



**Характеристики якості води, основи водопідготовки**  
**Робоча програма освітнього компонента (Силабус)**

**Реквізити навчальної дисципліни**

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                         | <i>Перший (бакалаврський)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Галузь знань                                | <i>10 Природничі науки</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Спеціальність                               | <i>101 Екологія</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Освітня програма                            | <i>Екологічна безпека</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Статус дисципліни                           | <i>Вибіркова</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Форма навчання                              | <i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Рік підготовки, семестр                     | <i>3 курс/5 семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Обсяг дисципліни                            | <i>4 кредити ЕКТС (120 годин)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи     | <i>Залік</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Розклад занять                              | <i>4 години на тиждень (1 година лекційних та 3 години лабораторних занять)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Мова викладання                             | <i>Українська</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/tverdokhlib-mariya-mikolajivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/tverdokhlib-mariya-mikolajivna.html</a><br>Лабораторні заняття: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/tverdokhlib-mariya-mikolajivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/tverdokhlib-mariya-mikolajivna.html</a> |
| Розміщення курсу                            | <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5911">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5911</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

**Програма навчальної дисципліни**

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

Україна відноситься до маловодних країн світу. Проблема навіть не у кількості природних вод, а в їх нерівномірному розподілі і високому рівні забрудненості. Сприяє цьому наряду з іншими причинами і низький рівень технологій очищення води та неорганізованість водоспоживання. На сьогодні на Україні практично відсутні водойми, де якість води відповідає 1-й категорії. У багатьох випадках не відповідають якості питної води і артезіанські води. Часто населення споживає джерельну воду без належного контролю її якості. В існуючих лабораторіях контролю якості води не завжди є можливості всебічного аналізу стану тих чи інших вод. Тому підготовка фахівців, які на високому рівні володіють знаннями по оцінці якості води, технологіями водопідготовки є необхідною. Просто вибір обладнання, без глибокого розуміння хімізму та механізму водоочищення не дозволяє створювати надійні технології, що забезпечують високу ефективність очищення води.

**Предмет освітнього компонента «Характеристики якості води, основи водопідготовки»** є реалізація теоретичних основ водопідготовки і водокористування в процесах обробки води залежно від домішок, які містяться в ній, що забезпечать належну якість очищеної води.

У значній мірі вирішення даної проблеми буде визначатись рівнем підготовки фахівців, які працюють у галузі охорони навколишнього середовища, включаючи окремі підприємства, установи, організації.

Для успішного вирішення завдань захисту та збереження природних водних об'єктів такі фахівці мають бути добре обізнані із сучасними методами, технологіями водоочищення та водопідготовки.

Метою освітнього компонента є формування у здобувачів комплексу знань, пов'язаних з вирішенням питань очищення води від розчинених та нерозчинних в ній домішок, комплексу умінь та навиків, необхідних для проведення наукових досліджень в даному напрямку, для

створення сучасних та нових методів і технологій підготовки питної води та очищення стічних вод, для кваліфікованого управління технологічними процесами в області водопостачання промисловості та комунальних господарств.

Відповідно до мети підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає формування у здобувачів ВО наступних компетентностей:

- здатність вдосконалювати, проектувати, реалізовувати та експлуатувати технології та обладнання очищення та переробки вихідних газів, стічних вод та твердих відходів;
- здатність застосовувати сучасні методи та засоби контролю стану атмосферного повітря, природних вод, ґрунтів та біоти, визначати рівень забрудненості природних та промислових матеріалів радіоактивними елементами, володіти методиками оцінки впливу несприятливих факторів на живі організми, визначати адаптивні можливості людського організму в умовах середовища;
- здатність розрізняти технологічні процеси виробництв, визначати джерела і шляхи надходження у навколишнє природне середовище шкідливих компонентів, оцінювати їх вплив на стан здоров'я людини та якість довкілля.

Згідно з вимогами програми освітнього компонента **«Характеристики якості води, основи водопідготовки»**, здобувачі після його засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- 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;
- проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати.

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

Вивчення освітнього компонента **«Характеристики якості води, основи водопідготовки»** базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих здобувачами протягом бакалаврату при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування: «Гідрологія», «Хімія з основами біогеохімії», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Органічна хімія», «Аналітична хімія».

Освітній компонент **«Характеристики якості води, основи водопідготовки»** є фундаментальною основою для вивчення наступних дисциплін: «Технології очищення води», «Проектування систем очищення води» та забезпечує виконання бакалаврського проєкту.

## **3. Зміст освітнього компонента**

### **Розділ 1. Характеристика природних вод. Загальні вимоги до якості води.**

Тема 1 Характеристика складу вод природних джерел водопостачання.

Тема 2. Вимоги до якості води та їхня класифікація.

### **Розділ 2. Фізико-хімічні основи процесів водопідготовки.**

Тема 3. Методи та способи обробки води.

Тема 4. Реагентні (хімічні) методи пом'якшення води.

Тема 5. Коагуляція в процесах очищення води та водопідготовки.

Тема 6. Теоретичні основи іонобмінного знесолення та пом'якшення води.

Тема 7. Використання іонного обміну для видалення біогенних елементів із природних вод.

Тема 8. Мембранні методи очищення води.

Тема 9. Основи видалення з води сполук феруму та мангану.

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **Базова література**

1. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Радовенчик Я.В. Фізико-хімічні основи процесів очищення води: підручник. – К.: Кондор-Видавництво, 2019. – 256 с.
2. Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. Фізико-хімічні методи доочищення води. Підручник. – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 264 с.
3. Шаблій Т.О., Радовенчик В.М. Гомеля М. Д. Застосування нових реагентів і технологій в промисловому водоспоживанні.- К.: Інфодрук, 2014. – 302с.
4. Характеристики якості води, основи водопідготовки. Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 101 «Екологія», 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: М. Д. Гомеля, Т. О. Шаблій, Ю. В. Носачова., М.М.Твердохліб – Електронні текстові дані (1 файл: 1,02 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 69с.
5. 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.

##### **Додаткова література**

6. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Вид. офіц. Київ, 2010. [Чинний від 01.07.2010 із змінами, внесеними згідно з Наказами Міністерства охорони здоров'я від 18.02.2022 № 341 ]
7. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості [Чинний від 2015-02-01]. — Київ : Мінекономрозвитку України, 2014.
8. Директива (ЄС) 2020/2184 від 16 грудня 2020 року про якість води, призначеної для споживання людиною.
9. World Health Organization. (2026). Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first, second and third addenda. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240121225>
10. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : підручник. Київ : Вища школа, 2020. 671 с.
11. Гомеля, М. Д., Твердохліб, М. М., Возна, І. П. Механізм сорбційно-каталітичного очищення води від іонів марганцю / Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, 2020. – № (3), с. 58-65.
12. Гомеля, М. Д., Твердохліб, М. М., Мігранова, В. О. Застосування магнетиту для прискорення процесу окислення заліза. Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, 2020. – № 4, с. 57-65.

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

13. Інтерактивна мапа забрудненості річок в Україні – <https://texty.org.ua/water/>
14. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
15. Державне агентство водних ресурсів України – <https://www.davr.gov.ua/>
16. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського – <http://www.nbuv.gov.ua/>
17. Електронний архів освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського – <https://ela.kpi.ua/>

## 5. Методика опанування освітнього компонента

### Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з освітнього компонента **«Характеристики якості води, основи водопідготовки»**, 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 водопідготовки, 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.

| № з/п                                                                          | Назва теми лекції та перелік основних питань<br>(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Годин |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Розділ 1. Характеристика природних вод. Загальні вимоги до якості води.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |
| 1                                                                              | <p><b>Тема 1. Характеристика складу вод природних джерел водопостачання.</b></p> <p>Характеристики поверхневих, ґрунтових, підземних (артезіанських) вод. Характеристики води у приморських регіонах. Основи еколого-санітарно-гігієнічної оцінки якості води у поверхневих водоймах.</p> <p>Література: [1] с. 8-21; [2] с. 9-18; [3] с. 9-18; [9] с. 53-66</p> <p>Завдання на СРС: Характеристика ресурсів прісної води. Сучасні підходи до оцінки якості води.</p>                                                                                                                                                                                               | 2     |
| 2                                                                              | <p><b>Тема 2. Вимоги до якості води та їхня класифікація.</b></p> <p>Вимоги до якості води господарсько-питного призначення. Основні характеристики якості питної води, їх допустимі рівні. Вимоги до якості технічної та енергетичної води. Вимоги до якості вод у сільському господарстві.</p> <p>Література: [1] с. 22-37; [2] с. 18-24; [3] с. 20-24; [9] с. 81-102; с. 528-530.</p> <p>Завдання на СРС: Еколого-гігієнічна класифікація природних водойм. Розрахунок інтегрального показника якості води.</p>                                                                                                                                                  | 2     |
| <b>Розділ 2. Фізико-хімічні основи процесів водопідготовки.</b>                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |
| 3                                                                              | <p><b>Тема 3. Методи та способи обробки води.</b></p> <p>Оцінка фазово-дисперсного стану забруднень у воді. Вибір методу очищення води від складу забруднень. Методи по вилученню механічних та колоїдних домішок. Вилучення з води домішок молекулярного ступеню дисперсності. Коригування вмісту іонів у воді. Знезараження води.</p> <p>Література: [1] с. 20-21; с. 38-43; [3] с. 18-20; [9] с. 107-122; с. 381-392.</p> <p>Завдання на СРС: Основні підходи щодо вибору найефективнішого методу очистки природних вод. Використання комбінації методів очистки. Сучасні методи і матеріали, що використовуються в процесах водопідготовки та водоочищення.</p> | 2     |
| 4                                                                              | <p><b>Тема 4. Реагентні (хімічні) методи пом'якшення води.</b></p> <p>Застосування реагентів для корегування жорсткості води. Реагентні методи</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2     |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|   | <p>пом'якшення води. Комбіновані методи реагентного пом'якшення води. Технології утилізації та переробки осадів в технології пом'якшення води.</p> <p>Література: [3] с. 86-151; [8] с. 8-34; [9] с. 462-472.</p> <p>Завдання на СРС: Пом'якшення води для виробничих потреб. Використання комплексних реагентів.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |
| 5 | <p><b>Тема 5. Коагуляція в процесах очищення води та водопідготовки.</b></p> <p>Коагулювання та флокуляція в процесах освітлення та знебарвлення води. Регулювання основних параметрів процесу коагулювання та флокуляції. Вплив реагентів на ефективність освітлення та знебарвлення води при її відстоюванні, флотації або фільтруванні.</p> <p>Література: [1] с. 39-113; [2] с. 42-48; [3] с. 7-85; [9] с. 190-242.</p> <p>Завдання на СРС: Теорія стійкості іонстабілізованих колоїдних систем. Умови коагуляції ліофобних колоїдних систем. Кінетика коагулювання гідрофобних золів.</p> | 2         |
| 6 | <p><b>Тема 6. Теоретичні основи іонообмінного знесолення та пом'якшення води.</b></p> <p>Застосування іонообмінного пом'якшення та знесолення води в підготовці питної, технічної та енергетичної води. Методи регенерації іонообмінних фільтрів. Переробка регенераційних розчинів.</p> <p>Література: [1] с. 165-193; [2] с. 130-136; [3] с. 174-196; [8] с. 60-70; [9] с. 394-419.</p> <p>Завдання на СРС: Селективність іонітів. Використання фільтрів змішаної дії для знесолення води.</p>                                                                                               | 2         |
| 7 | <p><b>Тема 7. Використання іонного обміну для видалення біогенних елементів із природних вод.</b></p> <p>Очищення ґрунтових та поверхневих вод від нітратів і фосфатів іонообмінним методом. Регенерація аніонітів з отриманням основ для рідких добрив.</p> <p>Література: [1] с. 241-244; [3] с. 196-209.</p> <p>Завдання на СРС: Біохімічне очищення води від нітратів та фосфатів. Використання біосорбентів для очищення води.</p>                                                                                                                                                        | 2         |
| 8 | <p><b>Тема 8. Мембранні методи очищення води</b></p> <p>Використання мембранних методів демінералізації в процесах доочищення водопровідної води, очищенні артезіанських та поверхневих вод при очищенні питної води. Застосування баромембранних методів при отриманні технічної та енергетичної води. Утилізація концентратів.</p> <p>Література: [1] с. 195-221; [2] с. 181-199; [3] с. 218-244; [8] с. 83-146; [9] с. 242-460.</p> <p>Завдання на СРС: Стабілізаційна обробка води в мембранних процесах очищення. Застосування антискалантів в баромембранних процесах очищення води.</p> | 2         |
| 9 | <p><b>Тема 9. Основи видалення з води сполук феруму та мангану.</b></p> <p>Знезалізнення та деманганація при підготовці питної води. Застосування спрощеної аерації, іонного обміну каталітичного окислення та комбінованих методів.</p> <p>Література: [1] с. 238-239; [9] с. 477-480; [10] с. 58-65.; [11] с. 57-65.</p> <p>Завдання на СРС: Особливості складу сполук феруму та мангану у природних водах. Застосування природних матеріалів для знезалізнення та деманганації води.</p>                                                                                                    | 2         |
|   | <b>Всього</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>18</b> |

### Лабораторні заняття

У системі професійної підготовки здобувачів ВО лабораторні заняття займають 75 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації фахівця еколога. Метою лабораторно-практичних занять є

розвиток у здобувачів експериментальних навичок, дослідницького підходу до вивчення предмету, закріплення теоретичного матеріалу.

| № з/п | Назва лабораторної роботи                                                         | Годин     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1     | Вступ. Інструктаж з техніки безпеки, ознайомлення з програмою лабораторних робіт. | 2         |
| 2     | Визначення іонів феруму та мангану у воді.                                        | 6         |
| 3     | Визначення мінералізації води масометричним та кондуктометричним методами.        | 8         |
| 4     | Визначення нітратів у воді.                                                       | 6         |
| 5     | Знезалізнення води методом аерації.                                               | 8         |
| 6     | Застосування каталізаторів на основі магнетиту для знезалізнення води.            | 8         |
| 7     | Вилучення нітратів з води іонообмінним методом.                                   | 6         |
| 8     | Регенерація аніоніту АВ-17-8 в $\text{NO}_3^-$ - формі лугом.                     | 6         |
| 9     | Модульна контрольна робота.                                                       | 2         |
|       | <b>Всього</b>                                                                     | <b>54</b> |

## 6. Самостійна робота

Самостійна робота займає 40% часу вивчення освітнього компонента, включаючи і підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи здобувачів – це опанування 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 водопідготовки, виходячи із характеристик води і 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. Характеристика природних вод. Загальні вимоги до якості води.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |
| 1                                                                              | <p>Водні ресурси України. Динаміка використання водних ресурсів в Україні. Споживання води комунальним господарством, промисловістю та сільським господарством. Характеристика ресурсів прісної води. Сучасні підходи до оцінки якості води.</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 8-37; [2] с. 9-31; [5] с. 1-41; [8] с.49-55; [9] с. 42-71.</p> <p>Еколого-гігієнічна класифікація природних водойм. Розчинні і нерозчинні домішки у воді. Розрахунок інтегрального показника якості води. Вимоги до якості води різного призначення.</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 85-113; [3] с. 70-97.</p> | 16                  |
| <b>Розділ 2. Фізико-хімічні основи процесів водопідготовки.</b>                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |
| 2                                                                              | <p>Основні підходи щодо вибору найефективнішого методу очистки природних вод. Використання комбінації методів очистки. Сучасні методи і матеріали, що використовуються в процесах водопідготовки та водоочищення.</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 20-21; с. 38-43; [3] с. 18-20; [9] с. 107-122; с. 381-392.</p> <p>Пом'якшення води для виробничих потреб. Використання комплексних реагентів. Переробка відходів реагентного пом'якшення води. Сучасні підходи до створення умов для глибокого пом'якшення води. Коригування лужності при глибокому пом'якшенні води.</p>                  | 24                  |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|   | <p><b>Література:</b> [2] с. 25-250; [3] с. 86-151; [8] с. 8-34; [9] с. 462-472.</p> <p>Теорія стійкості іонстабілізованих колоїдних систем. Умови коагуляції ліофобних колоїдних систем. Кінетика коагулювання гідрофобних золів. Основні види реагентів для освітлення води. Переваги та недоліки солей металів при очищенні води. Органічні коагулянти.</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 38-84; [2] с. 32-48; с. 58-69; [5] с. 132-156; [9] с. 213-234.</p> <p>Селективність іонітів. Синтетичні іоніти, основні способи отримання. Використання фільтрів змішаної дії для знесолення води. Синтетичні іоніти, основні способи отримання. Витрати реагентів на регенерацію іонітів в залежності від типу іонів та іоніту.</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 165-193; [2] с. 130-159; [3] с. 174-196; [8] с. 60-70; [9] с. 397-413.</p> <p>Стабілізаційна обробка води в мембранних процесах очищення. Застосування антискалантів в баромембранних процесах очищення води. Використання установок зворотного осмосу для домашніх та промислових цілей.</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 195-221; [2] с. 181-209; [3] с. 218-244; [8] с. 83-146.; [9] с. 486-488.</p> <p>Особливості складу сполук феруму та мангану у природних водах. Застосування природних матеріалів для знезалізнення та деманганзації води. Необхідні умови для процесу окиснення сполук феруму та мангану у водному середовищі.</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 238-239; [9] с. 477-480; [10] с. 58-65.; [11] с. 57-65.</p> |           |
| 3 | <b>Підготовка до МКР</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>4</b>  |
| 4 | <b>Підготовка до заліку</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>4</b>  |
|   | <b>Всього</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>48</b> |

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

| Назва ПРН                                                                                                                                                                                                   | Лекційні заняття                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.                                                                                                | <p><u>Лекція 1.</u> Характеристика складу вод природних джерел водопостачання.</p> <p><u>Лекція 2.</u> Вимоги до якості води та їхня класифікація.</p> <p><u>Лекція 3.</u> Методи та способи обробки води.</p>                                                                                       | <p><u>Лабораторне заняття 2.</u> Визначення іонів феруму та мангану у воді.</p> <p><u>Лабораторне заняття 3.</u> Визначення мінералізації води масометричним та кондуктометричним методами.</p> <p><u>Лабораторне заняття 4.</u> Визначення нітратів у воді.</p> |
| Розробляти технології, використовувати процеси та апарати, що забезпечують ефективно розділення, концентрування, вилучення, деструкцію шкідливих домішок у водних системах і газових середовищах, переробку | <p><u>Лекція 4.</u> Реагентні (хімічні) методи пом'якшення води.</p> <p><u>Лекція 5.</u> Коагуляція в процесах очищення води та водопідготовки.</p> <p><u>Лекція 7.</u> Використання іонного обміну для видалення біогенних елементів із природних вод.</p> <p><u>Лекція 8.</u> Мембранні методи</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                               |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| та утилізацію відходів;                                                                                                                                                       | очищення води.<br><u>Лекція 9. Основи видалення з води сполук феруму та маргану.</u> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати |                                                                                      | <u>Лабораторне заняття 5.</u><br>Знезалізнення води методом аерації.<br><u>Лабораторне заняття 6.</u><br>Застосування каталізаторів на основі магнетиту для знезалізнення води.<br><u>Лабораторне заняття 7.</u><br>Вилучення нітратів з води іонообмінним методом<br><u>Лабораторне заняття 8.</u><br>Регенерація аніоніту АВ-17-8 в $\text{NO}^{3-}$ - формі лугом. |

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (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/water-treatment>
- <https://www.shortcoursesportal.com/studies/56436/introduction-to-drinking-water-treatment.html>
- [https://www.shortcoursesportal.com/studies/113424/drinking-water-treatment.html?ref=search\\_card](https://www.shortcoursesportal.com/studies/113424/drinking-water-treatment.html?ref=search_card)
- <https://www.watura.fr/online-training-catalogue/drinking-water/treatment-steps-for-drinking-water-production/?lang=en>
- <https://tinyurl.com/2j6n2dd6>

Але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали.

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

#### Політика дедлайнів та перескладань

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

#### Політика академічної доброчесності

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

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

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

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

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

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

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

| Семестр | Навчальний час |            | Розподіл навчальних годин |           |           |     | Контрольні заходи |     |                      |
|---------|----------------|------------|---------------------------|-----------|-----------|-----|-------------------|-----|----------------------|
|         | Кредити        | акад. год. | Лекції                    | Практичні | Лаб. роб. | СРС | МКР               | ДКР | Семестровий контроль |
| 5       | 4              | 120        | 18                        | -         | 54        | 48  | 1                 | -   | Залік                |

Рейтинг здобувача з освітнього компонента складається з балів, що він отримує за:

- роботу на заняттях та захист лабораторних робіт;
- написання модульної контрольної роботи.

Семестровим контролем є залік.

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

#### **Виконання лабораторних робіт.**

Ваговий бал за 1 лабораторну роботу складає 10 балів. Всього передбачено 7 лабораторних робіт.

Критерії оцінювання виконання лабораторної роботи

| Повнота та ознаки виконання завдання                                                                                                                                                                                                                                                              | Бали |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Роботу виконано у повному обсязі без помилок, правильно оформлений протокол з відповідними висновками, роботу до захисту подано своєчасно, студент показує глибокі знання з питань роботи, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання під час захисту.                                | 10   |
| Роботу виконано у повному обсязі з незначними помилками або неточностями, в цілому правильно оформлений протокол з відповідними висновками, роботу до захисту подано своєчасно, під час захисту роботи студент показує знання з питань роботи, майже впевнено відповідає на поставлені запитання; | 9    |
| Роботу виконано у повному обсязі з незначними помилками або неточностями з нечітко сформульованими висновками, роботу до захисту подано своєчасно, під час захисту студент виявляє невпевненість, показує слабкі знання з питань роботи, не завжди дає вичерпні відповіді на запитання.           | 8-7  |
| Роботу виконано не в повному обсязі, у роботі немає висновків, роботу до захисту подано несвоечасно під час захисту студент не може відповісти на жодне поставлене запитання з теми роботи.                                                                                                       | 6    |
| Роботу не виконано.                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0    |

#### **Модульні контрольні роботи**

МКР поділена на дві частини, що оцінюються рівномірно. Кожна МКР містить по три питання. Ваговий бал – 15 балів. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює:

15 балів x2 роботи = 30 балів

### Критерії оцінювання контрольних робіт

| Повнота та ознаки відповіді                                                             | Бали  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), наведені приклади                  | 15    |
| Неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями         | 12-14 |
| Неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки              | 10-11 |
| Відповідь поверхнева без аналізу параметрів, умов, матеріалів, фактів, неповні висновки | 9     |
| Контрольна робота не зарахована                                                         | 0     |

Таким чином рейтингова семестрова шкала з освітнього компонента складає:

$$R_c = 10 \cdot 7 + 15 \cdot 2 = 100 \text{ балів}$$

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. На першій атестації студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів. На другій атестації студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 40 балів.

Максимальна сума балів з освітнього компоненту складає 100. Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та набрали 60 і більше балів, отримують відповідну рейтингову оцінку без потреби проходження заходу семестрового контролю. Необхідною умовою допуску до заліку є відсутність заборгованостей з лабораторних робіт та зарахування двох МКР, а також рейтинг, що складає не менше 40% від рейтингової шкали (R), тобто 40 балів.

Здобувачі, які виконали умови допуску до заліку, але набрали менше 60 балів, а також ті, хто бажають підвищити свою рейтингову оцінку, виконують залікову контрольну роботу, яка оцінюється у 100 балів. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються. Здобувач, який складав залік для підвищення своєї рейтингової оцінки і за його результатами отримав меншу кількість балів за кількість балів, отриманих за результатами заходів поточного контролю, отримує рейтингову оцінку за результатами заліку.

Завдання залікової роботи містять запитання, які відносяться до різних розділів кредитного модуля. Перелік залікових запитань наведено у Розділі 9.

Для отримання залікової оцінки, сума всіх отриманих протягом семестру рейтингових балів R переводиться згідно з таблицею:

| Кількість балів           | Оцінка       |
|---------------------------|--------------|
| 95...100                  | відмінно     |
| 85...94                   | дуже добре   |
| 75...84                   | добре        |
| 65...74                   | задовільно   |
| 60...64                   | достатньо    |
| RD < 60                   | незадовільно |
| Не виконані умови допуску | не допущено  |

### 9. Додаткова інформація з освітнього компонента

#### Приблизний перелік питань, що виносяться на семестровий контроль

1. Охарактеризуйте екологічний стан поверхневих джерел водопостачання.
2. Наведіть фізичні та хімічні показники якості води.
3. Охарактеризуйте органолептичні та бактеріологічні показники якості води.
4. Наведіть еколого-гігієнічні вимоги до якості питної води з поверхневих та підземних джерел водопостачання.
5. Які стандарти якості води ви знаєте? Якими документами вони визначаються?
6. Наведіть вимоги до якості господарсько-питного призначення, технічної та енергетичної води.
7. Наведіть класифікацію забруднень по фазово-дисперсному складу.
8. Які методи коригування хімічного складу води та органолептичних властивостей ви знаєте?

9. Від чого залежить вибір методу очищення води?
10. Охарактеризуйте методи очищення води, що використовуються для вилучення механічних та колоїдних домішок.
11. Наведіть методи, що застосовують для вилучення з води домішок у молекулярному стані.
12. Для чого використовують методи корегування вмісту іонів у воді?
13. Наведіть основні методи знезараження води та умови їх застосування?
14. У чому суть методу реагентного пом'якшення води? Для чого його використовують?
15. Які реагенти використовують для пом'якшення води? Наведіть приклади.
16. Запропонуйте технології утилізації та переробки осадів, що утворюються в процесі реагентного пом'якшення води.
17. Які методи використовують для освітлення та знебарвлення води?
18. У чому суть способу очищення води методом коагуляції та флокуляції?
19. Охарактеризуйте коагулянти, які використовують для очищення природних вод.
20. Наведіть флокулянти, що використовують в технологіях водо підготовки.
21. У чому суть іонообмінного пом'якшення та знесолення води? Де його застосовують?
22. Охарактеризуйте іонообмінні матеріали, що використовуються для пом'якшення води.
23. Представте форми іонітів і способи їх регенерації.
24. У чому суть іонообмінного очищення ґрунтових та поверхневих вод від нітратів і фосфатів?
25. Які типи іонообмінних матеріалів використовують для вилучення нітрат- та фосфат-аніонів?
26. Наведіть способи регенерації аніонітів після вилучення нітратів та фосфатів з отриманням цінних компонентів.
27. Охарактеризуйте мембранні методи демінералізації води.
28. Наведіть класифікацію мембран.
29. Порівняйте баромембранні процеси, що використовують у водопідготовці. Від чого залежить вибір того чи іншого методу.
30. Запропонуйте способи утилізації концентратів, що утворюються при мембранному очищенні води.
31. Наведіть методи, що використовуються для знезалізнення та деманганації води.
32. Які матеріали природного та синтетичного походження використовують в процесах вилучення сполук феруму та мангану з води.
33. У чому суть модифікації фільтрувальних завантажень для окиснення сполук феруму та мангану? Наведіть приклади таких завантажень.

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

**Складено** доцентом, к.т.н., Твердохліб М.М.

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

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