаджування. Термофорез та дифузійфорез. Основні методи уловлення пилу. Сухі механічні пиловловлювачі. «Вологе» очищення газів. Фільтрування. Очищення в електричному полі. Апаратура та робочі параметри процесу уловлення пилу. Рекуперація пилу. Економічні аспекти пиловловлення.

### **Тема 2.2. Проектування й конструювання систем та технологічного обладнання хімічних методів очищення газів.**

Проектування й конструювання систем та технологічного обладнання хімічних методів очищення газів. Абсорбційні методи очищення газів від

газоподібних сполук. Фізико-хімічні закономірності процесів фізичної абсорбції. Засади хемосорбційних процесів. Технологічне оформлення розімкнутих абсорбційних процесів. Циркуляційні процеси фізичної та хімічної абсорбції. Вимоги до абсорбентів. Апаратурне оформлення абсорбційних процесів. Методи регенерації абсорбентів. Адсорбційні методи очищення газів від газоподібних сполук. Кінетика адсорбції-десорбції. Динаміка адсорбції. Визначення часу захисної дії шару та висоти шару, що працює. Методи регенерації абсорбентів. Конструкції адсорберів. Інтенсифікація абсорбційних процесів. Каталітичні методи очищення газів від газоподібних сполук. Засади каталітичних методів очищення. Методи каталітичного знешкодження газів: стаціонарний та нестаціонарний.

### **Тема 2.3. Проектування й конструювання споруд термічного знешкодження газів.**

Проектування й конструювання споруд термічного знешкодження газів від легкоокислюваних та токсичних речовин. Термічні методи знешкодження газів від легкоокислюваних та токсичних речовин. Некаталітичні методи очищення. Біохімічне очищення газів. Мембранне розділення газових сумішей. Конденсаційні методи очищення.

Промислове використання технологій знешкодження викидів у атмосферу. Конструювання й проектування систем очищення газів від діоксиду вуглецю. Конструювання й проектування систем очищення газів від сірководню та сіркоорганічних сполук. Конструювання й проектування систем очищення газів від діоксиду сірки. Конструювання й проектування систем очищення газів від оксидів азоту. Конструювання й проектування систем очищення газів від галогенів та їхніх сполук.

### **Модульна контрольна робота № 1 «Проектування й конструювання систем очищення викидних газів».**

### **Модульний контроль № 3. «Конструювання й проектування систем забезпечення екологічної безпеки об'єктів гідросфери».**

#### **Тема 3.1. Проектування й конструювання споруд для очищення стічних вод від великодисперсних домішок.**

Характеристика складу стічних вод. Класифікація стічних вод за видами забруднень. Вибір технологічної схеми очищення стічних вод та складу очисних споруд.

Конструювання та проектування споруд для очищення стічних вод від великодисперсних домішок: решітки, пісковловлювачі, відстійники. Засади конструювання й проектування споруд для очищення стічних вод методом фільтрації. Конструювання й проектування швидких напірних та повільних каркасно-засипних фільтрів.

#### **Тема 3.2. Проектування й конструювання споруд хімічного й фізико-хімічного очищення стічних вод.**

Конструювання й проектування споруд хімічного й фізико-хімічного очищення стічних вод. Засади конструювання й проектування споруд для нейтралізації та окислення стічних вод. Конструювання й проектування

споруд для очищення стічних вод фізико-хімічними методами: коагуляція, флотація, адсорбція. Конструювання й проектування змішувачів та камер утворення пластівців, напірного флотатора, адсорбера.

### **Тема 3.3. Проектування й конструювання споруд для знезараження стічних вод.**

Засади конструювання й проектування споруд біохімічного очищення стічних вод. Засади конструювання й проектування аеротенків. Засади конструювання й проектування біофільтрів та біореакторів.

Конструювання й проектування споруд для знезараження стічних вод. Визначення дози реагентів. Знезараження води хлорвмісткими реагентами. Знезараження води фізичними методами: ультрафіолетове випромінювання, магнітне поле, тощо.

### **Модульна контрольна робота № 2 «Проектування й конструювання систем очищення стічних вод».**

### **Модульний контроль № 4. «Конструювання й проектування систем забезпечення екологічної безпеки об'єктів літосфери».**

#### **Тема 4.1. Проектування й конструювання споруд фізико-хімічної підготовки та переробки техногенних відходів.**

Класифікація, склад та властивості техногенних відходів. Конструювання й проектування споруд для класифікації техногенних відходів. Конструювання й проектування споруд для зменшення або збільшення розмірів частинок техногенних відходів. Конструювання й проектування споруд для зневоднення техногенних відходів.

Конструювання й проектування споруд фізико-хімічної підготовки та переробки техногенних відходів. Конструювання й проектування споруд для вилуговування техногенних відходів. Конструювання й проектування споруд для кристалізації техногенних відходів. Конструювання й проектування споруд для розчинення техногенних відходів.

#### **Тема 4.2. Проектування й конструювання споруд біологічної підготовки та переробки техногенних відходів.**

Конструювання й проектування споруд біологічної підготовки та переробки техногенних відходів. Конструювання й проектування споруд для аеробної стабілізації техногенних відходів. Конструювання й проектування споруд для анаеробної стабілізації техногенних відходів.

#### **Тема 4.3. Проектування й конструювання споруд термічної підготовки та переробки техногенних відходів.**

Конструювання й проектування споруд термічної підготовки та переробки техногенних відходів. Конструювання й проектування споруд для сушіння техногенних відходів. Конструювання й проектування споруд для піролізу техногенних відходів. Конструювання й проектування споруд для газифікації техногенних відходів. Конструювання й проектування споруд для спалювання техногенних відходів.



**Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять:**

| Назви модулів і тем   | Очна (денна) форма |                                 |  |                   |                            |          |
|---|--------------------|---------------------------------|--|-------------------|----------------------------|----------|
|   | Кількість годин    |                                 |  |                   |                            |          |
|   | усього             | у тому числі                    |  |                   |                            |          |
| лекції  |                    | практичні (семінарські) заняття | лабораторні заняття (інші види занять) | самостійна робота | модульна контрольна робота |          |
| <b>1-й рік, 2-й семестр</b>   |                    |                                 |  |                   |                            |          |
| <b>Модуль 1</b>   |                    |                                 |  |                   |                            |          |
| Тема 1.1. Поняття про системи забезпечення екологічної безпеки.   | 15                 | 2                               | 2                                      | 0                 | 11                         | 0        |
| Тема 1.2. Нормативно-технічна база проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки.                        | 15                 | 2                               | 2                                      | 0                 | 11                         | 0        |
| Тема 1.3. Проектування систем забезпечення екологічної безпеки з урахуванням потреб регіонів, постраждалих від воєнної агресії. | 15                 | 2                               | 0                                      | 0                 | 13                         | 0        |
| <b>Разом за модулем 1</b>   | <b>45</b>          | <b>6</b>                        | <b>4</b>                               | <b>0</b>          | <b>35</b>                  | <b>0</b> |
| <b>Модуль 2. Конструювання й проектування систем забезпечення екологічної безпеки атмосферного повітря</b>                      |                    |                                 |  |                   |                            |          |
| Тема 2.1. Проектування й конструювання споруд механічного очищення пилогазових викидів.   | 10                 | 2                               | 4                                      | 0                 | 4                          | 0        |
| Тема 2.2. Проектування й конструювання систем та технологічного обладнання  | 8                  | 2                               | 2                                      | 0                 | 4                          | 0        |

|   |           |          |           |          |           |           |
|---|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| <b>хімічних методів очищення газів.</b>   |           |          |           |          |           |           |
| <b>Тема 2.3. Проектування й конструювання споруд термічного знешкодження газів.</b>                         | 12        | 2        | 8         | 0        | 2         | 0         |
| <b>Модульна контрольна робота № 1</b>   | 15        | 0        | 0         | 0        | 0         | 15        |
| <b>Разом за модулем 2</b>   | <b>45</b> | <b>6</b> | <b>14</b> | <b>0</b> | <b>10</b> | <b>15</b> |
| <b>Модуль 3. Конструювання й проектування систем забезпечення екологічної безпеки об'єктів гідросфери</b>   |           |          |           |          |           |           |
| <b>Тема 3.1. Проектування й конструювання споруд для очищення стічних вод від великодисперсних домішок.</b> | 14        | 2        | 8         | 0        | 4         | 0         |
| <b>Тема 3.2. Проектування й конструювання споруд хімічного й фізико-хімічного очищення стічних вод.</b>     | 8         | 1        | 4         | 0        | 3         | 0         |
| <b>Тема 3.3. Проектування й конструювання споруд для знезараження стічних вод.</b>                          | 8         | 1        | 4         | 0        | 3         | 0         |
| <b>Модульна контрольна робота № 2</b>   | 15        | 0        | 0         | 0        | 0         | 15        |
| <b>Разом за модулем 3</b>   | <b>45</b> | <b>4</b> | <b>16</b> | <b>0</b> | <b>10</b> | <b>15</b> |
| <b>Модуль 4. Конструювання й проектування систем забезпечення екологічної безпеки об'єктів літосфери</b>    |           |          |           |          |           |           |
| <b>Тема 4.1. Проектування й конструювання споруд фізико-хімічної підготовки та переробки техногенних</b>    | 10        | 2        | 2         | 0        | 6         | 0         |

|  |            |           |           |          |           |           |
|--|------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| <b>відходів.</b>   |            |           |           |          |           |           |
| <b>Тема 4.2.<br/>Проектування й<br/>конструювання<br/>споруд біологічної<br/>підготовки та<br/>переробки<br/>техногенних<br/>відходів.</b> | 10         | 1         | 2         | 0        | 7         | 0         |
| <b>Тема 4.3.<br/>Проектування й<br/>конструювання<br/>споруд термічної<br/>підготовки та<br/>переробки<br/>техногенних<br/>відходів.</b>   | 10         | 1         | 2         | 0        | 7         | 0         |
| <b>Разом за модулем<br/>4</b>  | <b>30</b>  | <b>4</b>  | <b>6</b>  | <b>0</b> | <b>20</b> | <b>0</b>  |
| <b>Разом</b>   | <b>165</b> | <b>20</b> | <b>40</b> | <b>0</b> | <b>75</b> | <b>30</b> |

### Теми семінарських занять

Не передбачено навчальним планом.

### Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми   | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1     | Закономірності формування інженерних систем забезпечення екологічної безпеки.                              | 2               |
| 2     | Структура та вимоги до змісту розділів проектно-конструкторської документації.                             | 2               |
| 3     | Розрахунок й конструювання споруд механічного очищення пилогазових викидів.                                | 2               |
| 4     | Розрахунок й конструювання споруд фільтрування пилогазових викидів.  | 2               |
| 5     | Проектування й конструювання споруд хімічного очищення газів.  | 2               |
| 6     | Системи забезпечення екологічної безпеки хімічного підприємства.   | 6               |
| 7     | Розрахунок й конструювання споруд термічного знешкодження газів від легкоокислюваних та токсичних речовин. | 2               |
| 8     | Системи забезпечення екологічної безпеки транспортного підприємства.                                       | 6               |
| 9     | Розрахунок й проектування споруд для очищення стічних вод від великодисперсних домішок.                    | 2               |
| 10    | Розрахунок й проектування фільтрів для очищення  | 2               |

|    |  |    |
|----|--|----|
|    | стічних вод.   |    |
| 11 | Розрахунок й проектування споруд для очищення стічних вод хімічними методами.                  | 2  |
| 12 | Розрахунок й проектування споруд для очищення стічних вод фізико-хімічними методами.           | 2  |
| 13 | Розрахунок й проектування споруд біохімічного очищення стічних вод.                            | 2  |
| 14 | Розрахунок й проектування споруд фізико-хімічної підготовки та переробки техногенних відходів. | 2  |
| 15 | Розрахунок й проектування споруд біологічної підготовки та переробки техногенних відходів.     | 2  |
| 16 | Розрахунок й проектування споруд термічної підготовки та переробки техногенних відходів.       | 2  |
|    | Разом  | 40 |

### **Теми лабораторних занять**

Не передбачено навчальним планом.

### **Орієнтовна тематика індивідуальних завдань**

Відповідно до робочого навчального плану передбачено особливий вид індивідуального завдання – виконання модульних розрахунково-графічних робіт на тему «Проектування й конструювання систем очищення викидних газів» та «Проектування й конструювання систем очищення стічних вод».

### **Форми та методи навчання і викладання, засоби провадження освітньої діяльності навчальної дисципліни**

Вивчення навчальної дисципліни реалізується **в таких формах**: навчальні заняття за видами, консультації, контрольні заходи, самостійна робота.

В навчальній дисципліні використовуються **такі методи навчання і викладання**:

– *методи навчання за джерелами набуття знань*: словесні методи навчання (лекція, пояснення, бесіда, інструктаж); наочні методи навчання (ілюстрація, демонстрація, спостереження); практичні методи навчання (практична робота);

– *методи навчання за характером логіки пізнання*: аналітичний; синтетичний; індуктивний; дедуктивний; традуктивний;

– *методи навчання за рівнем самостійної розумової діяльності тих, хто навчається*: проблемний виклад; частково-пошуковий; дослідницький;

– *інноваційні методи навчання*: робота з навчально-методичною літературою та відео метод; навчання з використанням технічних ресурсів; методи організації навчального процесу, що формують соціальні навички;

– *самостійна робота*.

## **Засоби провадження освітньої діяльності**

Експериментальні установки та плакати навчально-наукового лабораторного комплексу кафедри прикладної механіки та технологій захисту навколишнього середовища при проведенні практичних робіт; комп'ютерний клас з доступом до мережі Інтернет і системи OpenTest2 при проведенні практичних занять та складанні тестового контролю; мультимедійний проектор і екран, ноутбук при проведенні лекційних занять.

## **Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти**

### *Засоби оцінювання*

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- екзамен у письмовому вигляді;
- усне, письмове опитування на практичному занятті;
- виконання та захист модульних контрольних робіт.

Оцінювання рівня освітніх досягнень здобувачів за освітніми компонентами, здійснюється за 100-бальною шкалою.

## **Критерії оцінювання**

### *Форми поточного та підсумкового контролю*

*Поточний контроль* проводиться на кожному практичному занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих навичок під час виконання завдань практичних робіт.

*Модульна контрольна робота* є складовою поточного контролю і здійснюється через виконання самостійної письмової роботи та перевіряється під час проведення останнього практичного заняття в межах окремого залікового модуля. Захист модульної контрольної роботи проводиться під час проведення останнього практичного заняття в межах окремого залікового модуля у вигляді тестового контролю у форматі OpenTest.

*Підсумковий контроль* успішності проводиться з метою оцінки результатів навчання на завершальному етапі, проводиться у вигляді письмового екзамену або у форматі електронного тестування у системі OpenTest2 за відсутності умов проведення письмового екзамену.

**Розподіл та накопичення балів, які отримують здобувачі, за видами навчальних занять та контрольними заходами з дисципліни**  
1-й курс, 2-й семестр

| Види навчальних занять                                   |                               | Кількість навчальних занять | Максимальний бал за вид навчального заняття | Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять |
|--|-------------------------------|-----------------------------|---|---|
| <b>I. Поточний контроль</b>                              |                               |                             |   |   |
| Модуль 1   | Лекції                        | 3                           | 0   | 0   |
|  | Практичні заняття*            | 2                           | 2   | 4   |
| Разом за модуль 1  |                               |                             |   | 4   |
| Модуль 2   | Лекції                        | 3                           | 0   | 0   |
|  | Практичні заняття*            | 5                           | 2   | 10  |
|  | Модульна контрольна робота 1* | 1                           | 20  | 20  |
| Разом за модуль 2  |                               |                             |   | 30  |
| Модуль 3   | Лекції                        | 2                           | 0   | 0   |
|  | Практичні заняття*            | 6                           | 2   | 12  |
|  | Модульна контрольна робота 2* | 1                           | 20  | 20  |
| Разом за модуль 3  |                               |                             |   | 32  |
| Модуль 4   | Лекції                        | 2                           | 0   | 0   |
|  | Практичні заняття*            | 3                           | 2   | 6   |
| Разом за модуль 4  |                               |                             |   | 6   |
| Разом за поточний контроль                               |                               |                             |   | 72  |
| <b>II. Індивідуальні завдання</b>                        |                               |                             |   | –   |
| <b>III. Підсумковий контроль (екзамен)*</b>              |                               |                             |   | 28  |
| Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи |                               |                             |   | 100   |

*Пояснення:\** види навчальних занять та контрольні заходи для обов'язкового виконання.

**Поточний контроль.**

*Поточний контроль* проводиться на кожному практичному занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих навичок під час виконання завдань практичних робіт.

*Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті (оцінюється від 0 до 2 балів):*

*2 бали* – здобувач вільно володіє навчальним матеріалом, орієнтується в конкретній темі та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;

*1 бал* – здобувач частково володіє навчальним матеріалом та може окреслити деякі аспекти визначеної теми;

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання або поверхово розкриває лише окремі положення, допускаючи при цьому суттєвих помилок.

Викладачем оцінюється повнота розкриття питання, цілісність, системність, логічна послідовність, вміння формулювати висновки, акуратність оформлення письмової роботи, самостійність виконання.

*Модульна контрольна робота* є складовою поточного контролю і здійснюється через виконання самостійної письмової роботи та перевіряється під час проведення передекзаменаційної консультації.

Кожен варіант модульної контрольної роботи складається з одного практичного завдання. Розв'язання практичного завдання повинно містити: постановку завдання, аналіз вихідних даних, розрахунки, графічну побудову, висновки за виконаним завданням.

*Критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти при виконанні модульних контрольних робіт №1 та №2 (оцінюється від 0 до 20 балів):*

20 балів – вірно виконані всі задачі з дотриманням всіх вимог до виконання;

17-19 балів – вірно виконані всі задачі, але недостатнє обґрунтування відповіді, допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

8-16 балів – всі задачі є в наявності, деякі задачі розв'язано не повністю;

1-7 балів – не всі задачі є в наявності, деякі задачі розв'язано не повністю;

0 балів – відповідь відсутня.

Викладачем оцінюється розуміння здобувачем вищої освіти понятійного апарату, логічність та послідовність під час відповіді, самостійність мислення, впевненість в правоті своїх суджень, вміння виділяти головне, вміння встановлювати міждисциплінарні та внутрішньодисциплінарні зв'язки, вміння робити висновки, показувати перспективу розвитку ідеї або проблеми, відсоток унікальності та запозичення текстового документу (плагіат), уміння публічно чи письмово представити звітний матеріал.

#### *Завдання для виконання модульної контрольної роботи № 1:*

1. Розрахунок й проектування пилоосаджувальної камери з горизонтальними полками
2. Розрахунок й проектування циклону
3. Розрахунок й проектування рукавного фільтра
4. Розрахунок й проектування скрубера Вентурі
5. Розрахунок й проектування насадкового абсорбера

#### *Завдання для виконання модульної контрольної роботи № 2:*

1. Розрахунок й проектування вертикального відстійника
2. Розрахунок й проектування сепаратора
3. Розрахунок й проектування вертикального напірного зернистого

фільтра

4. Розрахунок й проектування напірного гідроциклону

5. Розрахунок й проектування аеротенка

*Підсумковий контроль* успішності проводиться з метою оцінки результатів навчання на завершальному етапі, проводиться у вигляді письмового екзамену або у форматі електронного тестування у системі OpenTest2 за відсутності умов проведення письмового екзамену.

Кожен варіант екзаменаційного білету складається з чотирьох теоретичних питань. Теоретичне питання оцінюється за повнотою відповіді.

*Критерії оцінювання знань здобувачів на екзамені (оцінюється від 0 до 28 балів):*

*24-28 балів* – здобувач вищої освіти в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, повністю, логічно і послідовно розкрив питання білету, виявив вміння застосовувати існуючі методики, наводити приклади, самостійно аналізувати, узагальнювати і викладати матеріал не допускаючи помилок. При відповіді продемонстровані вміння самостійно працювати з додатковою літературою.

*18-23 бали* – здобувач вищої освіти достатньо повно володіє навчальним матеріалом, однак при наданні відповіді на деякі питання не вистачає достатньої глибини та аргументації, наявні несуттєві неточності та незначні помилки, які не впливають на загальну правильність відповіді.

*10-17 балів* – здобувач вищої освіти засвоїв тільки основний матеріал, не знає окремих положень, допускає неточності у відповіді, не вміє достатньо чітко сформулювати окремі положення, порушує послідовність у викладанні матеріалу, має певні труднощі у пов'язанні теоретичного матеріалу з його практичним застосуванням.

*5-9 балів* – здобувач вищої освіти не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, зміст визначених питань розкриває недостатньо, допускаючи при цьому суттєві неточності. Відповідь задовольняє мінімуму критеріїв оцінки.

*1-4 бали* – здобувач вищої освіти не засвоїв значної частини програмного матеріалу, допускає суттєві помилки, не вміє логічно і послідовно викласти основні положення і має значні труднощі у пов'язанні теоретичного матеріалу з його практичним застосуванням. Для отримання заліку необхідне доопрацювання.

*0 балів* – не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань. Для отримання заліку необхідне значне доопрацювання.

За відсутності умов проведення письмового екзамену він проводиться у форматі електронного тестування у системі OpenTest2. *Тестовий контроль* здійснюється через відповіді на тестові завдання.

Кожен варіант тестового контролю складається з 28 питань, сформованих у тестовій формі. Відповіді надаються шляхом вибору правильної відповіді (відповідей) серед наданих системою проведення



тестування варіантів.

*Критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти при виконанні тестового контролю (оцінюється в діапазоні від 0 до 28 балів):*

оцінка  $M$  у балах розраховується за формулою

$$M = (N / K) \times L, \text{ балів,}$$

з округленням отриманого результату до найближчого цілого значення, де  $N = [0 \dots K]$  – кількість правильних відповідей у тесті, шт.;  $K = 28$  – кількість питань у тесті, шт.;  $L = 28$  – кількість балів зі 100-бальної оцінки, відведених на 1 тестування.

*Перелік теоретичних питань для підготовки до екзамену:*

### **Модуль 1**

1. Поняття «екологічна небезпека».
2. Поняття «екологічна безпека».
3. Основні принципи та методи забезпечення екологічної безпеки.
4. Відповідальні за забезпечення екологічної безпеки.
5. Зміст технічних заходів охорони навколишнього середовища.
6. Поняття «техногенний об'єкт».
7. Сутність впливу техногенного об'єкта на навколишнє середовище.
8. Структура системи забезпечення екологічної безпеки техногенного об'єкта.
9. Основні етапи життєвого циклу інженерної споруди.
10. Основні закономірності формування інженерних систем забезпечення екологічної безпеки.
11. Поняття «проектування».
12. Основні стадії проектування.
13. Основні учасники проектування.
14. Вимоги, що висуваються до систем забезпечення безпеки.
15. Проведення орієнтовного оцінювання впливу на навколишнє середовище на стадії розробки передпроектного обґрунтування інвестицій.
16. Побудова розділу «Перелік заходів з охорони навколишнього середовища» проектної документації.
17. Зміст текстової частини розділу «Перелік заходів з охорони навколишнього середовища» проектної документації.
18. Зміст графічної частини розділу «Перелік заходів з охорони навколишнього середовища» проектної документації.
19. Основні розділи проектної документації при проектування систем забезпечення екологічної безпеки.
20. Загальні вимоги у сфері охорони довкілля при поводженні з небезпечними техногенними об'єктами.

### **Модуль 2**

1. Загальний перелік заходів стосовно зниження викидів шкідливих речовин у атмосферу.
2. Класифікація джерел забруднення атмосфери.
3. Поняття «гранично допустима концентрація».
4. Поняття «гранично допустимий викид».
5. Класифікація газоочисних апаратів.
6. Порядок визначення фракційної ефективності очищення газів від пилу.
7. Порядок визначення повної ефективності очищення газів від пилу.

8. Порядок визначення загальної ефективності очищення при роботі декількох послідовно встановлених апаратів.
9. Принцип роботи пилоосаджувальної камери.
10. Порядок розрахунку та проектування пилоосаджувальних камер.
11. Принцип роботи пиловловлювачів інерційного типу.
12. Порядок розрахунку та проектування циклону.
13. Класифікація циклонів.
14. Принцип роботи циклона.
15. Принцип роботи батарейного циклона.
16. Механізм процесу фільтрування.
17. Класифікація промислових фільтрів.
18. Тканеві фільтри, їхні переваги та недоліки, область використання.
19. Способи регенерації тканинних фільтрів.
20. Порядок розрахунку та проектування тканевого фільтра.
21. Порядок розрахунку та проектування рукавного фільтра.
22. Зернисті фільтри, їхні переваги та недоліки, область використання.
23. Касетні та рамочні фільтри, їхні переваги та недоліки, область використання.
24. Рулонні фільтри, їхні переваги та недоліки, область використання.
25. Масляні фільтри, їхні переваги та недоліки, область використання.
26. Класифікація апаратів вологого очищення газів.
27. Полі скрубери, їхні переваги та недоліки, область використання.
28. Скрубери з насадкою, їхні переваги та недоліки, область використання.
29. Пінні апарати, їхні переваги та недоліки, область використання.
30. Центробіжні апарати вологого очищення газів, їхні переваги та недоліки, область використання.
31. Динамічні скрубери, їхні переваги та недоліки, область використання.
32. Скрубер Вентурі, його переваги та недоліки, область використання.
33. Конструкція скрубера Вентурі.
34. Порядок розрахунку та проектування скрубера Вентурі.
35. Принцип роботи електрофільтра.
36. Порядок розрахунку та проектування електрофільтра.
37. Принцип роботи абсорбера.
38. Класифікація абсорберів.
39. Порядок розрахунку та проектування абсорбера.
40. Принцип роботи адсорбера.
41. Класифікація адсорберів.
42. Види адсорбентів, що використовуються для очищення газів.
43. Порядок розрахунку та проектування адсорбера.
44. Основні методи каталітичного очищення газів.
45. Принцип роботи каталізатора.
46. Конструкція каталізатора.
47. Порядок розрахунку та проектування каталізатора.
48. Принцип роботи установки термознешкодження викидних газів.
49. Конструкція установки термознешкодження викидних газів
50. Порядок розрахунку та проектування установки термознешкодження викидних газів.

### **Модуль 3**

1. Поняття «стічні води».
2. Класифікація стічних вод за джерелом їхнього походження.
3. Класифікація методів очищення стічних вод.
4. Основні принципи вибору технологій та методів очищення стічних вод.
5. Основні вимоги до систем очищення стічних вод.
6. Основні вимоги до складу системи очищення стічних вод.
7. Основні вимоги до проекту системи очищення стічних вод.

8. Загальна класифікація споруд механічного очищення стічних вод.
9. Класифікація пристроїв попереднього очищення води.
10. Принцип роботи пристроїв попереднього очищення води.
11. Порядок розрахунку та проектування пристроїв попереднього очищення води.
12. Класифікація пісковловлювачів.
13. Принцип роботи пісковловлювача.
14. Порядок розрахунку та проектування пісковловлювача.
15. Класифікація відстійників.
16. Принцип роботи відстійника.
17. Порядок розрахунку та проектування відстійника.
18. Загальна класифікація фільтрів стічних вод.
19. Класифікація фільтрів поверхневої дії.
20. Принцип роботи фільтрів неперервної дії.
21. Принцип роботи фільтрів періодичної дії.
22. Порядок розрахунку та проектування вакуум-фільтрів.
23. Принцип роботи фільтрів об'ємної дії.
24. Порядок розрахунку та проектування фільтрів об'ємної дії.
25. Принцип роботи споруд центрифугування стічних вод.
26. Класифікація центрифуг для очищення стічних вод.
27. Конструкція декантера.
28. Порядок розрахунку та проектування центрифуг для очищення стічних вод.
29. Класифікація методів фізико-хімічного очищення стічних вод.
30. Принцип роботи споруд для коагуляції та флокуляції.
31. Порядок розрахунку та проектування споруд для коагуляції та флокуляції.
32. Принцип роботи флотатора.
33. Класифікація флотаторів.
34. Порядок розрахунку та проектування споруд для коагуляції та флокуляції.
35. Принцип роботи споруд адсорбційного очищення стічних вод.
36. Принцип роботи споруд іонообмінного очищення стічних вод.
37. Порядок розрахунку та проектування споруд адсорбційного та іонообмінного очищення стічних вод.
38. Класифікація споруд біохімічного очищення стічних вод.
39. Класифікація аеротенків.
40. Принцип роботи аеротенка.
41. Порядок розрахунку та проектування аеротенка.
42. Класифікація біологічних фільтрів.
43. Принцип роботи біологічного фільтра.
44. Конструкція крапельного біологічного фільтра.
45. Конструкція високонавантаженого біологічного фільтра (аерофільтра).
46. Конструкція біологічного фільтра з площинним завантаженням.
47. Конструкція занурюваного біологічного фільтра.
48. Конструкція дискового занурюваного біологічного фільтра.
49. Конструкція барабанного занурюваного біологічного фільтра.
50. Порядок розрахунку та проектування біологічних фільтрів.

## **Модуль 4**

1. Поняття «відходи».
2. Класифікація відходів.
3. Склад та властивості відходів.
4. Класифікація пристроїв механічної класифікації твердих відходів.
5. Принцип роботи грохота.
6. Класифікація пристроїв повітряної класифікації твердих відходів.
7. Принцип роботи гравітаційного класифікатора.
8. Класифікація пристроїв гідравлічної класифікації твердих відходів.

9. Принцип роботи гідравлічного класифікатора.
10. Дробарки, їхня класифікація та принцип роботи.
11. Порядок розрахунку та проектування валкової дробарки.
12. Порядок розрахунку та проектування шокової дробарки.
13. Порядок розрахунку та проектування конусної дробарки.
14. Подрібнювачі, їхня класифікація та принцип роботи.
15. Конструкція вертикальних млинів.
16. Конструкція жорнових млинів.
17. Конструкція барабанних млинів.
18. Апарати гранулювання, їхня класифікація та принцип роботи.
19. Порядок розрахунку та проектування барабанного гранулятора.
20. Пристрої для таблетування, їхня класифікація та принцип роботи.
21. Класифікація пристроїв для зневоднення твердих відходів.
22. Принцип роботи вакуум-фільтра.
23. Принцип роботи центрифуги.
24. Принцип роботи фільтрпреса.
25. Принцип роботи споруд для вилуговування твердих відходів.
26. Принцип роботи споруд для кристалізації твердих відходів.
27. Порядок розрахунку та проектування кристалізатора.
28. Принцип роботи споруд для розчинення твердих відходів.
29. Класифікація споруд для аеробної стабілізації твердих відходів.
30. Принцип роботи споруди для польового компостування твердих відходів.
31. Принцип роботи споруди для компостування твердих відходів в тунелях та бункерах.
32. Класифікація споруд для анаеробної стабілізації твердих відходів.
33. Принцип роботи метантенка.
34. Порядок розрахунку та проектування метантенка.
35. Класифікація споруд для термічної підготовки та переробки твердих відходів.
36. Сушарки твердих відходів, їхня класифікація та принцип роботи.
37. Порядок розрахунку та проектування сушарки.
38. Принцип роботи печі для піролізу твердих відходів.
39. Порядок розрахунку та проектування печі для піролізу.
40. Класифікація та принцип роботи споруд для газифікації твердих відходів.
41. Класифікація та принцип роботи споруд для спалювання твердих відходів.

### **Політика викладання навчальної дисципліни**

1. Здобувач вищої освіти повинен на заняттях приймати активну участь в обговоренні навчальних питань, бути попередньо підготовленим за рекомендованою літературою до практичних та лабораторних занять, якісно і своєчасно виконувати всі завдання.

2. Здобувачі вищої освіти повинні сумлінно виконувати розклад занять з навчальної дисципліни. Пропуски заняття без уважної причини та запізнення на заняття недопустимі (здобувачі вищої освіти, які запізнилися на заняття, до заняття не допускаються).

3. Без дозволу науково-педагогічного працівника неприпустимо користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття.

4. Здобувачі вищої освіти повинні чітко виконувати вимоги щодо термінів виконання поставлених завдань, захисту робіт, ліквідації заборгованостей. Невиконання вимог щодо термінів знижує максимальний бал (оцінку) за завдання на 30 %.

5. Здобувачі вищої освіти під час самостійного виконання завдань, а

також на всіх заняттях та екзамені, повинні дотримуватися політики академічної доброчесності. При виконанні індивідуальної самостійної роботи до захисту допускаються модульні контрольні роботи, які виконані лише за власним варіантом, виданим кожному здобувачеві окремо, містять не менше 50 % оригінального тексту при перевірці на плагіат.

6. Здобувачі вищої освіти мають право дізнатися про кількість накопичених балів у викладача навчальної дисципліни або в електронному журналі успішності відповідної групи та вести власний облік цих балів.

7. Під час засвоєння матеріалу дисципліни на заняттях, виконання модульних контрольних робіт та складання диференційного заліку здобувачі вищої освіти мають дотримуватися політики гендерної рівності.

8. Під час засвоєння матеріалу дисципліни на заняттях, виконання модульних контрольних робіт та складання екзамену здобувачі вищої освіти мають дотримуватися протиепідемічних заходів відповідно до чинного законодавства.

9. Під час засвоєння матеріалу дисципліни на заняттях, виконання модульних контрольних робіт та складання екзамену здобувачі вищої освіти мають дотримуватися заходів безпеки воєнного стану відповідно до чинного законодавства.

## **РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### *Основні*

1. Проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки: курс лекцій / В.Ю.Колосков, С.С.Душкін. – Харків : НУЦЗУ, 2019. – 145 с.

2. Проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки. Методичні вказівки до виконання контрольних (модульних) робіт / Уклад. С.О. Вамболь, В.В. Вамболь, В.Ю. Колосков, І.В. Міщенко. – Х.: НУЦЗУ, 2018. – 64 с.

3. Removal of Heavy Metals from Sewage Sludge by Using Humic Substances / Shevchenko, T., Galkina, O., Martynov, S., Dushkin, S. // Lecture Notes in Networks and Systems, vol 536. Springer, Cham, 2023.

4. Purification of filtering drainage wastewater of solid waste landfills with modified coagulant solutions / Dushkin, S., Martynov, S., Dushkin, S.S., Degtyar, M. // International Journal of Environmental Science and Technology. 2022. Vol. 19(7). – P. 6781-6788.

5. Thin-Layer Sedimentation Tanks in Water Clarification at Coke Plants / Dushkin, S.S., Galkina, O.P. // Coke and Chemistry. 2021. Volume 64(8). P. 380–385.

6. Фізичне і математичне моделювання процесів у фільтрах твердих частинок у практиці критеріального оцінювання рівня екологічної безпеки : монографія / О.М. Кондратенко, В.Ю. Колосков, Ю.Ф. Деркач, С.А. Коваленко. – Х.: Стиль-Издат (ФОП Бровін О.В.), 2020. – 522 с.

7. Підвищення рівня екологічної безпеки забудованих територій України, схильних до підтоплення : монографія / О. М. Серікова, О. О. Стрельнікова, В. Ю. Колосков – Х.: ФОП Бровін О.В., 2020. – 142 с.
8. Дослідження гідравлічних струменів при створенні систем управління екологічною безпекою об'єктів підвищеного ризику: монографія / С.О. Вамболь, О.М. Кондратенко, І.В. Міщенко, В.Ю. Колосков. – Х.: Стиль-Издат (ФОП Бровін О.В.), 2018. – 204 с.
9. Сучасні способи підвищення екологічної безпеки експлуатації енергетичних установок: Монографія / С.О. Вамболь, О.П. Строков, В.В. Вамболь, О.М. Кондратенко. – Х. : НУЦЗУ, 2015. – 212 с.
10. Зацерквяний М.М., Зацерквяний О.М., Столевич Т.Б. Процеси захисту навколишнього середовища : підручник. – Одеса: Фенікс, 2017. – 454 с.
11. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища: навч. посібн. – Одеса: ОДЕУ, 2018. – 228 с.
12. Мальований М.С., Боголюбов В.М., Шаніна Т.П., Шмандій В.М., Сафранов Т.А. Техноекологія: підручник / За ред. М.С.Мальованого. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2013. – 424 с.
13. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 1. Захист атмосфери : підручник / В.Г. Петрук, І.В. Васильківський, Р.В. Петрук, Г.В. Крусір, М.О. Клименко, Г.В. Сакалова. – Херсон.: Олді-плюс, 2019. – 432 с.
14. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод : підручник / В.Г. Петрук, І.В. Васильківський, Р.В. Петрук. – Херсон.: Олді-плюс, 2019. – 298 с.
15. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 3. Сталий менеджмент та ресурсна ефективність : підручник / В.Г. Петрук, І.В. Васильківський, Р.В. Петрук., Г.В. Крусір, М.О. Клименко, Г.В. Сакалова. – Херсон.: Олді-плюс, 2019. – 230 с.
16. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 4. Технології поводження з відходами харчових виробництв : підручник / В.Г. Петрук, І.В. Васильківський, Р.В. Петрук., Г.В. Крусір. – Херсон.: Олді-плюс, 2019. – 520 с.
17. Екологічна безпека: підручник / В. М. Шмандій, М. О. Клименко, Ю. С. Голік, А. М. Прищепа та ін. – Херсон : Олді-плюс, 2013. – 366 с.
18. На межі виживання: знищення довкілля під час збройного конфлікту на сході України / А. Б. Блага, І. В. Загороднюк, Т. Р. Короткий, О. А. Мартиненко, М. О. Медведева, В. В. Пархоменко; за заг. ред. А. П. Буценка / Українська Гельсінська спілка з прав людини. – К.: КИТ, 2017. – 88 с.
19. Звіт про порушення міжнародного гуманітарного права та права прав людини, воєнні злочини та злочини проти людяності вчинені в Україні (1 квітня – 25 червня 2022 року). – Організація з безпеки та співробітництва в Європі. Бюро з демократичних інститутів і прав людини, 2022. – 129 с.
20. Munitions and explosives of concern hazard assessment methodology. – United States Environmental Protection Agency, 2010. – 314 p.

21. Guilbaud M. The Environmental Impact of an Explosion. White Paper. – Geode, 2020. – 43 p.
22. Environmental Impact of Munition and Propellant Disposal. Final Report of Task Group AVT-115. – Research and Technology Organisation / North Atlantic Treaty Organisation, 2010. – 86 p.
23. Development and Use of the Index of Particulate Matter Filter Efficiency in Environmental Protection Technology for Diesel-Generator with Consumption of Biofuels / O. Kondratenko, V. Andronov, V. Koloskov, O. Stokov // 2021 IEEE KhPI Week on Advanced Technology: Conference Proceedings (13–17 September 2021, NTU «KhPI», Kharkiv). – Kharkiv: NTU «KhPI», 2021. – pp. 239–244. – DOI: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9570034.
24. Research of Technical and Economic Properties of Material of Porous Fuel Briquettes from the Solid Combustible Waste Impregnated with Liquid Combustible Waste / O. Kondratenko, V. Koloskov, S. Kovalenko, Y. Derkach // Materials Science Forum, 2021, № 1038, pp. 303–314. – DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.1038.303>.
25. Criteria based assessment of efficiency of conversion of reciprocating ICE of hybrid vehicle on consumption of biofuels / O. Kondratenko, V. Koloskov, S. Kovalenko, Y. Derkach, O. Stokov // 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology, KhPI Week 2020. 05–10 October 2020. – Conference Proceedings, 2020. Kharkiv, Ukraine. – Pp. 177–182. – DOI: 10.1109/KhPIWeek51551.2020.9250118.
26. Criteria based assessment of the level of ecological safety of exploitation of electric generating power plant that consumes biofuels / O. Kondratenko, I. Mishchenko, G. Chernobay, Yu. Derkach, Ya. Suchikova // 2018 IEEE 3rd International International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS–2018): Book of Papers. 10–14 September, 2018. Kharkiv, Ukraine. pp. 57-1–57-6. – DOI: 10.1109/IEPS.2018.8559570.
27. Substantiation of expedience of application of high-temperature utilization of used tires for liquefied methane production / S. Vambol, V. Vambol, O. Kondratenko, V. Koloskov, Y. Suchikova // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. 2018. Volume 87. Issue 2. pp. 77–84. – DOI: 10.5604/01.3001.0012.2830.
28. Assessment of improvement of ecological safety of power plants by arrangement of pollutants neutralization system / S. Vambol, V. Vambol, O. Kondratenko, Y. Suchikova, O. Hurenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. № 3/10 (87). pp. 63–73. – DOI: 10.15587/1729-4061.2017.102314.
29. Математична модель ефективності роботи фільтра твердих частинок дизеля / О.М. Кондратенко, О.П. Строков, С.О. Вамболь, А.М. Авраменко // Науковий вісник НГУ. 2015. № 6 (150). С. 55–61.
30. Development of the combined reservoir of mixture of technical combustible liquids as component of environment protection technology / O.M. Kondratenko, V.Yu. Koloskov, O.O. Tkachenko, Ye.V. Kapinos, M.V. Repetenko

// Technogenic and Ecological Safety. – Х.: НУЦЗУ, 2021. – № 10(2/2021). – С. 28–40. – DOI: 10.52363/2522-1892.2021.2.5.

31. Determination of reference values of complex fuel and ecological criterion as the separate independent factor of ecological safety / О.М. Kondratenko, V.A. Andronov, V.Yu. Koloskov, O.O. Tkachenko, Ye.V. Karinos // Двигуни внутрішнього згоряння. – Х.: НТУ «ХПІ», 2021. – № 1. – pp. 75–85. – DOI: 10.20998/0419-8719.2021.1.10.

#### *Додаткові*

1. Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» галузі знань 18 «Виробництво та технології» для другого (магістерського) рівня вищої освіти. Затв. Наказом МОН України № 378 від 04.03.2020 р. Офіційне видання. Київ, 2020, 15 с. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/183-technology-zachisty-seredovisa-M.pdf>.

2. Освітньо-професійна програма вищої освіти «Техногенно-екологічна безпека». Галузь знань 18 «Виробництво та технології». Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища». Другий (магістерський) рівень вищої освіти [Рукопис] / Уклад. В.Ю. Колосков, В.А. Андронов, О.М. Кондратенко, Є.О. Рибка, Р.В. Пономаренко, А. Джінаду, Д.В. Пащенко. – Х.: НУЦЗ України, 2023. – 25 с. URL: [https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya\\_diyalnosti/osvitni\\_programi/2023/183\\_TEB\\_mag23.pdf](https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya_diyalnosti/osvitni_programi/2023/183_TEB_mag23.pdf).

3. Душкін С.С. Підвищення ефективності роботи споруд водопостачання при підготовці питної води [Рукопис] : дис. ... канд. техн. наук, спец.: 05.23.04 – водопостачання, каналізація, будівельні системи охорони водних ресурсів. – Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. – 150 с.

4. Огляд результативності природоохоронної діяльності. Україна. Другий огляд. – ООН, Нью-Йорк і Женева, 2007. – 247 с.

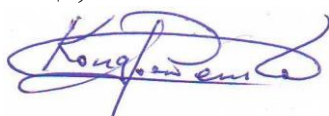
5. Мельник Л. Е. Екологічна економіка: підручник / Л. Е. Мельник. – Суми : Університетська книга, 2003. – 346 с.

6. Іванюта С. П. Екологічна та природно-техногенна безпека України: регіональний вимір загроз і ризиків : монографія / С. П. Іванюта, А. Б. Качинський. – Київ : НІСД, 2012. – 308 с.

7. Андронов В. А. Екологічна безпека: практикум / В. А. Андронов, О. В. Крайнюк. – Харків : НУЦЗУ, 2009. – 100 с.

#### **Розробник:**

професор кафедри  
прикладної механіки  
та технологій захисту  
навколишнього середовища,  
д.т.н., доцент



Олександр КОНДРАТЕНКО