



Технології очищення води

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (освітньо-професійний)
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	3 (90)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік
Розклад занять	3 години на тиждень (1 година лекційних та 2 години лабораторних занять)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/shablji-tetyana-oleksandrivna.html Лабораторні: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/shablji-tetyana-oleksandrivna.html
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4195

Програма навчальної дисципліни

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

природних ресурсів та зміною стану навколишнього природного середовища. Негативні явища, що виникли внаслідок антропогенного впливу на природу, останнім часом безпосередньо загрожують здоров'ю та існуванню людей. На сьогоднішній день в Україні майже немає водойм, води яких належать до першої категорії якості, значна частина населення не забезпечується якісною питною водою. Тому існує гостра необхідність докорінної зміни стратегії водоспоживання та водокористування, у запровадженні ресурсозберігаючих замкнутих систем у промисловості та енергетиці. Для успішного вирішення завдань захисту та збереження природних водних об'єктів такі фахівці мають бути добре обізнані із сучасними методами та технологіями очищення води.

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань в області сучасних методів очищення води, комплексу умінь та навиків, необхідних для проведення наукових досліджень в даному напрямку, для створення сучасних технологій водопідготовки та очищення стічних вод, для кваліфікованого управління існуючими технологічними процесами.

Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- Здатність використовувати теоретичні основи екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування, основні принципи та складові екологічного управління;
- Здатність проектувати та реалізовувати технології очищення та переробки вихідних газів, стічних вод та твердих відходів.

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

- Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поводження з виробничими відходами;
- Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування;
- Забезпечувати безпеку персоналу та навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері хімічної інженерії.

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 вивчення наступних дисциплін: «Загальна та неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Аналітична хімія», «Прикладна хімія», «Інструментальні методи хімічного аналізу».

Дисципліна «**Технології очищення води**» забезпечує виконання атестаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Показники якості води.

Тема 1. Показники якості води.

Розділ 2. Реагентні методи очистки води.

Тема 2. Механічні методи очищення води.

Тема 3. Коагуляція в процесах водоочищення та водопідготовки.

Тема 4. Флокуляція в процесах очищення води.

Розділ 3. Очищення води флотацією.

Тема 5. Очищення води флотацією.

Розділ 4. Адсорбція та іонний обмін в очищенні води

Тема 6. Адсорбційні методи очищення води.

Іонообмінний метод очищення води.

Розділ 5. Мембранні методи очищення води

Тема 7. Мембранні методи очищення води.

Розділ 6. Деструктивні методи очищення води

Тема 8. Деструктивні методи очищення води.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

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. 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.
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 1. Реагентні методи очищення води» для студентів напряму підготовки 6.040106 “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” – К.: НТУУ “КПІ”, 2012. – 75 с.
6. 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.

7. 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 напрямку підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», 2012.- 50 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. Гвоздик, Т.В. Князькові. 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

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

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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 в області сучасних технологій кондиціонування природних та очищення стічних вод;
- 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 результатів 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)
1	<u>Показники якості води.</u> Фізичні та хімічні властивості води. Основні показники якості води: фізичні, органолептичні, хімічні та бактеріологічні. Класифікація забруднень по дисперсному стану. Вимоги до якості води господарсько-питного призначення. Вимоги до води, що використовується в сільському господарстві. Вимоги до технічної води. Література: [1] с. 8-19, с. 18-27; [3] с. 9-18; [9] с. 11-30.

	<i>Завдання на СРС. Хімічна будова молекули води. Аномальні фізичні властивості води. Сучасні підходи до оцінки якості води. Головні напрямки споживання води, джерела утворення стічних вод. Суспензії, зависі, колоїдні системи та істинні розчини.</i>
2	<u>Механічні методи очищення води.</u> <i>Механічні методи видалення грубодисперсних домішок з води. Загальна характеристика способів - проціджування, відстоювання. Пісковловлювачі. Відстійники. Процес фільтрування, вимоги до фільтрів з зернистою загрузкою. Принципи роботи гідроциклонів і центрифуг.</i> Література: [1] с. 38-113. <i>Завдання на СРС. Механізми очищення води фільтрування. Особливості роботи швидких та повільних фільтрів. Технологічні дослідження по визначенню гідравлічної крупності осаду. Теоретичні основи висадження часток в полідисперсних системах. Утворення наливних динамічних мембран.</i>
3	<u>Коагуляція в процесах водоочищення та водопідготовки.</u> <i>Загальні положення очищення води коагуляцією. Колоїдні частки. Теорія стійкості іонстабілізованих колоїдних систем. Механізм очищення води при коагуляції. Визначення оптимальної дози коагулянту. Отримання та властивості коагулянтів. Алюмінієві коагулянти. Залізні та змішані коагулянти.</i> Література: [1] с. 38-84; [3] с. 32-69; [9] с. 104-141; [8] с. 233-284. <i>Завдання на СРС. 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 дестабілізації колоїдних систем. Основні види реагентів для освітлення води. Переваги та недоліки солей металів при очищенні води. Органічні коагулянти.</i>
4	<u>Флокуляція в процесах очищення води.</u> <i>Класифікація флокулянтів. Структура молекул флокулянтів і їх стан у водному розчині. Заряд макромолекул флокулянтів. Механізм флокуляції. Споруди, які використовуються в процесах коагуляції та флокуляції.</i> Література: [1] с. 85-113; [3] с. 70-97; [9] с. 141-148. <i>Завдання на СРС. Особливості структури молекул флокулянтів. Водорозчинність високомолекулярних сполук. Роль флокулянтів в процесах очищення води. Ньютонівська та неньютонівська рідина. Динамічна, кінематична, приведена та характеристична в'язкість розчинів.</i>
5	<u>Очищення води флотацією.</u> <i>Загальні поняття та положення. Теоретичні основи флотації. Способи флотаційної обробки. Флотація з виділенням повітря з розчину. Флотація з механічним диспергуванням повітря. Електрофлотація. Біологічна, хімічна, іонна флотація.</i> Література: [1] с. 114-134; [3] с. 160-180. <i>Завдання на СРС. Місце флотації в технологічних процесах хімічних виробництв, процесах очищення води. Роль ПАР та флокулянтів при виділенні розчинних речовин методом пінного фракціонування. Основні конструкції флотаційних установок. Основні критерії оцінки ефективності процесів флотації.</i>
6	<u>Адсорбційні методи очищення води.</u> <i>Адсорбція. Основні поняття і визначення. Адсорбенти. Оцінка основних технологічних параметрів адсорбційного очищення води від розчинених органічних речовин. Регенерація адсорбентів. Адсорбційні установки.</i> Література: [1] с. 135-164; [3] с. 98-129; [9] с. 239-299. <i>Завдання на СРС. Пористість органічних, неорганічних, природних та синтетичних адсорбентів. Вибірковість адсорбції. Вплив характеристик розчинника, його взаємодії з компонентом на процеси адсорбції. Оцінка ступеню дисоціації органічних молекул. Зміна стану розчинів ПАР в залежності від їх концентрації.</i>

7	<u>Іонообмінний метод очищення води.</u> Визначення методу. Загальні поняття. Селективність іонів. Визначення ємності іоніту в статичних умовах. Визначення адсорбційної ємності в динамічних умовах. Регенерація іоніту. Класифікація іонітів. Технологія обробки води на іонітових фільтрах. Приклади технологічних схем обробки води. Література: [1] с. 165-194; [3] с. 130-159; [9] с. 193-232; 287-299. Завдання на СРС. Набрякання іонітів. Вплив радіусів гідратації іонів на їх сорбцію на іонітах. Застосування теорії «жорстких» та «м'яких» кислот та основ до оцінки селективності іонообмінних смол. Специфіка синтезу катіонітів різної кислотності. Визначення робочої обмінної ємності іоніту з урахуванням кінетичних факторів.
8	<u>Мембранні методи очищення води.</u> Загальні положення та визначення. Селективність та продуктивність мембран. Стабільні характеристики мембрани. Баромембранні процеси. Мембранні процеси з використанням непористих мембран. Мембранна дистиляція. Фактори, які визначають продуктивність мембран. Суть методу електродіалізу Література: [1] с. 195-221; [2] с. 181-209; [9] с. 337-367. Завдання на СРС. Конструкції установок для очищення води методом мембранної дистиляції. Застосування антискалантів в баромембранних процесах очищення води Отримання кислот, луку та активного хлору електродіалізом. Застосування методів переробки концентратів. Основні методи отримання мембран.
9	<u>Деструктивні методи очищення води.</u> Очищення води деструктивними методами. Класифікація деструктивних методів. Окислювально-відновлювальні процеси з використанням хімічних реагентів. Хлор та його сполуки. Передхлорування і дехлорування. Застосування сполук марганцю в окислювальних процесах. Пероксид водню. Озон. Термоокислювальні методи очищення води. Радіаційні методи очищення води. Знезараження води бактерицидними променями. Знезараження води ультразвуковими хвилями Література: [1] с. 223-237; [3] с. 210-224; [9] с. 452-478. Завдання на СРС. Озонування води. Використання озонідів. Конструкції електролізерів. Джерела іонізуючого випромінювання.

Лабораторні заняття

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 60 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавр з хімічної технології. Метою лабораторних занять є розвиток у студентів експериментальних навичок, дослідницького підходу до вивчення предмету, закріплення теоретичного матеріалу.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість аудиторних годин
1	Вступ. Інструктаж з техніки безпеки, ознайомлення з програмою лабораторних робіт, видача методичної літератури	4
2	Дослідження процесу освітлення водних суспензій на насипних механічних фільтрах	4
3	Реагентне пом'якшення води	4
4	Вивчення процесу коагуляції	4
5	Освітлення води при використанні флокулянтів	4
6	Очищення води методом флотації	4
7	Адсорбція органічних речовин вугіллям в статичних умовах.	4
8	Очищення стічних вод баромембранним методом	4
9	Модульна контрольна робота	2

10	Залік	2
Всього годин		36

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота займає 40 % часу вивчення дисципліни, 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 знання щодо методів та технологій очищення води.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Показники якості води		
1	Хімічна будова молекули води. Аномальні фізичні властивості води. Сучасні підходи до оцінки якості води. Література: : [1] с. 8-37; [3] с. 9-18; [9] с. 11-30. Головні напрямки споживання води, джерела утворення стічних вод. Суспензії, зависі, колоїдні системи та істинні розчини. Література: : [1] с. 8-37; [3] с. 18-24; [9] с. 11-30. Оцінка впливу промисловості, сільського господарства та комунальних служб на якість води в природних водоймах. Класифікація водойм за якістю води. Блокові та інтегральні показники якості води. Література: : [1] с. 8-37; [3] с. 9-31; [9] с. 11-30.	4
Розділ 2. Реагентні методи очистки води		
2	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 дестабілізації колоїдних систем. Література: : [1] с. 38-84; [3] с. 32-48; [9] с. 104-141. Основні види ПАР, особливості їх поведінки в колоїдних системах. Теорія Ребіндера. Механізм коагулювання ліофільних золів. Література: : [1] с. 38-84; [3] с. 48-58; [8] с. 233-284. 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. Література: : [1] с. 38-84; [3] с. 58-69; [9] с. 104-141. Особливості структури молекул флокулянтів. Водорозчинність високомолекулярних сполук. Роль флокулянтів в процесах очищення води. Література: : [1] с. 38-113; [5] с. 70-73. Ньютонівська та неньютонівська рідина. Динамічна, кінематична, приведена та характеристична в'язкість розчинів. Література: [1] с. 38-113; [3] с. 77-83. Особливості хімічних властивостей кисневих сполук кремнію. Полісілоксани. Література: [1] с. 38-113; [3] с. 83-90; [9] с. 141-148. Флокулянти на основі полівінілацетату. Отримання полівінілового спирту. Напрямки модифікування даних флокулянтів. Література: [1] с. 38-113; [3] с. 90-97. Теоретичні основи висадження часток в полідисперсних системах. Література: [1] с. 38-113.	4

	Механізм очищення води на повільних фільтрах. Утворення наливних динамічних мембран. Література: [1] с. 38-113. Вибір реагентів, розрахунок дози реагентів при коагулюванні та флокуляції. Література: [1] с. 38-113; [3] с. 32-97; [9] с. 104-148; [8] с. 233-284. Порівняльні характеристики алюмінієвих та залізних коагулянтів. Вибір катіонних, аніонних та неіонних флокулянтів. Література: [1] с. 38-113; [3] с. 32-69; [9] с. 104-141; [8] с. 233-284. Механізм коагулювання. Процеси агрегації та орієнтації при укрупненні пластівців в коагуляційному очищенні. Література: [1] с. 38-113; [3] с. 32-69; [9] с. 104-141; [8] с. 233-284. Експериментальне визначення середньої молекулярної маси флокулянтів. Література: [1] с. 38-113; [3] с. 70-97; [9] с. 141-148. Порівняння характеристик, переваг та недоліків повільних та швидких фільтрів. Напірні механічні фільтри. Література: [1] с. 38-113. Вибір флокулянтів в залежності від електрокінетичного потенціалу колоїдних та завислих часток. Механізм флокуляції. Література: [1] с. 38-113; [3] с. 70-97; [9] с. 141-148.	
Розділ 3. Очищення води флотацією		
3	Місце флотації в технологічних процесах хімічних виробництв, процесах очищення води. Література: [1] с. 114-134; [3] с. 160-16. Роль ПАР та флокулянтів при виділенні розчинних речовин методом пінного фракціонування. Література: [1] с. 114-134; [3] с. 163-169. Оцінка ефективності процесів напірної, пневматичної та електрохімічної флотації. Вибір та оцінка ефективності піноутворювачів в процесах пневматичної флотації. Вибір типу та доз флокулянтів. Основні критерії оцінки ефективності процесів флотації. Література: [1] с. 114-134; [3] с. 160-180. Основні конструкції флотаційних установок. Література: [1] с. 114-134; [3] с. 169-174.	3
Розділ 4. Адсорбція та іонний обмін в очищенні води		
4	Фізична, активована адсорбція та хемосорбція. Пористість органічних, неорганічних, природних та синтетичних адсорбентів. Вибірковість адсорбції. Вплив характеристик розчинника, його взаємодії з компонентом на процеси адсорбції. Залежність енергії адсорбції від структури функціональних груп та структурних елементів молекул органічних речовин. Література: [1] с. 135-164; [3] с. 98-116; [9] с. 239-266. Оцінка ступеню дисоціації органічних молекул. Зміна стану розчинів ПАР в залежності від їх концентрації. Визначення сорбційної ємності адсорбентів в статичних та динамічних умовах. Сорбційна ємність адсорбенту до проскоку, повна адсорбційна ємність. Математичні моделі процесів адсорбції. Література: [1] с. 135-164; [3] с. 98-129; [9] с. 239-299. Розрахунок енергії адсорбції різних органічних речовин. Розрахунок часу захисної дії адсорбенту за Шиловим. Література: [1] с. 135-164; [3] с. 130-159; [9] с. 193-232, с. 287-299. Радіуси гідратованих іонів. Набрякання іонітів. Вплив радіусів гідратації іонів на їх сорбцію на іонітах. Застосування теорії «жорстких» та «м'яких» кислот та основ до оцінки селективності іонообмінних смол.	3

	Література: [1] с. 165-194; [3] с. 130-143; [9] с. 193-228; [3д] с. 173-190. Специфіка синтезу катіонітів різної кислотності. Сучасні методи синтезу хлорметилованих сополімерів стиролу та дивініл бензолу. Література: [1] с. 165-194; [3] с. 143-159; [9] с. 220-232, 287-299. Визначення робочої обмінної ємності іоніту з урахуванням кінетичних факторів. Застосування іонного обміну в енергетиці. Іонообмінне вилучення з води іонів важких та кольорових металів. Відновлювальна регенерація аніонітів в хроматній формі. Література: [1] с. 165-194; [3] с. 130-159; [9] с. 193-232, с. 287-299.	
Розділ 5. Мембранні методи очищення води		
	Конструкції установок для очищення води методом мембранної дистиляції. Література: [1] с. 195-221; [3] с. 188-195; [9] с. 337-354. Застосування антискалантів в баромембранних процесах очищення води. Література: [1] с. 195-221; [3] с. 195-199; [9] с. 337-354. Отримання кислот, лугу та активного хлору електродіалізом. Застосування методу для переробки концентратів. Література: [1] с. 195-221; [3] с. 199-203; [9] с. 340-367. Основні методи отримання іонообмінних мембран та дифузійних мембран. Керамічні мембрани. Отримання та застосування їх. Стабілізаційна обробка води в мембранних процесах очищення. Література: [1] с. 195-221; [3] с. 181-209; [9] с. 337-367.	2
Розділ 6. Деструктивні методи очищення води		
	Озонування води. Використання озонідів. Література: [1] с. 223-237; [3] с. 210-216; [9] с. 452-478. Каталітичне парофазне окислення органічних домішок у воді. Література: [1] с. 223-237; [3] с. 216-220; [9] с. 460-468. Конструкції електролізерів. Джерела іонізуючого випромінювання. Література: [1] с. 223-237; [3] с. 220-224; [9] с. 460-478. Озоніди. Методи отримання та способи використання їх. Література: [1] с. 223-237; [3] с. 210-224; [9] с. 452-478.	2
4	Модульна контрольна робота з розділів 1-6	4
5	ДКР	10
6	Залік	4
	Всього годин	36

Індивідуальні завдання

Згідно робочого навчального плану виконання індивідуального завдання студентом передбачено у вигляді виконання домашньої контрольної роботи. Крім того, навантаження по самостійній роботі студенти реалізують при підготовці до проведення лабораторних робіт, при обробці результатів лабораторних досліджень, підготовці до модульної контрольної роботи та заліку.

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://croapaia.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.

- 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 аспіранта; 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	Лекц.*	Практ.*	Л/р*	СРС	МКР	ДКР	Семестрова атестація
8	3	90	18	-	36	36	1	1	залік

* - у відповідності до чисельності студентів у групі кількість лекційних, практичних та лабораторних занять може бути пропорційно змінено з урахуванням індивідуальних занять

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

1. три контрольних роботи (МКР поділяється на 3 роботи тривалістю по 30 хвилин),
2. роботу на 7 лабораторних заняттях,
3. написання ДКР.

Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання:

1. Модульні контрольні (тести).

Ваговий бал – 20. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: 20 балів x 3 роботи = 60 балів

Критерії оцінювання контрольних робіт

Бал	Повнота відповіді
17-20	«відмінно», творче розкриття одного з питань, вільне володіння матеріалом
13-16	«добре», неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями
4-12	«задовільно», Неповне розкриття питання (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки
1-3	Незадовільна робота (не відповідає вимогам на 3 бали)
0	Відсутність роботи.

2. Робота на лабораторних заняттях.

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних роботах дорівнює: 4 бали x 7 л/р = 28 балів

Критерії оцінювання знань студентів

Бал	Повнота відповіді
4	Своєчасне повне виконання л/р, проведення розрахунків за даними експерименту, оформлення та захист л/р
3	Незначні недоліки за пунктом 1, Несвоєчасний захист л/р
2	Несвоєчасне виконання л/р
1	Несвоєчасне виконання л/р, недоліки в розрахунках та оформленні л/р
0	Невиконання л/р

В разі виконання та захисту всіх лабораторних робіт вчасно надаються 3 преміальні бали.

3. Виконання ДКР.

Критерії оцінювання індивідуального завдання студента

Бал	Повнота відповіді
10...12	«відмінно», творчий підхід до розкриття проблеми
7...9	««добре», глибоке розкриття проблеми, відображена власна позиція
4...6	«задовільно», обґрунтоване розкриття проблеми з певними недоліками
2...3	«достатньо», реферат компілятивного рівня або тему розкрито неповністю
0...1	«незадовільно», тему не розкрито, реферат не захищений
-1	За кожний тиждень запізнення з поданням реферату від встановленого терміну

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R=20*3+4*7+12=100 \text{ балів}$$

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 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 90 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 45 балів.

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

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу (тест). При цьому зберігаються бали, що були отримані студентом протягом семестру за виконання лабораторних робіт (тах 28 балів). Отже, на залікову контрольну роботу виноситься 100-28=72 бали.

Кожне питання тесту оцінюється в 1 бал.

Таким чином:

$$28+72=100 \text{ балів}$$

Сума балів за кожен з чотирьох запитань контрольної роботи переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею.

Рейтингова шкала з дисципліни

Бали $R=r_n+r_z$	Університетська шкала
95...100 балів	Відмінно
85...94 балів	Дуже добре
75...84 балів	Добре
65...74 балів	Задовільно
60...64 балів	Достатньо
$R < 60$ балів	Незадовільно
Якщо $r_c < 40$ балів або не виконані інші умови допуску до заліку	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік тематик ДКР

1. Технологія пом'якшення води для оборотних систем охолодження.
2. Технологія пом'якшення води для замкнутих систем охолодження.
3. Технологія отримання енергетичної води.
4. Отримання питної води з морської води.
5. Технологія знезалізнення води.
6. Технологія вилучення марганцю з природних вод.
7. Знезараження води УФ-променями та УЗ.
8. Методи знезараження води для невеликих автономних об'єктів.
9. Умови, які визначають необхідність фторування води. Технологія фторування та знефторування води.
10. Технологія вилучення кремнію з води.
11. Стабілізація води. Обробка води для боротьби з накипоутворенням в системах охолодження.
12. Стабілізація води. Обробка води для боротьби з біобростанням в системах охолодження.
13. Стабілізація води. Обробка води для попередження корозії трубопроводів та теплообмінних апаратів.
14. Методи регенерації мембран.
15. Методи переробки регенераційних розчинів, що утворюються при іонному обміні.
16. Технологія підготовки технічної води (на прикладі конкретної галузі).
17. Реагентні методи усунення іонів важких металів.
18. Регенерація іонітів.
19. Технології регенерації адсорбентів.
20. Галузь використання мікробіологічних методів. Аеробні та анаеробні технології.
21. Класифікація осадов, що утворюються при очищенні води. Методи їх переробки.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено проф., д.т.н., Шаблій Т.О.

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

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 11 від 25.06.2021 р.)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.