



### Технології очищення води

#### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

##### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	<i>10 Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>101 Екологія</i>
Освітня програма	<i>Екологія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 (120)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>4 години на тиждень (1 година лекційних, 2 година практичних та 2 години лабораторних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/glushko-olena-volodimirivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/glushko-olena-volodimirivna.html</a> Практичні /Семінарські: <a href="https://ecopaper.kpi.ua/prokafedru/vykladachi/glushko-olena-volodimirivna.html">https://ecopaper.kpi.ua/prokafedru/vykladachi/glushko-olena-volodimirivna.html</a> Лабораторні: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/prokafedru/vykladachi/ivanenko-olenaivanivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/prokafedru/vykladachi/ivanenko-olenaivanivna.html</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=2654">https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=2654</a></i>

##### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис кредитного модуля, його мета, предмет вивчення та результати навчання

##### 1.1. Мета кредитного модуля.

Метою вивчення даного кредитного модуля формування у студентів комплексу знань в області сучасних технологій водопідготовки та водоочищення, комплексу умінь та навиків, необхідних для обґрунтованого вибору та проектування технологій водоочищення в залежності від вихідного складу води, а також розробки ресурсоефективних технологій промислового водокористування

Водні ресурси є стратегічними для кожної держави, оскільки забезпечують усі сфери життя і господарської діяльності людини, визначають розвиток промисловості та сільського господарства, розміщення населених пунктів, організації відпочинку та оздоровлення людей. Існуючі підходи до водокористування та водоспоживання спричиняють значне антропогенне навантаження на природні водойми. Тому на сьогоднішній день Україна характеризується практичною відсутністю водойм, води яких належать до першої категорії якості. Значна частина населення не забезпечується якісною питною водою і надалі ця проблема буде загострюватись, оскільки в світі відбуваються значні кліматичні зміни, що викликані глобальною антропогенною діяльністю. Значною проблемою є застарілі технології

водопідготовки, що були спроектовані у минулому столітті і відповідно до зовсім іншої якості та кількості джерел водопостачання. Ситуація щороку ускладнюється відсталою стратегією водоспоживання, особливо у промисловості, яка в Україні займає перше місце за об'ємами скиду стічних вод.

Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає формування наступних компетентностей:

- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- Здатність розрізняти технологічні процеси виробництва, визначати джерела і шляхи надходження у навколишнє природне середовище шкідливих компонентів, оцінювати їх вплив на стан здоров'я людини та якість довкілля.;
- Здатність вдосконалювати, проектувати, реалізовувати та експлуатувати технології та обладнання очищення та переробки вихідних газів, стічних вод та твердих відходів

#### 1.2. Основні завдання кредитного модуля.

- Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування;
- Проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати;
- 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;
- Застосовувати методології та технології проектування, реалізації та впровадження природоохоронних технологій та обладнання, здійснювати проектно-конструкторську діяльність.

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

Вивчення дисципліни «**Технології очищення води**» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом трьох років бакалавріату при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування. Дисципліна «**Технології очищення води**» є фундаментальною основою, що має забезпечити розв'язання комплексних проблем в області захисту гідросфери, раціонального використання водних ресурсів та спрямована на глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики. Дисципліна «**Технології очищення води**» забезпечує виконання Курсового проєкту з технологій та проектування галузевих виробництв та бакалаврського проєкту.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Розділ 1. Технології підготовки води**

Тема 1. Технологія підготовки води з поверхневих джерел. Класична схема водопідготовки

Тема 2. Технології знезараження води з використанням реагентних та безреагентних методів

Тема 3. Спеціальні методи обробки води. Технології знезалізнення та деманганування води

Тема 4. Технології пом'якшення води

Тема 5. Промислове водопостачання. Технології знесолення та опріснення води

## **Розділ 2. Технології очищення стічних вод**

Тема 6. Організація водопостачання на промислових об'єктах. Принципи створення оборотних та замкнених систем водокористування

Тема 7. Класична технологія переробки комунально-побутових стічних вод

Тема 8. Технологічні прийоми та схеми вилучення важких металів, хроматів, фтори дів та ціанідів із стічних вод

Тема 9. Основні технології та методи переробки стічних вод, що містять нафтопродукти, феноли, формальдегід

Тема 10. Технології знешкодження шахтних вод. Утворення та переробка рідких радіоактивних відходів на атомних електростанціях

### **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. Іваненко О.І., Носачова Ю.В. Техноекологія: Підручник.- Київ: Видавничий дім «Кондор», 2017.-294 с.
3. Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. Фізико-хімічні методи доочищення води. Підручник. – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 264 с.

#### **Допоміжна література**

4. 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.
5. Гомеля М.Д., Радовенчик В.М., Шаблій Т.О. Основи проектування очисних споруд: Навч. посіб. – К.: ТОВ „Інфодрук”, 2013. – 175 с.
6. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води. Практикум. Частина 1. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Н.М. Толстопалова, М.І. Літинська, Т.І. Обушенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського – Електронні текстові дані (1 файл: 4,00 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 101 с.
7. Орлов В.О. Водопостачання промислових підприємств: навч. посіб. /В.О. Орлов, Л.Л. Литвиненко, А.М. Орлова. - К.: Знання, 2014.-278 с.
8. А.К. Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін, М.Т. Брик, П.І. Гвоздик, Т.В. Князькові. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. – К.: Лібра. 2000 – 551 с.

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

1. Професійна Асоціація Екологів України (ПАЕУ) - <https://rae.com.ua/>
2. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - <https://mepr.gov.ua/>
3. Бібліотека ім. В.І. Вернадського – [www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua)
4. Екологічний портал України – [www.ecologya.com.ua](http://www.ecologya.com.ua)

**5. Методика опанування кредитного модуля**

**Лекційні заняття**

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Технології очищення води», 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 надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки і техніки в області проектування очисних споруд, ефективних технологій очищення стічних вод, водопідготовки, проектування водооборотних та замкнених систем водокористування;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- викладання чіткою і ясною мовою, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даної аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<p><b>Технологія підготовки питної води</b>                      Класифікація домішок за дисперсним станом. Класична схема підготовки питної води                      Література: [1] с. 20-21, [5] с. 21-23, [6] с. 18-31,                      Завдання на СРС. Водні ресурси України. Основні показники якості питної води</p>	2
2	<p><b>Технології знезараження води з використанням реагентних та безреагентних методів.</b>                      Основні дезінфектанти, що використовуються в технологіях підготовки питної води. Технологічні прийоми їх застосування. Сучасні підходи до знезараження води в процесі підготовки питної води з поверхневих джерел водопостачання.                      Література: [1] с. 224-226, 227-229                      Завдання на СРС. Основні джерела бактерицидного забруднення поверхневих та підземних вод.</p>	2
3	<p><b>Технології знезалізнення та деманганування води</b>                      Знезалізнення підземних, поверхневих вод. Видалення марганцю та нітратів з води.                      Література: [1] с. 238-244                      Завдання на СРС. Форми знаходження заліза в поверхневих та підземних водоймах. Шкідливий вплив нітратів на організм людини</p>	2
4	<p><b>Технології реагентного пом'якшення води. Організація реагентного господарства на станціях водопідготовки</b>                      Реагентне пом'якшення води. Вапняне, содове, лужне та фосфатне пом'якшення води. Комбіновані методи пом'якшення води. Ефективність методів. Технологічна схема станції реагентного</p>	2

	<p>пом'якшення води. Основні стадії процесу. Застосування коагулянтів та флокулянтів в реагентному пом'якшенні води. Освітлення пом'якшення води.</p> <p>Основні споруди реагентного господарства. Правила зберігання реагентів та компоновки споруд реагентного господарства</p> <p>Література: [1] с. 239-241</p> <p>Завдання на СРС. Термохімічні методи пом'якшення води. Визначення доз реагентів</p>	
5	<p><b>Демінералізація питної води. Технологія іонообмінного знесолення води. Мембранні методи опріснення води</b></p> <p>Іонообмінне пом'якшення води. Технологічна схема іонообмінного знесолення води. Основні принципи організації лінії іонообмінного знесолення води. Основні стадії процесу, їх послідовність. Мембранні технології опріснення води</p> <p>Література: [1] с. 241-244.</p> <p>Завдання на СРС. Конструкції катіонітових фільтрів та захист їх апаратури і комунікацій від корозії. Вирішення проблеми утилізації регенераційних розчинів.</p>	2
6	<p><b>Технології знешкодження стічних вод</b></p> <p>Методи та принципи каналізування стічних вод. Технологічна схема очищення комунально-побутових стічних вод. Знешкодження гальваностоків. Технологічні схеми вилучення важких металів.</p> <p>Література: [1] с. 244-247</p> <p>Завдання на СРС. Умови скидання стічних вод у водойми</p>	2
7	<p><b>Технології знешкодження стічних вод</b></p> <p>Вилучення з стічних вод хроматів, фторидів, цианідів. Технологічні схеми.</p> <p>Література: [7] с. 209-219.</p> <p>Завдання на СРС. Утилізація та усунення осаду виробничих стічних вод</p>	2
8	<p><b>Технології знешкодження стічних вод, що містять нафтопродукти та розчинну органіку</b></p> <p>Адсорбційні та мембранні методи в технологіях вилучення органічних речовин. Вилучення фенолів та формальдегідів</p> <p>Література: [2] с. 132-137</p> <p>Завдання на СРС. Методи регенерації адсорбентів після очищення стічних вод.</p>	2
9	<p><b>Технології знешкодження шахтних вод</b></p> <p>Знешкодження шахтних вод видобутку вугілля, заліза, урана.</p> <p>Література: [1] с. 247-249, [2] с. 46-49,</p> <p>Завдання на СРС. Утворення та переробка рідких радіоактивних відходів на АЕС.</p>	2
	<b>Всього</b>	<b>18</b>

### 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.

<b>№ з/п</b>	<b>Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)</b>	<b>Годин</b>
1	Очистка води від хроматів реагентним методом	4
2	Очистка води від хроматів іонообмінним методом	6
3	Використання магнетиту для інтенсифікації процесу освітлення води за допомогою коагулянту	4
4	Твердофазне окислення нафти на MnO <sub>2</sub>	4
5	Вилучення кадмію з регенераційного розчину електрохімічним методом	4
6	Видалення нафтопродуктів із води магніто-сорбційним методом	4
7	Деструктивний метод очищення стічних вод від фенолу шляхом озонування	4
8	Вплив флокулянтів на зневоднення волокнистого осаду паперово-картонних виробництв	6
	<b>Всього</b>	<b>36</b>

### Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів по даній дисципліні практичні заняття займають 25 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра з 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 навколишнього природного середовища.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області розробки та проектування очисних споруд;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших видів завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою, документацією і схемами;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

<b>№ з/п</b>	<b>Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)</b>	<b>Годин</b>
1	<b>Технології питного водопостачання</b> Характеристика якості води з поверхневих джерел. Сучасні технологічні прийоми питного водопостачання	2

	<i>Література: [7] с. 209-249. Завдання на СРС. Сучасні світові технології підготовки питної води</i>	
2	<b>Технології питного водопостачання</b> <i>Сучасні технологічні прийоми в процесах знезараження води Література: [7] с. 249-254. Завдання на СРС. Реалізація методів знезараження води на сучасних крупних станціях водопідготовки в Україні та світі</i>	2
3	<b>Технології питного водопостачання</b> <i>Характеристика якості води з підземних джерел. Сучасні технологічні прийоми підземного питного водопостачання. Використання морської води для питного водопостачання Література: [6] с. 18-31. Завдання на СРС. Сучасні світові технології підготовки питної води</i>	2
4	<b>Реагентні методи в процесах водопідготовки та очистки стічних вод</b> <i>Основні технологічні підходи при реалізації реагентних методів очищення води Література: [7] с. 74-86 Завдання на СРС. Термохімічні методи пом'якшення води</i>	2
5	<b>Іонообмінні технології в процесах водопідготовки та очистки стічних вод</b> <i>Основні технологічні підходи при реалізації іонообмінних методів очищення води Література: [3] с. 193-236, [6] с. 55-64. Завдання на СРС. Характеристика основних властивостей органічних іонітів. Апарати для мембранних процесів</i>	2
6	<b>Баромембранні технології в процесах водопідготовки та очистки стічних вод</b> <i>Основні технологічні підходи при реалізації іонообмінних та баромембранних методів очищення води Література: [3] с. 193-236, [6] с. 55-64. Завдання на СРС. Характеристика основних властивостей органічних іонітів. Апарати для мембранних процесів</i>	2
7	<b>Підприємств харчової, целюлозно-паперової та текстильної промисловості: склад та обсяг стічних вод, основні технологічні прийоми їх переробки</b> <i>Організація оборотних система водопостачання на промислових підприємствах. Склад , обсяг утворюваних стічних вод. Основні підходи до знешкодження стічних вод даних підприємств Література: [2] с. 115-118,12-137,200-204,228-233,261-263,286-290. Завдання на СРС. Сучасні технології безреагентного освітлення води</i>	2
8	<b>Модульна контрольна робота з розділів 1-2</b>	2
9	<b>Залік</b>	2
	<b>Всього</b>	18

## 6. Самостійна робота

Самостійна робота студентів займає 40 % часу вивчення кредитного модуля. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області проектування очисних споруд, ефективних технологій очищення стічних вод, водопідготовки, проектування водооборотних та замкнутих систем водокористування, що не ввійшли у

перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.

№ з/п	Назва теми, що виносить на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<b>Розділ 1. Технології підготовки води</b>		
1	<p><i>Водні ресурси України. Основні показники якості питної води</i> Література: [1] с. 165-168</p> <p><i>Основні джерела бактерицидного забруднення поверхневих та підземних вод.</i> Література: [1] с. 20-21</p> <p><i>Сучасні підходи до знезараження води в процесі підготовки питної води з поверхневих джерел водопостачання</i> Література: [4] с. 210-225.</p> <p><i>Форми знаходження заліза в поверхневих та підземних водоймах. Шкідливий вплив нітратів на організм людини.</i> Література: [7] с. 129-131</p> <p><i>Реалізація методів знезараження води на сучасних крупних станціях водопідготовки в Україні та світі</i> Література: [5] с. 138-144.</p> <p><i>Визначення доз реагентів</i> Література: [5] с. 59-61.</p> <p><i>Термохімічні методи пом'якшення води.</i> Література: [7] с. 78-80.</p> <p><i>Конструкції катіонітових фільтрів та захист їх апаратури і комунікацій від корозії.</i> Література: [1] с. 177-179.</p> <p><i>Вирішення проблеми утилізації регенераційних розчинів.</i> Література: [7] с. 98-118.</p> <p><i>Сучасні світові технології підготовки питної води</i> Література: [1] с. 238-239.</p>	18
<b>Розділ 2. Технології очищення стічних вод</b>		
2	<p><i>Умови скидання стічних вод у водойми</i> Література: [8] с. 75-77.</p> <p><i>Утилізація та усунення осаду виробничих стічних вод</i> Література: [7] с. 500-510.</p> <p><i>Методи регенерації адсорбентів після очищення стічних вод.</i> Література: [8] с. 280-287.</p> <p><i>Очищення стічних вод целюлозо-паперових виробництв</i> Література: [7] с. 578-583</p> <p><i>Утворення та переробка рідких радіоактивних відходів на АЕС.</i> Література: [5] с. 33-36, [5] с. 27-27</p> <p><i>Характеристика основних властивостей органічних іонітів. Апарати для</i></p>	18



	<p>мембранних процесів</p> <p>Література: [8] с. 198-207,342-346</p> <p>Сучасні технології безреагентного освітлення води</p> <p>Література: [8] с. 79-90</p>	
3	Модульна контрольна робота з розділів 1-2	6
4	Залік	6
	Всього годин	48

### Індивідуальні завдання

Згідно навчального плану студент повинен виконати індивідуальне завдання у вигляді домашньої контрольної роботи

Самостійна робота виконує одночасно кілька освітніх функцій. По-перше, в завданнях ДКР висвітлюються в більш конкретній формі ті питання, які викладачем були розглянуті коротко; по-друге, студент отримує навички роботи з науковою літературою та вміння аналізувати певну проблему. Тематика ДКР підібрана таким чином, щоб поглибити вивчення дисципліни «Технології очищення води». Робота над ДКР передбачає опрацювання джерел базової та допоміжної літератури. Крім того, рекомендується використовувати в якості допоміжної літератури монографії, спеціальні статті, підручники для студентів ВНЗ та періодичні видання.

### Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту

Назва ОК	Лекційні заняття	Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання
Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування;	<p><u>Лекція 1.</u> Технологія підготовки питної води</p> <p><u>Лекція 6.</u> Технології знешкодження стічних вод</p>	<p><u>Практичне заняття 1.</u> Технології питного водопостачання</p> <p><u>Практичне заняття 5</u> Іонообмінні технології в процесах водопідготовки та очистки стічних вод</p> <p><u>Практичне заняття 6</u> Баромембранні технології в процесах водопідготовки та очистки стічних вод</p>
Проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати;		<p><u>Лабораторна робота 1.</u> Очистка води від хроматів реагентним методом</p> <p><u>Лабораторна робота 2.</u> Очистка води від хроматів іонообмінним методом</p> <p><u>Лабораторна робота 3.</u> Використання магнетиту для інтенсифікації процесу освітлення води за</p>

		<p>допомогою коагулянту</p> <p><u>Лабораторна робота 4.</u> Твердофазне окислення нафти на MnO<sub>2</sub></p> <p><u>Лабораторна робота 5.</u> Вилучення кадмію з регенераційного розчину електрохімічним методом</p> <p><u>Лабораторна робота 6.</u> Видалення нафтопродуктів із води магніто-сорбційним методом</p> <p><u>Лабораторна робота 7.</u> Деструктивний метод очищення стічних вод від фенолу шляхом озонування</p> <p><u>Лабораторна робота 8.</u> Вплив флокулянтів на зневоднення волокнистого осаду паперово-картонних виробництв</p>
<p>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;</p>	<p><u>Лекція 2.</u> Технології знезараження води з використанням реагентних та безреагентних методів.</p> <p><u>Лекція 3.</u> Технології знезалізнення та деманганування води</p> <p><u>Лекція 4.</u> Технології реагентного пом'якшення води. Організація реагентного господарства на станціях водопідготовки</p> <p><u>Лекція 8.</u> Технології знешкодження стічних вод, що містять нафтопродукти та розчинну органіку</p>	<p><u>Практичне заняття 3</u> Технології питного водопостачання</p> <p><u>Практичне заняття 4</u> Реагентні методи в процесах водопідготовки та очистки стічних вод</p> <p><u>Лабораторна робота 3.</u> Використання магнетиту для інтенсифікації процесу освітлення води за допомогою коагулянту</p> <p><u>Лабораторна робота 7.</u> Деструктивний метод очищення стічних вод від фенолу шляхом озонування</p> <p><u>Лабораторна робота 8.</u> Вплив флокулянтів на зневоднення волокнистого осаду паперово-картонних виробництв</p>
<p>Застосовувати методології та технології проектування, реалізації та впровадження природоохоронних технологій та</p>	<p><u>Лекція 1.</u> Технологія підготовки питної води</p> <p><u>Лекція 6.</u> Технології знешкодження стічних вод</p> <p><u>Лекція 8.</u> Технології знешкодження стічних вод, що містять нафтопродукти та</p>	<p><u>Практичне заняття 1.</u> Технології питного водопостачання</p> <p><u>Практичне заняття 7.</u> Підприємств харчової, целюлозно-паперової та</p>

обладнання, здійснювати проектно-конструкторську діяльність.	розчинну органіку <u>Лекція 9.</u> Технології знешкодження шахтних вод	текстильної промисловості: склад та обсяг стічних вод, основні технологічні прийоми їх переробки Виконання ДКР
--	--	--

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. 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://cropaia.com/water-treatment-pro/>;
  - <https://www.coursera.org/learn/water-management>
  - <https://www.coursera.org/learn/water>

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

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

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за написання домашньої контрольної роботи, модульної контрольної роботи, виконання лабораторних робіт та роботу на практичних заняттях.

Семестровим контролем є залік.

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

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- написання модульної контрольної роботи;
- написання ДКР
- виконання лабораторних робіт;
- дві доповіді на практичних заняттях;

Ваговий бал за ДКР – 10 балів.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Повнота та ознаки відповіді	Бали
"відмінно", повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання)	10-9
"добре", достатньо повна відповідь, не менше я 75 % потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями)	8- 7
"задовільно", неповна відповідь, та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками)	6– 4
"незадовільно", відповідь не відповідає умовам до "задовільно"	3- 0

Ваговий бал за модульну контрольну роботу – 5 балів.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Повнота та ознаки відповіді	Бали
"відмінно", повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання)	5

"добре", достатньо повна відповідь, не менше я 75 % потрібної інформації або незначні неточності ( повне розв'язування завдання з незначними неточностями)	4
"задовільно", неповна відповідь, та деякі помилки ( завдання виконане з певними недоліками)	3
"незадовільно", відповідь не відповідає умовам до "задовільно"	2- 0

Ваговий бал за виконання лабораторних робіт – 5. Максимальна кількість балів за виконання лабораторних робіт дорівнює: 5 балів x 8 л.р. = 40 балів. Звіт по лабораторному курсу – 5 балів. Таким чином за лабораторні роботи максимальний ваговий бал становить – 45.

Необхідними умовами допуску студента до лабораторної роботи є:

- наявність протоколу відповідної лабораторної роботи;
- позитивна відповідь на питання вхідного експрес-контролю якості теоретичної підготовки студента до лабораторної роботи (експрес-контроль здійснюється у вигляді усного опитування, що проводиться на початку заняття). В разі невідповідності даним умовам студент не допускається до виконання лабораторної роботи.

Критерії оцінювання	Бали
"відмінно" - своєчасне повне виконання л/р, проведення розрахунків за даними експерименту, оформлення та захист л/р	5
"добре" - своєчасне виконання л/р, недоліки в розрахунках та оформленні л/р	4-3
"задовільно" - несвоєчасне виконання л/р, грубі помилки в розрахунках та оформленні л/р	2-1
"незадовільно" - невиконання л/р	0

Ваговий бал за доповіді на практичних заняттях – 20.

Максимальна кількість балів : 20 балів x 2 відп = 40 балів

Критерії оцінювання доповідей

Повнота та ознаки відповіді	Бали
" відмінно", зміст питання доповіді розкритий повністю, наведено висновки, доповідь гарно презентована	20-18
" добре", зміст питання доповіді розкритий не повно, наведені висновки, зроблена інформативна презентація	17-15
"задовільно", зміст питання доповіді розкритий на достатньому рівні, не наведено висновки, доповідь не презентована	15-10
" незадовільно", доповідь не відповідає умовам до "задовільно"	< 10

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = R_{\text{ДКР}} + R_{\text{МКР}} + R_{\text{Л.р.}} + R_{\text{в}} = 10 + 5 + 45 + 40 = 100 \text{ балів}$$

На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50 балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання усіх лабораторних робіт, зарахування модульної контрольної роботи та доповідей на практичних заняттях і рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому всі попередні бали анулюються. Рейтингова оцінка за залікову контрольну є остаточною. Завдання контрольної роботи складається з п'яти питань різних розділів робочої програми. Кожне питання контрольної роботи ( $r_1, r_2, r_3, r_4, r_5$ ) оцінюється від 0 до 20 балів. Сума балів отриманих за семестр, або сума балів за кожне з п'яти запитань залікової контрольної роботи переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Бали: $R = R_{\text{ДКР}} + R_{\text{МКР}} + R_{\text{Л.р.}} + R_{\text{в}}$ або $R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5$	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
65-74	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

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

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

1. Описати технологічну схему підготовки питної води.
2. Описати технологічну схему реагентного пом'якшення води.
3. Описати технологічну схему іонообмінного пом'якшення та знесолення води.
4. Охарактеризувати процес іонного обміну. Обґрунтувати його застосування в технологіях знесолення води.
5. Охарактеризувати процес іонного обміну. Сформулювати поняття: катіоніт, аніоніт, поліамфоліт, сорбція, регенерація, обмінна ємність, протиіони, коіони, селективність іоніту.
6. Охарактеризувати електрохімічні методи очищення води.
7. Представити порядок, режим роботи та регенерації іонообмінних фільтрів.
8. Описати технологічну схему очищення комунально-побутових стічних вод.

9. Охарактеризувати роботу споруд механічного очищення комунально-побутових стічних вод.
10. Охарактеризувати роботу споруд біологічного очищення води.
11. Пояснити принцип роботи та основні типи аеротенків.
12. Порівняти технології знезалізнення води з поверхневих та підземних водойм.
13. Порівняти технології підготовки води з використанням реагентних та безреагентних методів знезараження води.
14. Охарактеризувати технології деманганування води.
15. Навести приклад технологічної схеми підготовки води, що містить стадію вилучення нітратів.
16. Розкрити зміст технологій реагентного пом'якшення води.
17. Розкрити зміст комбінованих методів пом'якшення води. Оцінити їх ефективність.
18. Розкрити зміст технологій знешкодження стічних вод, що містять іони важких металів. Представити технологічну схему.
19. Розкрити зміст технологій знешкодження стічних вод, що містять хромати. Представити технологічну схему.
20. Розкрити зміст технологій знешкодження стічних вод, що містять фториди, ціаніди. Представити технологічну схему.
21. Навести приклад технологічної схеми очищення стічних вод від нафтопродуктів.
22. Розкрити зміст технологій знешкодження шахтних вод.
23. Розкрити зміст технологій переробки рідких радіоактивних відходів на АЕС. Охарактеризувати основні стадії процесу очищення.
24. Розкрити зміст технологій фторування води. Оцінити доцільність таких міроприємств в Україні.

**Приблизний перелік питань, що виносяться на модульну контрольну роботу**

*Модульна контрольна робота*

*(до розділів 1-2)*

*Варіант 1*

1. Порівняти технології знезалізнення води з поверхневих та підземних водойм.
2. Розкрити зміст технологій підготовки води з використанням реагентних методів знезараження води.
3. Навести приклад технологічної схеми підготовки води, що містить стадію вилучення нітратів.
4. Розкрити зміст комбінованих методів пом'якшення води. Оцінити їх ефективність.
5. Розкрити зміст технологій знешкодження стічних вод, що містять іони важких металів. Представити технологічну схему.

*Варіант 2.*

1. Розкрити зміст технологій реагентного пом'якшення води.
2. Навести загальні положення знезараження води.
3. Навести загальні положення знесолення води. Представити вибір технологічної схеми.
4. Навести приклад технологічної схеми очищення стічних вод від нафтопродуктів.
5. Розкрити зміст технологій знешкодження стічних вод, що містять хромати.

*Варіант 3*

1. Представити принципову технологічну схему підготовки питної води.
2. Розкрити зміст технологій підготовки води з використанням безреагентних методів знезараження води.

3. Навести загальні положення іонообмінного знезсолення води. Представити вибір технологічної схеми.
4. Охарактеризувати технології деманганування води.
5. Навести приклад технологічної схеми переробки рідких радіоактивних відходів на АЕС.

#### **Приблизний перелік питань, які виносяться на ДКР**

1. Наведіть принципову технологічну схему Na-катіонітового пом'якшення води. Опишіть детально спосіб підготовки води даним методом.
2. Для яких потреб використовується вода на теплових електростанціях? Яким вимогам має відповідати її якісний склад?
3. Наведіть принципову технологічну схему H-катіонітового пом'якшення води. Опишіть детально спосіб підготовки води даним методом.
4. Для яких потреб використовується вода на цементних заводах?
5. Наведіть принципову технологічну схему H,Na-катіонітового пом'якшення води. Опишіть детально спосіб підготовки води даним методом.
6. Де можна використовувати стічні води вугільної промисловості?
  1. Наведіть та детально охарактеризуйте приклад технологічної схеми очищення стічних вод від нафтопродуктів.
8. Які застосовують методи для очищення стічних вод від барвників?
9. Наведіть технологічну схему термохімічного пом'якшення води. Опишіть детально спосіб підготовки води даним методом.
10. Для яких потреб використовується вода на заводах виготовлення склотари?
11. Наведіть схему одноступеневої установки для іонітового знезсолення води. Опишіть детально спосіб підготовки води даним методом.
12. Якими методами знешкоджують стічні води, що містять хромати? Який вплив чинять дані речовини на навколишнє середовище?
13. Наведіть схему установки для видалення марганцю із підземних вод з використанням перманганату калію. Опишіть детально спосіб підготовки води даним методом.
14. Якими методами знешкоджують стічні води, що містять іони важких металів? Який вплив чинять дані речовини на навколишнє середовище?
15. Наведіть принципову технологічну схему знезалізнення підземних вод. Опишіть детально спосіб підготовки води даним методом.
16. Розкрийте зміст стабілізаційної обробки води по відношенню до накипоутворення.
17. Наведіть та детально охарактеризуйте принципову технологічну схему підготовки питної води з поверхневого джерела.
18. Як поділяється вода, що використовується на АЕС, за якісними показниками?
19. Наведіть та детально охарактеризуйте принципову технологічну схему очистки комунально-побутових стічних вод.
20. Для чого використовують воду на металургійних заводах?
21. Розкрийте зміст технології підготовки води з використанням реагентних методів знезараження води.
22. У яких процесах використовується вода на збагачувальних фабриках?
23. Розкрийте зміст технології знешкодження стічних вод, що містять іони важких металів. Наведіть технологічну схему.
24. Яка вода використовується при виготовленні віскозних і синтетичних волокон?



25. Розкрийте зміст технологій знешкодження стічних вод, що містять хромати. Наведіть технологічну схему.

26. В яких процесах використовують воду на заводах синтетичного каучуку?

27. Наведіть технологічну схему вапняно-содового пом'якшення води. Опишіть детально спосіб підготовки води даним методом.

28. Охарактеризуйте особливості водопостачання підприємств легкої промисловості.

**Варіант №15**

29. Розкрийте зміст технології підготовки води з використанням безреагентних методів знезараження води. Наведіть технологічну схему.

30. Охарактеризуйте особливості водопостачання підприємств харчової промисловості.

31. Наведіть та детально охарактеризуйте приклад технологічної схеми підготовки води, що містить стадію вилучення нітратів.

32. Які методи використовуються для знешкодження стічних вод, що містять нафтопродукти. Наведіть переваги та недоліки.

33. Наведіть принципову технологічну схему комбінованого пом'якшення води з використанням реагентного та іонообмінного методів. Опишіть детально спосіб підготовки води даним методом.

34. Охарактеризуйте хімічний склад стічних вод спиртового виробництва. Наведіть методи знешкодження таких стічних вод.

35. Наведіть та детально охарактеризуйте приклад технологічної схеми переробки рідких радіоактивних відходів на АЕС.

36. Який метод застосовують для очищення стоків підприємств ацетатного та поліамідного волокон?

37. Наведіть загальні положення іонообмінного знесолення води. Обґрунтуйте вибір технологічної схеми. Наведіть приклад технологічної схеми.

38. Розкрийте сутність фізичних методів дегазации води. Які пристрої використовують для реалізації даних методів?

39. Наведіть принципову технологічну схему знесолення води з використанням зворотного осмосу. Опишіть детально спосіб підготовки води даним методом.

40. Для яких потреб використовується вода на заводах виготовлення кислот? Охарактеризуйте системи водопостачання, що реалізуються на даних підприємствах.

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

**Складено** доцентом, к.т.н., Глушко О.В.

**Ухвалено** кафедрою Е та ТРП (протокол № 14 від 18.05.2023)

**Погоджено** Методичною комісією ІХФ (протокол № 10 від 26.05.2023)