



**Фізико-хімічні основи процесів очищення води методом коагуляції**

**Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)**

**Реквізити навчальної дисципліни**

<b>Рівень вищої освіти</b>	<b>бакалавр</b>
<b>Галузь знань</b>	10 Природничі науки
<b>Спеціальність</b>	101 Екологія
<b>Освітня програма</b>	Екологічна безпека
<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова
<b>Форма навчання</b>	очна(денна)/дистанційна/змішана
<b>Рік підготовки, семестр</b>	3 курс/5 семестр
<b>Обсяг дисципліни</b>	4(120)
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	Залік
<b>Розклад занять</b>	4 години на тиждень (1 години лекційних, 1 година практичних занять та 2 години лабораторних занять)
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	Лектор: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/gomelya-mikola-dmitrovich.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/gomelya-mikola-dmitrovich.html</a> Практичні /Семінарські: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/gomelya-mikola-dmitrovich.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/gomelya-mikola-dmitrovich.html</a> Лабораторні заняття: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/shabljiy-tetyana-oleksandrivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/shabljiy-tetyana-oleksandrivna.html</a>
<b>Розміщення курсу</b>	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2698">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2698</a>

**Програма навчальної дисципліни**

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

Захист водних екологічних систем від негативного впливу є складною та важливою проблемою. Особливо це важливо для України, водні ресурси якої досить обмежені. При існуючих підходах до водокористування та водоспоживання значна частина природних вододім забруднені внаслідок антропогенного навантаження. Це стосується, насамперед, скиду стічних вод промислових підприємств. Складною є проблема освітлення та знебарвлення природних вод, зневоднення осадів, що утворюються при очищенні природних та стічних вод. Вирішити дані науково-технічні задачі можливо при використанні коагулянтів. Проте важливо правильно вибирати ефективні реагенти, оцінювати перспективність наявних коагулянтів, розробляти нові методи синтезу вискоефективних, але недоступних реагентів.

**Предмет навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи процесів очищення води методом коагуляції»** – реалізація підходів, що забезпечать високоякісну підготовку природних вод, надійне очищення стічних вод 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 «Фізико-хімічні основи процесів очищення води методом коагуляції»**

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань в області сучасних технологій, наукових розробок кондиціонування та очищення води методом коагуляції, комплексу умінь та навиків, необхідних для проведення наукових досліджень у даному напрямку, для створення сучасних та нових методів і технологій водопідготовки та очищення стічних вод для створення замкнених (безстічних) систем водокористування у промисловості та комунальних господарствах, для кваліфікованого управління водоспоживанням у промисловості та комунальних господарствах. Відповідно до мети підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

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

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи процесів очищення води методом коагуляції», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

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

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

Вивчення дисципліни «Фізико-хімічні основи процесів очищення води методом коагуляції» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом бакалавріату при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування: «Гідрологія», «Хімія з основами біогеохімії», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Біогеохімія», «Органічна хімія», «Аналітична хімія».

Дисципліна «Фізико-хімічні основи процесів очищення води методом коагуляції» 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 проєкту

### **3. Зміст навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи процесів очищення води методом коагуляції»**

#### **Розділ 1. Показники якості води**

Тема 1. Основні показники якості господарсько-питних та технічних вод

Тема 2. Класифікація забруднень по дисперсному стану. Вимоги до якості води різного призначення

Тема 3. Класифікація забруднень по дисперсному стану. Вимоги до якості води різного призначення

#### **Розділ 2. Реагентні методи очищення води. Метод коагуляції**

Тема 1. Коагуляція в процесах водоочищення та водопідготовки

Тема 2. Коагулянти в процесах очищення води

### **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. Гомеля М.Д., Крисенко Т.В., Омельчук Ю.А. Методи та технології очищення стічних вод: Навч. посіб. / – Севастополь: Інститут ядерної енергії та промисловості, 2012. – 244 с.
4. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Носачова Ю.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Фізико-хімічні основи процесів очищення води. Частина 1. Реагентні методи очищення води» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 75 с.
5. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Носачова Ю.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Фізико-хімічні основи процесів очищення води. Частина 2. Фізико-хімічні методи очищення води» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 74 с.
6. Гомеля М.Д., Глушко О.В., Носачова Ю.В. Методичні вказівки до проведення практичних занять та до виконання самостійної роботи з дисципліни «Фізико-хімічні основи очистки води» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», 2012.- 50 с.
7. Трус І.М., Галиш В.В., Скиба М.І., Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. Нові високоефективні методи очищення від розчинних та нерозчинних поліюгантів: монографія. / – К.: Кондор-Видавництво, 2020. – 272 с.

#### **Додаткова література**

8. Гончарук В.В. и др. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды. - К.: Наукова думка, 2005. – 399 с.
9. А.К. Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін, М.Т. Брик, П.І. Гвоздяк, Т.В. Князькова. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. – К.: Лібра. 2000 – 551 с.
10. Трус І.М. Маловідходні технології демінералізації води: монографія. – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 250 с.

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

8. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - <https://mepr.gov.ua/>
9. Промислова екологія. Спільнота фахівців-екологів - <http://www.eco.com.ua/>
10. Професійна Асоціація Екологів України (ПАЕУ) - <https://paeu.com.ua/>

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

**Лекційні заняття**

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Фізико-хімічні основи процесів очищення води методом коагуляції», 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
1	<p><b>Показники якості води</b>  <u>Основні показники якості господарсько-питних та технічних вод.</u>                      Фізичні та хімічні властивості води. Фізичні показники якості води. Органолептичні показники якості води. Хімічні показники якості води.                      Література: [1] с. 8-19; [2] с. 9-18; [7] с. 1-41; [8] с. 7-18; [9] с. 11-30.                      Завдання на СРС. Хімічна будова молекули води. Аномальні фізичні властивості води. Сучасні підходи до оцінки якості води.</p>	2
2.	<p><u>Класифікація забруднень води по їх дисперсному стану.</u>                      Гомогенні та гетерогенні системи. Вимоги до якості води господарсько-питного призначення. Вимоги до якості води в сільському господарстві. Вимоги до якості технічної води.                      Література: [1] с. 20-27; [2] с. 18-24; [7] с. 1-41; [8] с. 7-18; [9] с. 11-30; [10] с. 49-55.                      Завдання на СРС. Головні напрямки споживання води, джерела утворення стічних вод. Суспензії, зависі, колоїдні системи та істинні розчини.</p>	2
3.	<p><u>Еколого-гігієнічна класифікація поверхневих джерел питного водопостачання в Україні.</u>                      Екологічний стан поверхневих джерел водопостачання. Еколого-гігієнічна класифікація якості поверхневих вод, порядок та способи її застосування.                      Література: [1] с. 30-38; [2] с. 24-31.                      Завдання на СРС. Оцінка впливу промисловості, сільського</p>	2

	господарства та комунальних служб на якість води в природних водоймах. Класифікація водойм за якістю води. Блокові та інтегральні показники якості води.	
4	<p><b><u>Коагуляція в процесах водоочищення та водопідготовки</u></b>  <u>Коагуляція в процесах водоочищення .</u></p> <p>Колоїдні частки, будова, фізичне пояснення стабільності колоїдних систем. Будова подвійного електричного шару. Теорія стійкості іонстабілізованих колоїдних систем. Умови коагуляції ліофобних колоїдних систем.</p> <p>Література: [1] с. 38-84; [2] с. 32-41; [7] с. 132-156; [8] с. 56-67; [9] с. 104-141.</p> <p>Завдання на СРС. Ліофільні та ліофобні колоїдні системи, основні відмінності. Особливості стабільних ліофільних систем. Теорія будови ліофобних міцел за Штерном.</p>	2
5	<p><u>Коагуляція домішок в природній воді.</u></p> <p>Коагуляція домішок у природній воді. Гетерокоагуляція, взаємна коагуляція. Молекулярно-кінетична, гравітаційна та градієнтна коагуляція. Кінетика коагулювання гідрофобних золів. Теорія Смолуховського.</p> <p>Література: [1] с. 38-84; [2] с. 42-48; [7] с. 132-156; [8] с. 56-67; [9] с. 104-141.</p> <p>Завдання на СРС. Умови стійкості ліофобних колоїдних систем в присутності індиферентних електrolітів. Вплив електrolітів на дестабілізації колоїдних систем.</p>	2
6	<p><u>Стійкість ліофільних золів та умови їх дестабілізації.</u></p> <p>Стійкість ліофільних золів. Стабілізація суспензій поверхнево-активних речовин (ПАР). Концентровані дисперсії міцелоутворюючих ПАР. Структурно-механічний бар'єр в ліофільній стабілізації ліофобних часток. Умови дестабілізації ліофільних колоїдних систем.</p> <p>Література: [1] с. 38-84; [2] с. 48-58; [6] с. 233-284.</p> <p>Завдання на СРС. Основні види ПАР, особливості їх поведінки в колоїдних системах. Теорія Ребіндера. Механізм коагулювання ліофільних золів.</p>	2
7	<p><u>Коагулянти в процесах очищення води.</u></p> <p>Коагулянти в процесах освітлення та знебарвлення води. Гідроліз коагулянтів. Коагуляція і адсорбція. Агрегація та орієнтація. Вплив реакції середовища та концентрації протиіонів на процес коагуляції.</p> <p>Література: [1] с. 38-84; [2] с. 42-48; [7] с. 132-156; [8] с. 56-67; [9] с. 104-141.</p> <p>Завдання на СРС. Основні види реагентів для освітлення води. Переваги та недоліки солей металів при очищенні води. Органічні коагулянти</p>	2
8	<p><u>Отримання коагулянтів.</u></p> <p>Основні види реагентів для освітлення води. Переваги та недоліки солей металів при очищенні води. Алюмінієві коагулянти Отримання та</p>	2

	<p>властивості сульфату та гідроксосульфату алюмінію. Отримання високоосновних коагулянтів. Хлорид та гідроксохлориди алюмінію. Алюмінат натрію. Залізні коагулянти. Отримання залізних коагулянтів. Залізні коагулянти на основі сполук заліза(2) та заліза(3). Отримання залізних та змішаних коагулянтів.</p> <p>Література: [1] с. 38-84; [2] с. 64-69; [7] с. 132-156; [8] с. 56-67; [9] с. 104-141.</p> <p>Завдання на СРС. Сучасні підходи до синтезу високоосновних алюмінієвих коагулянтів. Основні види сировини, що використовуються для синтезу алюмінієвих коагулянтів.</p>	
9	<p>Висадження домішок з води</p> <p>Освітлення води відстоюванням. Висадження домішок із води. Теоретичні основи процесу висадження. Освітлення води в гідроциклонах. Освітлення води в завислому контактному середовищі.</p> <p>Література: [1] с. 38-113; [7] с. 162-184; [8] с. 101-117.</p> <p>Завдання на СРС. Теоретичні основи висадження часток в полідисперсних системах.</p>	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 вододім 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 вміння виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою і схемами;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опанувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<u>Характеристики якості води.</u>	2

	<p>Фізичні властивості води. Оганолептичні , фізичні, хімічні та бактеріологічні характеристики води.</p> <p>Література: [1] с. 8-37; [3] с. 32-97.</p> <p>Завдання на СРС. Бактеріальне забруднення води.</p>	
2	<p><u>Класифікація забруднень води по їх дисперсному стану.</u></p> <p>Розчинні і нерозчинні домішки у воді. Вимоги до якості води різного призначення.</p> <p>Література: [1] с. 85-113; [3] с. 70-97.</p> <p>Завдання на СРС. Вимоги до якості технічної води.</p>	2
3	<p><u>Стан водних екосистем.</u></p> <p>Еколого гігієнічна класифікація природних водойм. Розрахунок інтегрального показника якості води. Література: [1] с. 8-37; [3] с. 32-69.</p> <p>Завдання на СРС. Визначення блокових показників якості води.</p>	2
4	<p><u>Коагуляція в процесах водоочищення та водопідготовки.</u></p> <p>Колоїдні частки, будова, фізичне пояснення стабільності колоїдних систем. Будова подвійного електричного шару. Умови коагуляції ліофобних колоїдних систем. Ефективність використання індиферентного електроліту.</p> <p>Література: [1] с. 38-84; [2] с. 32-41; [7] с. 132-156; [8] с. 56-67; [9] с. 104-141.</p> <p>Завдання на СРС. Ліофобні колоїдні системи. Особливості стабільності ліофільних систем. Основні фактори що впливають на стабільність колоїдних систем.</p>	2
5	<p><u>Коагуляція домішок у природній воді.</u></p> <p>Освітлення та знебарвлення природних та стічних вод. Гетерокоагуляція, взаємна коагуляція. Молекулярно-кінетична гравітаційна та градієнтна коагуляція. Швидкість очищення води методом коагуляції.</p> <p>Література: [1] с. 38-84; [2] с. 42-48; [7] с. 132-156; [8] с. 56-67; [9] с. 104-141.</p> <p>Завдання на СРС. Вплив електролітів на дестабілізацію колоїдних систем. Вплив аніонів на ефективність коагуляції.</p>	2
6	<p><u>Стійкість ліофільних золів та умови їх дестабілізації.</u></p> <p>Стабілізація суспензій поверхнево-активних речовин (ПАР). Критична концентрація міцелоутворення. Ліофільна стабілізація ліофобних часток. Дестабілізації ліофільних колоїдних систем.</p> <p>Література: [1] с. 38-84; [2] с. 48-58; [6] с. 233-284.</p> <p>Завдання на СРС. ПАР в колоїдних системах. Теорія стійкості колоїдних систем Ребіндера. Механізм дестабілізації ліофільних золів.</p>	2
7	<p><u>Коагулянти в процесах очищення води.</u></p> <p>Визначення ефективності коагулянтів в процесах очищення води. Гідроліз солей алюмінію та заліза. Коагуляція і адсорбція. Вплив реакції середовища та концентрації протионів на процес коагуляції.</p> <p>Література: [1] с. 38-84; [2] с. 42-48; [7] с. 132-156; [8] с. 56-67; [9] с. 104-141.</p> <p>Завдання на СРС. Визначення ізоелектричної точки в процесі коагуляції.</p>	2
8	<p><u>Отримання алюмінієвих та залізних коагулянтів.</u></p> <p>Отримання та властивості коагулянтів. Сульфати алюмінію. Отримання гідроксохлоридів алюмінію.</p> <p>Отримання залізних коагулянтів на основі сполук заліза(2) та заліза(3).</p> <p>Отримання змішаних коагулянтів.</p>	2

	<i>Література: [1] с. 38-84; [2] с. 64-69; [7] с. 132-156; [8] с. 56-67; [9] с. 104-141. Завдання на СРС. Порівнянні характеристики сульфатів та хлоридів алюмінію. Використання відходів сульфату заліза для виробництва коагулянтів.</i>	
9	<i>Модульна контрольна робота</i>	█
	<i>Всього</i>	<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.*

<i>№ з/п</i>	<i>Назва лабораторної роботи</i>	<i>Кількість аудиторних годин</i>
1	<i>Вступ. Інструктаж з техніки безпеки, ознайомлення з програмою лабораторних робіт, видача методичної літератури</i>	2
2	<i>Визначення характеристик води</i>	6
3	<i>Вивчення процесу коагуляції</i>	12
4	<i>Проведення пробного коагулювання</i>	12
5	<i>Заключне заняття</i>	2
6	<i>Залік</i>	2
<b><i>Всього годин</i></b>		<b>36</b>

### 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.*

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми, що виносить на самостійне опрацювання</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
<b><i>Розділ 1. Показники якості води</i></b>		
1	<i>Хімічна будова молекули води. Аномальні фізичні властивості води. Сучасні підходи до оцінки якості води. Література: : [1] с. 8-37; [2] с. 9-18; [7] с. 1-41; [8] с. 7-18; [9] с. 11-30. Головні напрямки споживання води, джерела утворення стічних вод. Суспензії, зависі, колоїдні системи та істинні розчини. Література: : [1] с. 8-37; [2] с. 18-24; [7] с. 1-41; [8] с. 7-18; [9] с. 11-30; [10] с. 49-55. Оцінка впливу промисловості, сільського господарства та комунальних служб на якість води в природних водоймах. Класифікація</i>	20



	водойм за якістю води. Блокові та інтегральні показники якості води. <b>Література:</b> : [1] с. 8-37; [2] с. 9-31; [7] с. 1-41; [8] с. 7-18; [9] с. 11-30; [10] с. 49-55.	
<b>Розділ 2. Очищення води методом коагуляції</b>		
2	<p>Реагентні методи кондиціонування води: освітлення, знебарвлення, пом'якшення та опріснення води. Вилучення із води сульфатів реагентним методом. Переробка відходів реагентного кондиціонування води. Сучасні підходи до створення умов для глибокого пом'якшення води. Коригування лужності при глибокому пом'якшенні води.</p> <p><b>Література:</b> [2] с. 25-250.</p> <p>Ліофільні та ліофобні колоїдні системи, основні відмінності. Особливості стабільних ліофільних систем. Теорія будови ліофобних міцел за Штерном. Умови стійкості ліофобних колоїдних систем в присутності індиферентних електролітів. Вплив електролітів на дестабілізацію колоїдних систем.</p> <p><b>Література:</b> : [1] с. 38-84; [2] с. 32-48; [7] с. 132-156; [8] с. 56-67; [9] с. 104-141.</p> <p>Основні види ПАР, особливості їх поведінки в колоїдних системах. Теорія Ребіндера. Механізм коагулювання ліофільних золів.</p> <p><b>Література:</b> : [1] с. 38-84; [2] с. 48-58; [6] с. 233-284.</p> <p>Основні види реагентів для освітлення води. Переваги та недоліки солей металів при очищенні води. Органічні коагулянти. Сучасні підходи до синтезу високоосновних алюмінієвих коагулянтів. Основні види сировини, що використовуються для синтезу алюмінієвих коагулянтів.</p> <p><b>Література:</b> : [1] с. 38-84; [2] с. 58-69; [7] с. 132-156; [8] с. 56-67; [9] с. 104-141.</p> <p>Вибір реагентів, розрахунок дози реагентів при коагулюванні .</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 38-113; [2] с. 32-97; [7] с. 132-161; [8] с. 56-67, 70-73; [9] с. 104-148; [6] с. 233-284; [11d] с. 8-100</p> <p>Порівняльні характеристики алюмінієвих та залізних коагулянтів. Використання коагулянтів та флокулянтів.</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 38-113; [2] с. 32-69; [7] с. 132-156, с. 162-184; [8] с. 56-67, с. 101-117; [9] с. 104-141; [6] с. 233-284.</p> <p>Механізм коагулювання. Процеси агрегації та орієнтації при укрупненні пластівців в коагуляційному очищенні.</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 38-113; [2] с. 32-69; [7] с. 13</p>	24
	Підготовка до заліку	4
	Всього годин	48

## 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.shortcoursesportal.com/studies/56436/introduction-to-drinking-water-treatment.html>).

Але їхня сума не може перевищувати 25% від рейтингової шкали. Зарахування сертифікату з певного он-лайн профільного курсу одноразове.

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

### **Політика дедлайнів та перескладань**

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

### **Політика академічної доброчесності**

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

Політика 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	РГР	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**

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Виконання завдань на практичних заняттях.

Ваговий бал на 1,2 та 3 практичних заняттях складає по 6 балів; на практичних заняттях 4 – 8 – по 7 балів.

Виконання лабораторних робіт.

Ваговий бал за 1 лабораторну роботу складає 7 балів, за 2 та 3 лабораторні роботи складає по 10 балів.

Критерії оцінювання виконання практичного завдання

<b>Повнота та ознаки виконання завдання</b>	<b>Бали</b>		
	<b>Практичні заняття</b>	<b>Лабораторні заняття</b>	
Завдання виконане в повній мірі	6	7	10
Незначні недоліки за пунктом 1	5	6	8-9
Несвоєчасне виконання завдання	4	4-5	7
Несвоєчасне виконання завдання, недоліки за п. 1	2-3	2-3	2-6
Неякісне виконання завдання	1	1	1
Невиконання завдання	0	0	0

Модульні контрольні роботи

Ваговий бал – 10 балів. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: 10 балів x2 роботи = 20 балів

Критерії оцінювання контрольних робіт

<b>Повнота та ознаки відповіді</b>	<b>Бали</b>
Повна відповідь	10
У відповіді не наведено другорядні чи залежні від основних параметри (матеріали)	7-9
У відповіді не наведено половину основних і кілька другорядних параметрів чи матеріалів	4-6
Відповідь поверхнева без аналізу параметрів, умов, матеріалів, фактів, неповні висновки	1-3
Контрольна робота не зараховане	0

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = 3 \times 6 + 7 \times 5 + 7 \times 1 + 10 \times 2 + 10 \times 2 = 100 \text{ балів}$$

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 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:

<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, які виносяться на семестровий контроль**

1. Порівняйте неповну та повну еколого-гігієнічні оцінки якості води. Наведіть інтегральний показник якості води.
2. Розкрийте поняття: колоїдні частки, їх будова. Наведіть фізичне пояснення стабільності ліофобних колоїдних систем.
3. Наведіть класифікацію еколого-гігієнічної якості поверхневих вод. Охарактеризуйте основні показники якості води.
4. опишіть будову подвійного електричного шару. Поясніть теорію стійкості іонстабілізованих колоїдних систем.
5. Охарактеризуйте екологічний стан поверхневих джерел водопостачання.
6. Наведіть умови коагуляції ліофобних колоїдних систем.
7. Наведіть вимоги до якості технічних вод.
8. Поясніть кінетику коагулювання гідрофобних золів.
9. Наведіть вимоги до якості води господарсько-питного призначення.
10. Розкрийте поняття: стабілізація суспензій поверхнево-активних речовин.
11. Наведіть класифікацію забруднень по фазово-дисперсному складу.
12. Поясніть природу структурно-механічного бар'єру в ліофільній стабілізації ліофобних часток.
13. Охарактеризуйте органолептичні та бактеріологічні показники якості води.
14. Поясніть гідроліз коагулянтів.
15. Охарактеризуйте фізичні показники якості води.
16. Дайте характеристику алюмінієвим коагулянтам.
17. Охарактеризуйте хімічні показники якості води.
18. Наведіть умови дестабілізації ліофільних колоїдних систем.
19. Охарактеризуйте фізичні та хімічні властивості води.
20. Дайте характеристику залізним коагулянтам.
21. Наведіть методики отримання сульфатмістких алюмінієвих коагулянтів.
22. Наведіть методики отримання коагулянтів на основі сполук заліза.
23. Наведіть методики отримання гідроксохлоридів алюмінію.
24. Наведіть методики отримання змішаних коагулянтів, що містять залізо та алюміній.
25. Охарактеризуйте коагулянти на основі алюмосилікатів.
26. Наведіть методики отримання гідроксоалюмінату натрію.

27. Порівняйте ефективності коагулянтів при освітлення природних вод (на прикладі Дніпровської води).
28. Порівняйте ефективності коагулянтів при знебарвленні розчинів гумату натрію та природних вод.
29. Порівняйте ефективності коагулянтів при освітлення забруднених стічних вод.
30. Порівняйте ефективності коагулянтів при освітлення природних модельних суспензій бентоніту та каоліну.
31. Порівняйте ефективності коагулянтів при освітленні суспензії крохмалів у воді.

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

*Складено проф., д.т.н., Гомелею М. Д.*

*Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 13 від 23.06.2021р.)*

*Погоджено методичною комісією ІХФ ( протокол № 11 від 25.06.2021)*