



**Кондиціонування води для промисловості**  
**Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)**

**Реквізити навчальної дисципліни**

<b>Рівень вищої освіти</b>	<i>Перший (бакалаврський)</i>
<b>Галузь знань</b>	<i>10 Природничі науки</i>
<b>Спеціальність</b>	<i>101 Екологія</i>
<b>Освітня програма</b>	<i>Екологічна безпека</i>
<b>Статус дисципліни</b>	<i>Вибіркова</i>
<b>Форма навчання</b>	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
<b>Рік підготовки, семестр</b>	<i>3 курс/5 семестр</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>4 кредити ЕКТС (120 годин)</i>
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	<i>Залік</i>
<b>Розклад занять</b>	<i>4 години на тиждень (1 година лекційних, 1 година практичних та 2 години лабораторних занять)</i>
<b>Мова викладання</b>	<i>Українська</i>
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	Лектор: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/trus-inna-mikolajivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/trus-inna-mikolajivna.html</a> Практичні /Семінарські: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/trus-inna-mikolajivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/trus-inna-mikolajivna.html</a> Лабораторні заняття: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/trus-inna-mikolajivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/trus-inna-mikolajivna.html</a>
<b>Розміщення курсу</b>	<a href="https://do.ipu.kpi.ua">https://do.ipu.kpi.ua</a>

**Програма навчальної дисципліни**

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

На сьогодні промисловість України займає перше місце серед водоспоживачів за об'ємами стічних вод. І якщо комунально-побутові стічні води відновлюються у природних водоймах за рахунок природного самоочищення, то із промисловими стічними водами все значно складніше. Вони не просто забруднюють природні водойми, вони є причиною накопичення в донних відкладах багатьох високотоксичних речовин, таких як іони важких металів або продуктів їх гідролізу, радіонуклідів, високотоксичних органічних речовин, в тому числі із канцерогенними властивостями. Це одна із причин сьогоденної глобальної екологічної катастрофи, на яку не звертають достатньої уваги. Уже те, що викинуто у довкілля надзвичайно небезпечно. Продовжувати забруднювати водні екосистеми і надалі недопустимо. Єдиний вихід – це переведення промислових підприємств на безстічні (замкнені) системи водокористування. І під силу це лише висококваліфікованим фахівцям.

**Предмет навчальної дисципліни «Кондиціонування води для промисловості»** – реалізація підходів, що забезпечать високоякісну підготовку природних вод, надійне очищення стічних вод, зневоднення осадів для повного переходу промислових підприємств на використання безстічних (замкнених) систем водоспоживання.

У значній мірі вирішення даної проблеми буде визначатись рівнем підготовки фахівців, які працюють у галузі охорони навколишнього середовища, включаючи установи управління екологічною безпекою держави, наукові установи та організації, підприємства.

Для успішного вирішення завдань захисту та збереження природних водних екосистем фахівці мають вільно володіти інформацією, вміти вирішувати складні проблеми захисту водойм від забруднення на високому професійному рівні.

### **Мета навчальної дисципліни «Кондиціювання води для промисловості»**

Метою вивчення дисципліни «Кондиціювання води для промисловості» є формування у студентів комплексу знань в області сучасних фізико-хімічних методів очищення води, комплексу умінь та навиків, необхідних для проведення наукових досліджень в даному напрямку, для створення сучасних технологій раціонального використання води, для кваліфікованого державного управління і регулювання відносин у сфері питної води, питного водопостачання та водовідведення.

Відповідно до мети підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає формування у студентів компетентностей:

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

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «**Кондиціювання води для промисловості**», студенти після її 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 дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Вивчення дисципліни «**Кондиціювання води для промисловості**» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом бакалаврату при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування: «Гідрологія», «Хімія з основами біогеохімії», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Біогеохімія», «Органічна хімія», «Аналітична хімія». Дисципліна «**Кондиціювання води для промисловості води**» є фундаментальною основою для вивчення наступних дисциплін: «Технології очищення води», «Водопідготовка в промисловості та комунальних господарствах», «Механічні та біологічні процеси утилізації рідких відходів», «Проектування систем водопостачання», «Оборотні та замкнуті системи водоспоживання», «Централізовані системи водопостачання», «Проектування очисних споруд та систем водокористування», «Процеси та обладнання очищення води», «Станції водоочищення», та забезпечує виконання бакалаврського проекту.

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

#### **Розділ 1. Підготовка води для систем промислового водопостачання**

Тема 1. Кондиціювання води для систем охолодження при використанні стабілізаторів накипоутворення

Тема 2. Безстічні системи охолодження

Тема 3. Системи тепlopостачання в промисловості та комунальних господарствах

Тема 4. Підготовка енергетичної води при застосуванні реагентних методів

Тема 5. Підготовка енергетичної води при застосуванні іонообмінних методів

Тема 6. Підготовка знесоленої води при застосуванні мембранних методів

## **Розділ 2. Зниження корозійної активності води для використання в системах промислового водопостачання**

Тема 7. Переробка мінералізованих концентратів

Тема 8. Корозійна активність води

Тема 9. Знекиснення води для зниження корозійної активності води

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

#### **Базова література**

1. Кондиціонування води для промисловості. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 101 «Екологія», 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І. М. Трус, М. Д. Гомеля, М. М. Твердохліб. – Електронні текстові дані (1 файл: 3.34 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 155 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/54686>
2. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Радовенчик Я.В. Фізико-хімічні основи процесів очищення води: підручник. – К.: Кондор-Видавництво, 2019. – 256 с.
3. Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. Фізико-хімічні методи доочищення води. Підручник. – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 264 с.
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. Шаблій Т.О., Радовенчик В.М. Гомеля М. Д. Застосування нових реагентів і технологій в промисловому водоспоживанні.- К.: Інфодрук, 2014. – 302с.
6. Гомеля М. Д., Радовенчик В.М. Шаблій Т. О. Сучасні методи кондиціонування та очистки води у промисловості. -К.: Графіка, 2007. – 168 с.
7. Кондиціонування води для промисловості. 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, В. В. Вембер, М. М. Твердохліб. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,07 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 58 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/50452>
8. 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**

9. Галиш В.В., Трус І.М., Радовенчик Я.В., Флейшер Г.Ю., Гомеля М.Д. Комплексні технології очищення води від іонів важких металів: монографія. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. – 152с.
10. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища шк.. 2005 – 671 с.
11. Трус І.М. Маловідходні технології демінералізації води: монографія. – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 250 с.
12. Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2 : Методи очищення стічних вод – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 258 с.
13. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Безвозюк І. І., Петрук Р. В., Турчик П. М. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.3: Методи переробки осадів стічних вод – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 324 с.
14. WHO, Guidelines for drinking water quality, 4th edition, incorporating the 1st addendum, 2017.

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

15. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – <https://mepr.gov.ua/>
16. Професійна Асоціація Екологів України (ПАЕУ) - <https://ecolog-ua.com/paeu>
17. Бібліотека ім. В.І. Вернадського – [www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua)
18. Екологічний портал України – [www.ecologyua.com.ua](http://www.ecologyua.com.ua)

**5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

**Лекційні заняття**

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Кондиціонування води для промисловості», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та визначенні напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області сучасних методів та процесів кондиціонування води, прогнозування розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання)
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результату 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 (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
<b>Розділ 1. Підготовка води для систем промислового водопостачання</b>		
1	<p><b>Тема 1. Кондиціонування води для систем охолодження при використанні стабілізаторів накипоутворення</b></p> <p>Кондиціонування води для систем охолодження. Застосування стабілізаторів накипоутворення та інгібіторів корозії. Стабілізатори осадковідкладень на основі поліфосфатів. Особливості структури інгібіторів, механізм стабілізації ризиків. Стабілізатори осадковідкладень на основі фосфатів. Інші типи стабілізаторів. Оцінка їх ефективності як інгібіторів корозії металів. Перспективи переходу до безстічних систем при використанні стабілізаторів осадковідкладень.</p> <p>Література: [1] с. 5-16; [6] с. 7-41; [10] с. 486-488, 535-540</p> <p>Завдання на СРС: Коригування мінералізації опрісненої води</p>	2
2	<p><b>Тема 2. Безстічні системи охолодження</b></p> <p>Пом'якшення води, що подається на підживлення систем охолодження. Створення безстічних систем охолодження. Переваги і недоліки використання закритих градирень в системах охолодження. Переваги та недоліки реагентного пом'якшення води для підживлення систем охолодження.</p> <p>Література: [1] с. 17-35; [5] с. 86-130</p> <p>Завдання на СРС: Вибір схем водопостачання та водовідведення промислових підприємств</p>	2
3	<p><b>Тема 3. Системи теплопостачання в промисловості та комунальних господарствах</b></p> <p>Структура та особливості використання систем теплопостачання в промисловості та комунальних господарствах. Захист систем від осадковідкладень. Пом'якшення води, що подається на підживлення системи теплопостачання. Захист системи теплопостачання від корозії. Інгібітори осадковідкладень. Їх ефективність при захисті обладнання від корозії. Інгібітори корозії адсорбційного типу.</p>	2



	<i>Література: [1] с. 36-56; [5] с. 152-174; [6] с. 7-41 Завдання на СРС: Експлуатація систем водопостачання</i>	
4	<b>Тема 4. Підготовка енергетичної води при застосуванні реагентних методів</b> <i>Попереднє пом'якшення енергетичної води реагентним методом. Підвищення ефективності пом'якшення води за рахунок використання коагулянтів. Зниження корозійної агресивності вапнованої води при застосуванні алюмінату натрію. Коригування лужності вапнованої води. Освітлення вапнованої води. Література: [1] с. 57-67; [2] с. 61-84; [5] с. 7-85; [11] с. 8-34 Завдання на СРС: Ліофільні та ліофобні колоїдні системи.</i>	2
5	<b>Тема 5. Підготовка енергетичної води при застосуванні іонообмінних методів</b> <i>Маловідходна іонообмінна технологія знесолення енергетичної води. Використання слабокислотних катіонітів при використанні води без попереднього пом'якшення. Розділення хлоридів та сульфатів на аніонообмінних фільтрах. Особливості застосування фільтрів змішаної дії. Література: [1] с. 68-89; [2] с. 241-244; [11] с. 60-82 Завдання на СРС: Застосування іонообмінного пом'якшення та знесолення води в підготовці питної, технічної та енергетичної води. Методи регенерації іонообмінних фільтрів. Переробка регенераційних розчинів.</i>	2
6	<b>Тема 6. Підготовка знесоленої води при застосуванні мембранних методів</b> <i>Застосування зворотнього осмосу для знесолення води. Способи попереднього освітлення, знебарвлення та пом'якшення води зворотнім осмосом. Гранічні рівні мінералізації води перед зворотнім осмосом, у концентраті. Залежність ступеня відбору перміату від рівня мінералізації вихідної води та концентрату. Глибоке знесолення води після зворотнього осмосу. Література: [1] с. 90-103; [2] с. 197-202; [11] с. 108-146 Завдання на СРС: Діаліз та первапорація. Отримання мембран</i>	2
<b>Розділ 2. Зниження корозійної активності води для використанні в системах промислового водопостачання</b>		
7	<b>Тема 7. Переробка мінералізованих концентратів</b> <i>Переробка концентратів зворотньоосмотичного очищення води. Вилучення сульфатів із концентратів. Переробка розчинів хлориду натрію. Переробка розчинів що містять хлориди і сульфати. Література: [1] с. 104-121; [5] с. 218-245 Завдання на СРС: Концентрування розчинів кислоти та лугу для повторного використання</i>	2
8	<b>Тема 8. Корозійна активність води</b> <i>Залежність корозійної активності води від температури, рівня мінералізації, сольового складу, інтенсивності аерації. Вибір перспективних інгібіторів корозії. Література: [1] с. 122-132; [6] с. 37-47 Завдання на СРС: Раціональне використання водних ресурсів</i>	2
9	<b>Тема 9. Знекиснення води для зниження корозійної активності води</b> <i>Зниження корозійної активності води шляхом її знекиснення. Знекиснення води на редокситних фільтрах. Реагентне знекиснення води. Використання каталізаторів. Комбіновані методи знекиснення води. Література: [1] с. 133-154; [10] с. 319-336 Завдання на СРС: Суть способу дегазації і галузі його застосування. Розчинність газів у воді</i>	2
	<b>Всього</b>	<b>18</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 в галузі екології, а саме захисту водойм від антропогенного впливу. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання. Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників в області охорони навколишнього природного середовища.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти бакалаврам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних методів та технологій кондиціонування та очищення води;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою і схемами;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<p><b>Тема 1. Безстічні системи охолодження</b></p> <p>Пом'якшення води, що подається на підживлення систем охолодження. Застосування стабілізаторів накопуютврення та інгібіторів корозії. Створення безстічних систем охолодження. Перспективи переходу до безстічних систем при використанні стабілізаторів осадковідкладень. Переваги і недоліки використання закритих градирень в системах охолодження. Переваги та недоліки реагентного пом'якшення води для підживлення систем охолодження.</p> <p>Література: [5] с. 86-130</p> <p>Завдання на СРС: Вибір схем водопостачання та водовідведення промислових підприємств</p>	2
2	<p><b>Тема 2. Системи теплопостачання в промисловості та комунальних господарствах</b></p> <p>Структура та особливості використання систем теплопостачання в промисловості та комунальних господарствах. Захист систем від осадковідкладень. Пом'якшення води, що подається на підживлення системи теплопостачання. Захист системи теплопостачання від корозії. Інгібітори осадковідкладень. Їх ефективність при захисті обладнання від корозії. Інгібітори корозії адсорбційного типу.</p> <p>Література: [5] с. 152-174; [6] с. 7-41</p> <p>Завдання на СРС: Експлуатація систем водопостачання</p>	2
3	<p><b>Тема 3. Підготовка енергетичної води при застосуванні реагентних методів</b></p> <p>Попереднє пом'якшення енергетичної води реагентним методом. Підвищення ефективності пом'якшення води за рахунок використання коагулянтів. Зниження корозійної агресивності вапнованої води при</p>	2

	<p>застосуванні алюмінату натрію. Коригування лужності вапнованої води. Освітлення вапнованої води.</p> <p>Література: [2] с. 61-84; [5] с. 7-85; [11] с. 8-34</p> <p>Завдання на СРС: Ліофільні та ліофобні колоїдні системи.</p>	
4	<p><b>Тема 4. Підготовка енергетичної води при застосуванні іонообмінних методів</b></p> <p>Маловідходна іонообмінна технологія знесолення енергетичної води. Використання слабокислотних катіонітів при використанні води без попереднього пом'якшення. Розділення хлоридів та сульфатів на аніонообмінних фільтрах. Особливості застосування фільтрів змішаної дії.</p> <p>Література: [2] с. 241-244; [11] с. 60-82</p> <p>Завдання на СРС: Застосування іонообмінного пом'якшення та знесолення води в підготовці питної, технічної та енергетичної води. Методи регенерації іонообмінних фільтрів. Переробка регенераційних розчинів.</p>	2
5	<p><b>Тема 5. Підготовка знесоленої води при застосуванні мембранних методів</b></p> <p>Застосування зворотнього осмосу для знесолення води. Способи попереднього освітлення, знебарвлення та пом'якшення води зворотнім осмосом. Граничні рівні мінералізації води перед зворотнім осмосом, у концентраті. Залежність ступеня відбору перміату від рівня мінералізації вихідної води та концентрату. Глибоке знесолення води після зворотного осмосу.</p> <p>Література: [2] с. 197-202; [11] с. 108-146</p> <p>Завдання на СРС: Діаліз та первапорація. Отримання мембран</p>	2
6	<p><b>Тема 6. Переробка мінералізованих концентратів</b></p> <p>Переробка концентратів зворотньоосмотичного очищення води. Вилучення сульфатів із концентратів. Переробка розчинів хлориду натрію. Переробка розчинів що містять хлориди і сульфати.</p> <p>Література: [5] с. 218-245</p> <p>Завдання на СРС: Концентрування розчинів кислоти та лугу для повторного використання</p>	2
7	<p><b>Тема 7. Знекиснення води для зниження корозійної активності води</b></p> <p>Залежність корозійної активності води від температури, рівня мінералізації, сольового складу, інтенсивності аерації. Зниження корозійної активності води шляхом її знекиснення. Знекиснення води на редокситних фільтрах. Реагентне знекиснення води. Використання каталізаторів. Комбіновані методи знекиснення води.</p> <p>Література: [10] с. 319-336</p> <p>Завдання на СРС: Суть способу дегазації і галузі його застосування. Розчинність газів у воді</p>	2
8	Модульна контрольна робота з розділів 1-2	2
9	Залік	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 організатора природокористування. Метою лабораторно-практичних занять є розвиток у студентів 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, видача методичної літератури.	2
2	Фосфатування води (гексаметафосфат, ортофосфат, триполіфосфат натрію)	4
3	Вплив температури на ефективність реагентного пом'якшення води	4
4	Іонообмінне пом'якшення води	4
5	Регенерація катіонітів при пом'якшенні води	4
6	Дослідження процесу освітлення водних суспензій на насипних механічних фільтрах	4
7	Деманганація природних вод підземних джерел	6
8	Очищення води методом флотації.	6
9	Заключне заняття	2
	<b>Всього</b>	<b>36</b>

### Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту

Програмний результат	Лекційні заняття	Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання
Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних		<u>Практичне заняття 1.</u> Безстічні системи охолодження <u>Практичне заняття 2.</u> Системи теплопостачання в промисловості та комунальних господарствах <u>Практичне заняття 3.</u> Підготовка енергетичної води при застосуванні реагентних методів <u>Практичне заняття 4.</u> Підготовка енергетичної води при застосуванні іонообмінних методів <u>Практичне заняття 5.</u> Підготовка знесолоної води при застосуванні мембранних методів <u>Практичне заняття 6.</u> Переробка мінералізованих концентратів <u>Практичне заняття 7.</u> Знекиснення води для зниження корозійної активності води
Розробляти технології, використовувати процеси та апарати, що	<u>Лекція 1.</u> Кондиціонування води для систем охолодження при	



<p>забезпечують ефективно розділення, концентрування, вилучення, деструкцію шкідливих домішок у водних системах і газових середовищах, переробку та утилізацію відходів</p>	<p>використанні стабілізаторів накипоутворення  <u>Лекція 2. Безстічні системи охолодження</u>  <u>Лекція 3. Системи теплопостачання в промисловості та комунальних господарствах</u>  <u>Лекція 4. Підготовка енергетичної води при застосуванні реагентних методів</u>  <u>Лекція 5. Підготовка енергетичної води при застосуванні іонообмінних методів</u>  <u>Лекція 6. Підготовка знесоленої води при застосуванні мембранних методів</u>  <u>Лекція 7. Переробка мінералізованих концентратів</u>  <u>Лекція 8. Корозійна активність води</u>  <u>Лекція 9. Знекиснення води для зниження корозійної активності води</u></p>	
<p>Проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати.</p>		<p><u>Лабораторне заняття 2. Фосфатування води (гексаметафосфат, ортофосфат, триполіфосфат натрію)</u>  <u>Лабораторне заняття 3. Вплив температури на ефективність реагентного пом'якшення води</u>  <u>Лабораторне заняття 4. Іонообмінне пом'якшення води</u>  <u>Лабораторне заняття 5. Регенерація катіонітів при пом'якшенні води</u>  <u>Лабораторне заняття 7. Деманганація природних вод підземних джерел</u>  <u>Лабораторне заняття 8. Очищення води методом флотації</u></p>

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота займає 40% часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної

роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися глибоко аналізувати сучасні підходи до розробки та впровадження новітніх технологій кондиціонування та очищення води, виходячи із характеристик води і вимог до якості очищеної води. Він повинен вміти створювати найбільш ефективні методи очищення води.

<b>№ з/п</b>	<b>Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання</b>	<b>Кількість годин СРС</b>
<b>Розділ 1. Підготовка води для систем промислового водопостачання</b>		
1	<p>Коригування мінералізації опрісненої води. Література: [10] с. 540-542; [11] с. 138-146.</p> <p>Вибір схем водопостачання та водовідведення промислових підприємств. Література: [14] с. 20-25.</p> <p>Експлуатація систем водопостачання Література: [10] с. 543-564</p> <p>Ліофільні та ліофобні колоїдні системи. Умови коагуляції ліофобних колоїдних систем Література: [2] с. 38-84; [3] с. 32-41; [8] с. 132-156</p> <p>Застосування іонообмінного пом'якшення та знесолення води в підготовці питної, технічної та енергетичної води. Методи регенерації іонообмінних фільтрів. Переробка регенераційних розчинів. Література: [2] с. 165-193; [3] с. 130-136; [5] с. 174-196; [10] с. 394-419; [11] с. 60-70</p> <p>Застосування непористих мембран. Мембранна дистиляція Література: [2] с. 195-221; [3] с. 188-195</p>	26
<b>Розділ 2. Зниження корозійної активності води для використання в системах промислового водопостачання</b>		
2	<p>Концентрування розчинів кислоти та лугу для повторного використання. Література: [11] с. 179-193.</p> <p>Раціональне використання водних ресурсів Література: [10] с. 633-657</p> <p>Суть способу дегазації і галузі його застосування. Розчинність газів у воді Література: [10] с. 319-321.</p>	14
3	<b>Підготовка до МКР</b>	4
4	<b>Підготовка до заліку</b>	4
	<b>Всього</b>	<b>48</b>

## 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://cropaia.com/water-treatment-pro/>
- [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)

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:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	ДКР	Семестровий контроль
5	4	120	18	18	36	48	1	-	залік

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

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за роботу на практичних заняттях та лабораторних роботах, за написання модульної контрольної роботи. Семестровим контролем є залік.

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

#### Виконання завдань на практичних заняттях.

Ваговий бал на практичних заняттях складає по 7 балів; передбачається 3 виступи на заняттях.

Виконання лабораторних робіт. Ваговий бал за 1 лабораторну роботу складає 7 балів.

Критерії оцінювання виконання практичного завдань та лабораторних робіт

Повнота та ознаки виконання завдання	Практичні заняття	Лабораторні заняття
Завдання виконане в повній мірі		7
Незначні недоліки за пунктом 1		6

Несвоєчасне виконання завдання	4-5
Несвоєчасне виконання завдання, недоліки за п. 1	2-3
Неякісне виконання завдання	1
Невиконання завдання	0

Модульні контрольні роботи

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	14-15
У відповіді не наведено другорядні чи залежні від основних параметри (матеріали)	10-13
У відповіді не наведено половину основних і кілька другорядних параметрів чи матеріалів	6-9
Відповідь поверхнева без аналізу параметрів, умов, матеріалів, фактів, неповні висновки	1-5
Контрольна робота не зарахована	0

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R_c = 3 \cdot 7 + 7 \cdot 7 + 15 \cdot 2 = 100 \text{ балів}$$

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

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

Максимальна сума балів складає 100. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів. Необхідною умовою допуску до заліку є рейтинг, що складає не менше 40% від рейтингової шкали (R), тобто 40 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг менше 0,6 R, а також ті, хто хоче підвищити загальний рейтинг, виконують залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються. Завдання контрольної роботи містять 2 запитання, які відносяться до різних розділів кредитного модуля. За правильну відповідь на кожне питання студенти отримують по 50 балів. Отже, максимальна кількість балів за залікову контрольну складає 50 балів  $\cdot 2 = 100$  балів. Система оцінювання окремих питань залікової контрольної роботи.

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь	47-50
У відповіді не наведено достатньої кількості фактів, прикладів, не зроблено висновків, або допущено окремі неточності;	21-46
Дана часткова відповідь, конкретне формулювання законів та термінів відсутнє або допущено грубі помилки;	1-20
Питання не зараховане або відсутнє	0

Перелік залікових запитань наведено у Розділі 9. Для отримання залікової оцінки, сума всіх отриманих протягом семестру рейтингових балів R переводиться згідно з таблицею:

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
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 дисципліни (освітнього компонента)

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

1. Охарактеризуйте застосування стабілізаторів накипоутворення та інгібіторів корозії.
2. Дайте характеристику стабілізаторам осадковідкладень на основі фосфатів.
3. Поясніть необхідність створення безстічних систем охолодження.
4. Наведіть основні переваги та недоліки використання закритих градирень в системах охолодження.
5. Поясніть в чому полягають переваги та недоліки реагентного пом'якшення води для підживлення систем охолодження.
6. Охарактеризуйте структуру і особливості використання систем тепlopостачання в промисловості та комунальних господарствах.
7. Наведіть способи захисту систем від осадковідкладень.
8. Охарактеризуйте інгібітори корозії адсорбційного типу.
9. Підвищення ефективності пом'якшення води за рахунок використання коагулянтів.
10. Охарактеризуйте застосування алюмінату натрію для зниження корозійної агресивності вапнованої води.
11. Охарактеризуйте розділення аніонів на аніонообмінних фільтрах.
12. Маловідходна іонообмінна технологія знесолення енергетичної води.
13. Охарактеризуйте застосування зворотнього осмосу для знесолення води.
14. Запропонуйте способи переробки концентратів зворотньоосмотичного очищення води.
15. Охарактеризуйте способи концентрування розчинів кислоти та лугу для повторного використання
16. Поясніть залежність корозійної активності води від температури та рівня мінералізації.
17. Поясніть залежність корозійної активності води від сольового складу та інтенсивності аерації.
18. Наведіть умови знекиснення води на редокситних фільтрах.
19. Опишіть переваги та недоліки реагентного знекиснення води.
20. Охарактеризуйте комбіновані методи знекиснення води.

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к.т.н., Трус І.М.

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

Погоджено методичною комісією ІХФ (протокол № 10 від 26.05.2023)