



**Механічні та біологічні процеси утилізації рідких відходів**  
**Робоча програма освітнього компонента (Силабус)**

**Реквізити навчальної дисципліни**

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Рівень вищої освіти</b>                         | <b>бакалавр</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Галузь знань</b>                                | 10 Природничі науки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Спеціальність</b>                               | 101 Екологія                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Освітня програма</b>                            | Екологічна безпека                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Статус дисципліни</b>                           | Вибіркова                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Форма навчання</b>                              | очна(денна)/дистанційна/змішана                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Рік підготовки, семестр</b>                     | 4 курс/7 семестр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Обсяг дисципліни</b>                            | 4 кредити ЕКТС (120 годин)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>     | Залік                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Розклад занять</b>                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Мова викладання</b>                             | Українська                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b> | Лектор: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/shablji-tetyana-oleksandrivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/shablji-tetyana-oleksandrivna.html</a><br>Практичні: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/shablji-tetyana-oleksandrivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/shablji-tetyana-oleksandrivna.html</a><br>Лабораторні заняття: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vember-valeriya-volodimirivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vember-valeriya-volodimirivna.html</a> |
| <b>Розміщення курсу</b>                            | <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6859">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6859</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

**Програма освітнього компонента**

**1. Опис освітнього компонента, його мета, предмет вивчення та результати навчання**

Однією з головних екологічних проблем сьогодення є накопичення відходів різного походження. Розробка, так званих, «чистих технологій» не можлива без вирішення питання утилізації відходів, що утворюються внаслідок проходження тих чи інших технологічних процесів. Ключовим питанням будь-якої технології водоочищення є утилізація утворюваних рідких відходів. Тому в реаліях стрімкого погіршення екологічного стану в країні актуальним є створення маловідходних та безвідходних технологій і особливо користуються попитом спеціалісти в галузі водоочищення.

**Предмет освітнього компонента «Механічні та біологічні процеси утилізації рідких відходів»** – реалізація підходів (технологій та обладнання), що забезпечать максимально можливе видалення небажаних домішок з води механічними та біологічними методами, а також забезпечать надійну обробку, утилізацію та захоронення осадів, що утворюються під час очищення води даними методами.

Для успішного вирішення завдань захисту гідросфери та впровадження замкнутих систем водоспоживання екологи повинні вміти використовувати новітні підходи в області водопідготовки та водоочищення, створювати технології з повним циклом переробки рідких та твердих відходів.

**Мета освітнього компонента «Механічні та біологічні процеси утилізації рідких відходів»**

Метою вивчення даного освітнього компонента є формування у студентів комплексу знань в області сучасних механічних та біологічних методів очищення води, комплексу умінь та навичок, необхідних для створення сучасних технологій водопідготовки та водоочищення, для

професійного управління реалізованими технологічними процесами. Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- здатність вдосконалювати, проектувати, реалізовувати та експлуатувати технології та обладнання очищення та переробки вихідних газів, стічних вод та твердих відходів;
- здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

Згідно з вимогами програми освітнього компонента «Механічні та біологічні процеси утилізації рідких відходів», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень;
- уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних;
- розробляти технології, використовувати процеси та апарати, що забезпечують ефективне розділення, концентрування, вилучення, деструкцію шкідливих домішок у водних системах і газових середовищах, переробку та утилізацію відходів.

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

Вивчення освітнього компонента «Механічні та біологічні процеси утилізації рідких відходів» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом бакалаврату при вивченні освітніх компонентів природничого та інженерно-технічного спрямування: «Гідрологія», «Хімія з основами біогеохімії», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Органічна хімія», «Аналітична хімія», «Утилізація та рекуперація відходів», «Моніторинг довкілля», «Біологія».

Освітній компонент «Механічні та біологічні процеси утилізації рідких відходів» забезпечує виконання бакалаврського проєкту.

## **3. Зміст навчальної дисципліни «Механічні та біологічні процеси утилізації рідких відходів»**

### **Розділ 1. Механічні методи очищення води**

Тема 1. Водокористування та водовідведення в цифрах.

Тема 2. Проціджування. Відстоювання.

Тема 3. Усереднення. Продуктовловлювання. Фільтрування.

Тема 4. Гідроциклони та центрифуги. Комбіновані споруди.

### **Розділ 2. Біологічні методи очищення води**

Тема 1 Аеробні методи очищення.

Тема 2. Анаеробні методи очищення.

### **Розділ 3. Переробка осадів**

Тема 1. Утворення, склад та властивості осадів виробничих стічних вод.

Тема 2. Утилізація, складування та знищення осадів.

Навчальні матеріали та ресурси

### **Базова література**

1. Шаблій Т.О., Радовенчик В.М. Гомеля М. Д. Застосування нових реагентів і технологій в промисловому водоспоживанні.- К.: Інфодрук, 2014. – 302с.
2. Трус І.М., Галиш В.В., Скиба М.І., Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. Нові високоефективні методи очищення від розчинних та нерозчинних політантів: монографія. / – К.: Кондор-Видавництво, 2020. – 272 с.
3. Гомеля М.Д., Крисенко Т.В., Омельчук Ю.А. Методи та технології очищення стічних вод: Навч. посіб. / – Севастополь: Інститут ядерної енергії та промисловості, 2012. – 244 с.
4. Гомеля М. Д., Радовенчик В.М. Шаблій Т. О. Сучасні методи кондиціонування та очистки води у промисловості. -К.: Графіка, 2007. – 168 с.

5. Горова А.І., Лисицька С.М., Павличенко А.В., Скворцова Т.В. Біотехнології в екології: навч. посібник – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 184 с.

#### **Додаткова література**

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 2022. 514 с.
2. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища шк.. 2005 – 671 с.
3. Vember V, Shabliy O, Bassak A, Antonenko D. Use of superoxiddismutase activity indicator in ecological surface water monitoring system. Bulletin of National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» Series «Chemical Engineering, Ecology and Resource Saving». 2022. №1 (21).
4. Dolenko S. O. Analysis of the effect of concentration and magnetic field on bioactivity of humic acids from position of open non-equilibrium systems / S. O. Dolenko, H. M. Kravchenko, V. V. Vember, V. V. Taranov // Environmental Technology (United Kingdom), 2020, 41 (22), стр. 2970–2976.
5. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Радовенчик Я.В. Фізико-хімічні основи процесів очищення води: підручник. – К.: Кондор-Видавництво, 2019. – 256 с.

#### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - <https://mepr.gov.ua/>
2. Міністерство економіки та довкілля України <https://me.gov.ua/?lang=uk-UA>
3. Екологічний портал України – [www.ecologyua.com.ua](http://www.ecologyua.com.ua)
4. Інтерактивна мапа забрудненості річок в Україні – <https://texty.org.ua/water/>
5. Державне агентство водних ресурсів України – <https://www.davr.gov.ua/>
6. Київводоканал <https://vodokanal.kiev.ua/>
7. Бортницька станція аерації <https://www.vodokanal.kiev.ua/bortniczka-stancz%D1%96ya-aeracz%D1%96%D1%97>
8. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського – <http://www.nbuv.gov.ua/>
9. Електронний архів наукових та освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського – ELAKPI URL: <https://ela.kpi.ua>

## 5. Методика опанування освітнього компонента

### Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з освітнього компонента «Механічні та біологічні процеси утилізації рідких відходів», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та визначенні напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області сучасних методів та процесів кондиціонування води, прогнозування розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання)
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результаті і зразків ;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

| № лекції | Назва теми лекції та перелік основних питань<br>(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Годин |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1        | <b>Водокористування та водовідведення в цифрах</b><br>Водокористування та водовідведення в цифрах. Забруднення поверхневих вод. Утилізація рідких відходів.<br>Література: [1д], [2д].<br>Завдання на СРС. Моніторинг забруднення гідросфери. Перехід підприємств на оборотні і замкнуті системи водокористування.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2     |
| 2        | <b>Механічні методи очищення води. Проціджування. Відстоювання.</b><br>Механічні методи видалення грубодисперсних домішок з води. Проціджування. Решітки. Відстоювання. Пісковловлювачі. Горизонтальні піскоуловлювачі. Вертикальні піскоуловлювачі. Тангенціальні піскоуловлювачі. Аеровані піскоуловлювачі. Бункери та майданчики для зневоднення піску. Відстійники. Первинне освітлення води. Горизонтальні відстійники. Вертикальні відстійники. Радіальні відстійники. Інтенсифікація первинного освітлення стічних вод. Вторинне відстоювання<br>Література: [1]–[4].<br>Завдання на СРС. Класифікація домішок у воді. Отримання коагулянтів та флокулянтів. Отримання біоплівки та активного мулу. | 2     |
| 3        | <b>Механічні методи очищення води. Усереднення. Продуктовловлювання. Фільтрування.</b><br>Усереднення вод. Вловлювання спливаючих речовин. Фільтрування.<br>Література: [1]–[4].<br>Завдання на СРС. Об'єми забруднення гідросфери нафтопродуктами. Самоочищення водоєм від нафтопродуктів                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2     |
| 4        | <b>Механічні методи очищення води. Гідроциклони та центрифуги. Комбіновані споруди.</b><br>Гідроциклони. Центрифуги. Септики. Двоюрусні відстійники (емшери). Освітлювачі-перегнивачі.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2     |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|     | <p><i>Література: [1]–[4].</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Принцип роботи декантерів та трикантерів.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |
| 5-6 | <p><b>Біологічні методи очищення води. Аеробні методи очищення</b></p> <p><i>Загальні відомості про біологічні методи очищення води. Закономірності розпаду органічних речовин Аеробні методи очищення води. Екстенсивні методи біологічного очищення води. Інтенсивні методи біологічного очищення води. Активний мул та біоплівки. Очищення води за допомогою біоплівки. Застосування аеротенків в процесах біологічного очищення води. Застосування для аерації стічних вод кисню.</i></p> <p><i>Література: [5], [3д], [4д].</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Вплив важких металів та ксенобіотиків на активний мул. Регенерація активного мулу.</i></p>                        | 4         |
| 7   | <p><b>Біологічні методи очищення води. Анаеробні методи очищення. Специфічні біологічні методи очищення води</b></p> <p><i>Використання анаеробних процесів для очищення стічних вод і стабілізації осадів. Окремі культури мікроорганізмів в очищенні води. Порівняння фізико-хімічних та біологічних методів очищення стічних вод.</i></p> <p><i>Література: [5], [3д], [4д].</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Сфери застосування специфічних мікроорганізмів в процесах біологічного очищення води. Умови існування таких штамів мікроорганізмів.</i></p>                                                                                                                        | 2         |
| 8-9 | <p><b>Переробка осадів</b></p> <p><i>Утворення, склад та властивості осадів виробничих стічних вод. Згущення та кондиціювання осадів виробничих стічних вод. Процеси зневоднення осадів виробничих стічних вод. Утилізація, складування та знищення осадів виробничих стічних вод. Обробка осадів комунального господарства. Обробка осадів, що утворюються в процесі отримання питної води. Обробка осадів, що утворюються у процесі біохімічного очищення стічних вод</i></p> <p><i>Література: [1]–[4], [2д].</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Класифікація відходів за токсичністю. Умови утилізації, складування та знищення відходів в залежності від їх токсичності.</i></p> | 4         |
|     | <b>Всього</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>18</b> |

## 5. Семінарські заняття

У системі професійної підготовки студентів по даному освітньому компоненту практичні заняття займають 25 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра в галузі екології, а саме захисту водойм від антропогенного впливу. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання. Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників в області охорони довкілля.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти бакалаврам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних методів та технологій кондиціювання та очищення води;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою і схемами;

- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

| № з/п | Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)                                                                                                                                                                                                                                   | Годин |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | <u>Водокористування та водовідведення</u><br>Водокористування за видами економічної діяльності (секція Е, D, А, С).<br>Література: [1d].<br>Завдання на СРС. Об'єми водокористування за районами басейнів річок.                                                                                                                                                            | 2     |
| 2     | <u>Водокористування та водовідведення</u><br>Скид зворотних (стічних) вод за видами економічної діяльності (секція А, В, С, D, Е).<br>Література: [1d].<br>Завдання на СРС. Розподіл за якістю стічних вод, що скидаються у гідросферу.                                                                                                                                     | 2     |
| 3     | <u>Застосування механічних та біологічних методів в процесах очищення стічних вод</u><br>Металургійна промисловість. Коксохімічне виробництво.<br>Література: [1], [2], [3], [5], [1d], [2d].<br><br>Завдання на СРС. Особливості складу стічних вод чорної та кольорової металургії. Специфічні штами мікроорганізмів для очищення стічних вод коксохімічного виробництва. | 2     |
| 4     | <u>Застосування механічних та біологічних методів в процесах очищення стічних вод</u><br>Забруднення гідросфери судноплавання. Шляхи вирішення проблеми.<br>Література: [1], [2], [3], [5], [1d], [2d].<br>Завдання на СРС. Фактори та їх вплив на процеси самоочищення водойм від нафтопродуктів та біогенних елементів.                                                   | 2     |
| 5     | <u>Застосування механічних та біологічних методів в процесах очищення стічних вод</u><br>Видобуток корисних копалин.<br>Література: [1], [2], [3], [5], [1d], [2d].<br>Завдання на СРС. Особливості очищення води нафтовидобувної промисловості.                                                                                                                            | 2     |
| 6     | <u>Застосування механічних та біологічних методів в процесах очищення стічних вод</u><br>Харчова промисловість.<br>Література: [1], [2], [3], [5], [1d], [2d].<br>Завдання на СРС. Очищення стічних вод від жирів рослинного та тваринного походження.                                                                                                                      | 2     |
| 7     | <u>Застосування механічних та біологічних методів в процесах очищення стічних вод</u><br>Фармацевтичне виробництво.<br>Література: [1], [2], [3], [5], [1d], [2d].<br>Завдання на СРС. Бактеріальне забруднення води. Очищення стічних вод інфекційних відділень лікарень.                                                                                                  | 2     |
| 8     | Модульна контрольна робота                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2     |
| 9     | Залік                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2     |
|       | Всього                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 18    |

## 6. Лабораторні заняття

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 50 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра з екології. Метою лабораторно-практичних занять є розвиток у студентів експериментальних навичок, дослідницького підходу до вивчення предмету, закріплення теоретичного матеріалу.

| Назва лабораторної роботи                                                                                                                                                                       | Кількість аудиторних годин |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Вступ. Інструктаж з техніки безпеки, ознайомлення з програмою лабораторних робіт, видача методичної літератури<br>Вплив умов фільтрування на ефективність очищення води від нерозчинних домішок | 4                          |
| Ефективність застосування центрифуг в процесах очищення води в залежності від вхідних параметрів процесу                                                                                        | 4                          |
| Видалення плаваючих домішок з водних емульсій                                                                                                                                                   | 4                          |
| Асептика та методи стерилізації у біотехнологіях утилізації відходів. Правила роботи в мікробіологічній лабораторії.                                                                            | 4                          |
| Кількісний облік та методи розрахунку чисельності мікроорганізмів у процесах біологічного очищення.                                                                                             | 4                          |
| Методи мікроскопічного та морфологічного аналізу мікроорганізмів-деструкторів рідких відходів.                                                                                                  | 4                          |
| Критерії оцінки придатності стічних вод до біологічного очищення за показниками ХСК та БСК                                                                                                      | 4                          |
| Формування модельних систем із заданим рівнем забруднення для біотехнологічних досліджень                                                                                                       | 4                          |
| Дослідження інтерференції забруднень різного типу у процесах мікробної утилізації рідких відходів                                                                                               | 4                          |
| Всього                                                                                                                                                                                          | 36                         |

## 7. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 40 % часу вивчення освітнього компонента, включаючи і підготовку до МКР та до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися глибоко аналізувати сучасні підходи до розробки та впровадження новітніх технологій механічного та біологічного очищення води, виходячи із параметрів вихідної води та вимог до якості очищеної води. Він повинен вміти створювати найбільш ефективні методи очищення води.

| № з/п                                           | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання                                                                                                                                                                                                                                                                             | Кількість годин СРС |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Розділ 1. Механічні методи очищення води</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |
| 1                                               | Особливості та межі застосування різних типів піскоуловлювачів.<br>Література: [3], [1], [2d].<br>Основні методи отримання коагулянтів.<br>Література: [5d].<br>Типи флокулянтів та методи їх отримання.<br>Література: [5d].<br>Особливості та межі застосування різних типів матеріалів для завантаження механічних фільтрів. | 14                  |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                                                 | <p>Література: [3], [1], [2д].</p> <p>Сфери використання декантерів та трикантерів в технологіях водоочищення.</p> <p>Література: [2д].</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
| <b>Розділ 2 Біологічні методи очищення води</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
| 2                                               | <p>Біохімічні реакції, що відбуваються в умовах аеробного очищення води.</p> <p>Література: [5], [3д], [4д].</p> <p>Біохімічні реакції, що відбуваються в умовах анаеробного очищення води та осадів.</p> <p>Література: [5], [3д], [4д].</p> <p>Отруєння активного мулу.</p> <p>Література: [5], [3д], [4д].</p> <p>Необхідне співвідношення елементів у стічних водах для оптимального існування активного мулу.</p> <p>Література: [5], [3д], [4д].</p> <p>Порівняння за ефективністю екстенсивних методів очищення води.</p> <p>Література: [5], [3д], [4д].</p> <p>Прямоточна система очищення води (біоконвеєр).</p> <p>Література: [5].</p> <p>Волокнистий носій типу "ВІЯ".</p> <p>Література: [5].</p> | 14 |
| <b>Розділ 3 Переробка осадів</b>                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|                                                 | <p>Токсичність відходів. Поводження з осадами стічних вод, що містять важкі метали.</p> <p>Література: [2], [3].</p> <p>Еcofriendly технології переробки осадів, що утворюються на станціях водопідготовки та водоочищення, а також на локальних очисних спорудах.</p> <p>Література: [2], [3].</p> <p>Конструкції апаратів по зневодненню осадів.</p> <p>Технології та обладнання для консервування небезпечних відходів перед їх захороненням (цементування, бітумування, оскловування тощо)</p> <p>Література: [2], [3].</p>                                                                                                                                                                                 | 14 |
|                                                 | Підготовка до МКР                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2  |
|                                                 | Підготовка до заліку                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4  |
|                                                 | Всього годин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 48 |

### **Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту**

| Програмний результат                                                                                   | Лекційні заняття                                              | Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень | <u>Лекція 1.</u> Водокористування та водовідведення в цифрах. | <p><u>Семінарське заняття 1.</u> Водокористування та водовідведення.</p> <p>Водокористування за видами економічної діяльності;</p> <p><u>Семінарське заняття 2.</u> Водокористування та водовідведення. Скид зворотних (стічних) вод за видами економічної діяльності.</p> |

|                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних</p> | <p><u>Лекція 2. Механічні методи очищення води. Проціджування. Відстоювання;</u><br/> <u>Лекція 3. Механічні методи очищення води. Усереднення. Продуктовловлювання. Фільтрування;</u><br/> <u>Лекція 4. Механічні методи очищення води. Гідроциклони та центрифуги. Комбіновані споруди;</u><br/> <u>Лекція 5-6. Біологічні методи очищення води. Аеробні методи очищення;</u><br/> <u>Лекція 7. Біологічні методи очищення води. Анаеробні методи очищення. Специфічні біологічні методи очищення води;</u><br/> <u>Лекція 8-9. Переробка осадів.</u></p> | <p><u>Лабораторне заняття 1.</u><br/>Вплив умов фільтрування на ефективність очищення води від нерозчинних домішок;<br/> <u>Лабораторне заняття 2.</u><br/>Ефективність застосування центрифуг в процесах очищення води в залежності від вхідних параметрів процесу;<br/> <u>Лабораторне заняття 3.</u><br/>Видалення плаваючих домішок з водних емульсій;<br/> <u>Лабораторне заняття 4.</u><br/>Правила роботи в мікробіологічній лабораторії. Техніка та методи стерилізації. Вимоги до стерилізації та дезінфекції;<br/> <u>Лабораторне заняття 5.</u><br/>Будова мікроскопу. Види мікроскопії. Виготовлення препаратів мікроорганізмів. Живі препарати. Фіксовані препарати. Морфологія мікроорганізмів. Прості та складні методи фарбування;<br/> <u>Лабораторне заняття 6.</u><br/>Методи культивування мікроорганізмів;<br/> <u>Лабораторне заняття 7.</u><br/>Розповсюдження мікроорганізмів у природі. Шляхи потрапляння мікроорганізмів у водне середовище та способи їхнього обліку;<br/> <u>Лабораторне заняття 8.</u><br/>Санітарно-гігієнічний аналіз води. Колі-титр та колі-індекс;<br/> <u>Лабораторне заняття 9.</u><br/>Мікрофлора води. Аналіз присутності різних фізіологічних груп мікроорганізмів у воді. Вивчення водних мікроорганізмів-сапротрофів.</p> |
| <p>розробляти технології, використовувати процеси та апарати, що забезпечують ефективне</p>                        | <p><u>Лекція 2. Механічні методи очищення води. Проціджування. Відстоювання;</u></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p><u>Семінарське заняття 3.</u><br/>Застосування механічних та біологічних методів в процесах очищення стічних</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| розділення, концентрування, вилучення, деструкцію шкідливих домішок у водних системах і газових середовищах, переробку та утилізацію відходів | <p><u>Лекція 3. Механічні методи очищення води. Усереднення. Продуктовловлювання. Фільтрування;</u></p> <p><u>Лекція 4. Механічні методи очищення води. Гідроциклони та центрифуги. Комбіновані споруди;</u></p> <p><u>Лекція 5-6. Біологічні методи очищення води. Аеробні методи очищення;</u></p> <p><u>Лекція 7. Біологічні методи очищення води. Анаеробні методи очищення. Специфічні біологічні методи очищення води;</u></p> <p><u>Лекція 8-9. Переробка осадів.</u></p> | <p>вод. Металургійна промисловість. Коксохімічне виробництво;</p> <p><u>Семінарське заняття 4.</u><br/>Застосування механічних та біологічних методів в процесах очищення стічних вод. Забруднення гідросфери судноплавством. Шляхи вирішення проблеми;</p> <p><u>Семінарське заняття 5.</u><br/>Застосування механічних та біологічних методів в процесах очищення стічних вод. Видобуток корисних копалин;</p> <p><u>Семінарське заняття 6.</u><br/>Застосування механічних та біологічних методів в процесах очищення стічних вод. Харчова промисловість;</p> <p><u>Семінарське заняття 7.</u><br/>Застосування механічних та біологічних методів в процесах очищення стічних вод. Фармацевтичне виробництво.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **Політика та контроль**

### **8. Політика освітнього компонента**

#### **Правила відвідування занять та поведінки на заняттях**

Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

#### **Правила призначення заохочувальних та штрафних балів**

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
- <https://www.coursera.org/learn/new-paradigms-in-wastewater-management>
- <https://www.coursera.org/learn/faecalsludge>
- <https://www.udemy.com/course/water-treatment-system-design/>
- альтернативні пропозиції пошукачів після погодження з викладачем.

Але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали. Зарахування сертифікату з певного он-лайн профільного курсу одноразове.

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

#### **Політика дедлайнів та перескладань**

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

#### **Політика академічної доброчесності**

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського прописана у відповідному документі <https://osvita.kpi.ua/node/1225>.

Умови використання генеративного штучного інтелекту під час підготовки студентських робіт наведено у додатку А.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

#### **Політика академічної поведінки і етики**

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

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

### **9. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з освітнього компонента згідно з робочим навчальним планом:

| Семестр | Навчальний час |            | Розподіл навчальних годин |           |           |     | Контрольні заходи |     |                      |
|---------|----------------|------------|---------------------------|-----------|-----------|-----|-------------------|-----|----------------------|
|         | Кредити        | акад. год. | Лекції                    | Практичні | Лаб. роб. | СРС | МКР               | РГР | Семестровий контроль |
| 7       | 4              | 120        | 18                        | 18        | 36        | 48  | 1                 | —   | залік                |

**Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:**

- роботу на практичних заняттях
- роботу на лабораторних роботах,
- написання модульної контрольної роботи.

Семестровим контролем є залік.

#### **Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання**

##### Модульні контрольні роботи

Три контрольні роботи (МКР) поділяється на 3 роботи тривалістю по 30 хвилин)

Ваговий бал – 10 балів. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює:  
10 балів 3 роботи = 30 балів

Завдання контрольних робіт складається з тестових питань (50 од., 50 од., 20 од.) до відповідних розділів силабусу освітнього компонента.

Кожне питання контрольної роботи оцінюється в 0,2 бали, 0,2 бали, 0,5 балів. Відповідно.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

##### Виконання завдань на практичних заняттях.

Студент виконує дві аналітичні роботи. Ваговий бал за першу роботу – 12, за другу – 13.

$$12 + 13 = 25 \text{ бали}$$

#### **Критерії оцінювання контрольних робіт**

| Повнота та ознаки відповіді                                                      | Бали  |       |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| Повна відповідь                                                                  | 11-12 | 12-13 |
| У відповіді не наведено другорядні чи залежні від основних параметри (матеріали) | 9-10  | 9-11  |

|                                                                                         |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| У відповіді не наведено половину основних і кілька другорядних параметрів чи матеріалів | 8   | 8   |
| Відповідь поверхнева без аналізу параметрів, умов, матеріалів, фактів, неповні висновки | 7   | 7   |
| Практичне завдання не зараховане                                                        | 0-6 | 0-6 |

#### Виконання лабораторних робіт.

Ваговий бал за роботу складає 5 балів.

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

| <b>Повнота та ознаки виконання завдання</b>      | <b>Бали</b> |
|--------------------------------------------------|-------------|
| Завдання виконане в повній мірі                  | 5           |
| Незначні недоліки за пунктом 1                   | 4           |
| Несвоєчасне виконання завдання, недоліки за п. 1 | 3           |
| Невиконання завдання                             | 0-2         |

**Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування усіх лабораторних робіт.**

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = 3 \times 10 + 1 \times 12 + 1 \times 13 + 9 \times 5 = 100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 40 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів.

За результатами навчальної роботи за 18 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 90 балів. На другій атестації (16-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 40 балів.

Максимальна сума балів складає 100. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу (тест). При цьому бали, що були отримані студентом протягом семестру, скасовуються.

Кожне питання тесту (100 од.) оцінюється в 1 бал.

#### **Рейтингова шкала з дисципліни**

| <b>Бали</b>                                               | <b>Університетська шкала</b> |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------|
| 95...100 балів                                            | Відмінно                     |
| 85...94 балів                                             | Дуже добре                   |
| 75...84 балів                                             | Добре                        |
| 65...74 балів                                             | Задовільно                   |
| 60...64 балів                                             | Достатньо                    |
| R<60 балів                                                | Незадовільно                 |
| Якщо $r_c < 20$ балів або не здано всі лабораторні роботи | Недопущено                   |

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

Складено проф., д.т.н., Шаблій Т. О.

доц., к.б.н., Вембер В.В.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 24 від 24.06.2026 р.).

Погоджено методичною комісією ФАПІЕ (протокол № 11 від 26.06.2026 р.).

**Вимоги щодо коректного використання генеративного штучного інтелекту під час підготовки студентських робіт**

1. **Генеративний штучний інтелект є допоміжним інструментом, а не автором академічної роботи.** Відповідальність за достовірність, наукову коректність, логічність викладу та відповідність роботи вимогам академічної доброчесності повністю несе студент.
2. **Допускається використання ШІ для:**
  - пошуку напрямів дослідження та формування ідей;
  - пояснення теоретичних понять;
  - розроблення структури роботи;
  - мовного редагування, стилістичного вдосконалення та коректури тексту;
  - узагальнення інформації, що була попередньо перевірена за науковими джерелами;
  - генерації прикладів, схем, таблиць або програмного коду (за умови їх подальшої перевірки).
3. **Не допускається:**
  - подавати згенерований ШІ текст як результат власного самостійного наукового дослідження без його критичного опрацювання;
  - використовувати вигадані або неперевірені бібліографічні посилання;
  - посилатися на ШІ як на першоджерело наукових фактів;
  - використовувати результати роботи ШІ для фабрикації експериментальних даних, статистики, результатів опитувань або інших дослідницьких матеріалів.
4. **Усі відомості, отримані за допомогою ШІ, підлягають обов'язковій перевірці** за офіційними документами, нормативними актами, рецензованими науковими публікаціями або іншими авторитетними джерелами.
5. **Цитування та бібліографічні посилання** мають оформлюватися виключно на основі реально існуючих першоджерел. Генеративний ШІ не повинен використовуватися як джерело бібліографічної інформації без перевірки її достовірності.
6. **Студент повинен повідомити про використання генеративного ШІ, зазначивши:**
  - назву інструменту;
  - характер виконаних завдань (наприклад, мовне редагування, формування структури, генерація ідей);
  - обсяг його використання.
7. **Використання ШІ не звільняє студента від необхідності:**
  - самостійно аналізувати літературу;
  - інтерпретувати отримані результати;
  - формулювати власні висновки;
  - аргументувати наукові положення роботи.
8. **Остаточний текст роботи повинен бути результатом самостійної інтелектуальної діяльності студента,** а застосування генеративного ШІ має носити консультативний та допоміжний характер.

**Порушення зазначених вимог** може розглядатися як порушення принципів академічної доброчесності відповідно до законодавства України та внутрішніх нормативних документів закладу вищої освіти.