

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут
(повна назва підрозділу)

Експлуатація суднових енергетичних установок та теплоенергетика
(повна назва кафедри)



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

С.О. Слободян

» _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Обробка технологічних рідин та стічних вод
Treatment of the Technological Liquids and Sewages

рівень вищої освіти

бакалаврський

тип дисципліни

обов'язкова

мова(и) викладання

українська

Миколаїв – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Обробка технологічних рідин та стічних вод» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань

Галузь знань: 14 Електрична інженерія

(шифр і назва)

спеціальності 144 «Теплоенергетика»

(шифр і назва)

освітня програма Теплоенергетика

(зазначаються повна назва освітньої програми)

« 10 » 05 2024 р – 34с.

Розробник: Шаповалов Юрій Олександрович, к.т.н., доцент, Семенов Микола Миколайович, викладач.

Робота робочої програми навчальної дисципліни «Обробка технологічних рідин та стічних вод» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА»

к.т.н., доцент



Юрій ШАПОВАЛОВ

Робота робочої програми навчальної дисципліни «Обробка технологічних рідин та стічних вод» розглянуто на засіданні кафедри ЕСЕУ та ТЕ

Протокол № 12 від « 30 » 05 2024 р.

завідувач кафедри



Богдан ЛИЧКО

Робота робочої програми навчальної дисципліни «Обробка технологічних рідин та стічних вод» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 3 від « 10 » 06 2024 р.

Голова



Сергій СЕРБІН

Робота робочої програми навчальної дисципліни «Обробка технологічних рідин та стічних вод» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу



Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Обробка технологічних рідин та стічних вод» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від « 26 » 06 2024 р.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	7
3. Передумови для вивчення дисципліни.....	7
4. Очікувані результати навчання.....	8
5. Програма навчальної дисципліни.....	9
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	16
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	16
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	18
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	22
10. Рекомендовані джерела інформації.....	22
Додатки.....	26

ВСТУП

Анотація

Дисципліна формує у студентів теоретичні знання та практичні навички в області підготовки, очищення та обробки технологічних рідин і стічних вод, що широко застосовується в енергетичних, промислових та комунальних системах. Вона охоплює фізико-хімічні, біологічні, мембранні, електрохімічні й екстракційні методи очищення води та інших рідин від механічних, колоїдних, розчинених, органічних і неорганічних домішок.

Особлива увага приділяється принципам дії й розрахункам обладнання, такому як освітлювачі, фільтри, флотатори, дегазатори, йонітні фільтри, адсорбери та мембранні апарати. Студенти вивчають сучасні технології обробки, регенерації та утилізації, а також принципи екологічної безпеки та законодавчі вимоги до якості очищення.

Дисципліна забезпечує ґрунтовну підготовку майбутніх фахівців теплоенергетики для участі в проєктуванні, експлуатації та модернізації систем водопідготовки на промислових об'єктах, ТЕС, суднах, а також у сфері водоочищення та екологічної інженерії.

Ключові слова: очищення рідин; стічні води; водопідготовка; технологічні рідини; фільтрація; флотація; коагуляція; біологічне очищення; дегазація; іонообмін; екстракція; мембранні процеси; електродіаліз; дистиляція; виморожування.

Abstract

The discipline forms in students theoretical knowledge and practical skills in the field of preparation, purification and treatment of technological liquids and wastewater, which is widely used in energy, industrial and municipal systems. It covers physicochemical, biological, membrane, electrochemical and extraction methods for purifying water and other liquids from mechanical, colloidal, dissolved, organic and inorganic impurities.

Special attention is paid to the principles of operation and calculations of equipment such as clarifiers, filters, flotation devices, degassers, ion exchange filters, adsorbers and membrane devices. Students study modern technologies of treatment, regeneration and disposal, as well as the principles of environmental safety and legislative requirements for the quality of purification.

The discipline provides thorough training for future heat and power engineering specialists to participate in the design, operation, and modernization of water treatment systems at industrial facilities, thermal power plants, and ships, as well as in the field of water treatment and environmental engineering.

Keywords: liquid purification; wastewater; water treatment; process fluids; filtration; flotation; coagulation; biological treatment; degassing; ion exchange; extraction; membrane processes; electrodialysis; distillation; freezing.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 7	Галузь знань: 14 Електрична інженерія	Обов’язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки:	
Змістових модулів –3		3-й	3-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/po-lozhennya-nuk/opis-opp/opp-teploenerhetika-bakalavr/	Спеціальність: 144 Теплоенергетика Освітня програма: Теплоенергетика	Семестр	
Індивідуальне науково- дослідне завдання: (Курсова робота)		5-й	5-й
Загальна кількість годин 210		Лекції	
		30 год.	14 год.
		Практичні	
		30 год.	14 год.
		Лабораторні	
15 год.		8 год.	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5; самостійної роботи студента – 9;	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		135 год.	174 год
		Індивідуальне завдання: курсова робота – 90 год.	
		Вид контролю: екзамен	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування у здобувачів освіти знань про основні фізико-хімічні, біологічні, електрохімічні та мембранні процеси очищення технологічних рідин та стічних вод, а також набуття навичок розрахунку, проєктування та вибору обладнання для водоочисних установок, що застосовуються в енергетичних, промислових і комунальних об'єктах. Дисципліна забезпечує засвоєння технологій, спрямованих на видалення гетерогенних та гомогенних домішок, дегазацію, дезактивацію, демінералізацію й знесолення рідин з урахуванням нормативних екологічних вимог та принципів ресурсозбереження.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Обробка технологічних рідин та стічних вод» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ІК-1 Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми теплоенергетичної галузі у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ФК3 Здатність проєктувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання

ФК5 Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.

ФК9 Здатність розробляти плани і проєкти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен мати знання з таких попередніх навчальних курсів:

- Загальна хімія – знання складу і властивостей речовин, основ розчинності, кислотно-основної рівноваги, гідролізу, електрохімії.

- Фізика та фізична хімія – розуміння основ масо- та теплообміну, фазових переходів, механіки рідин.
- Технічна термодинаміка та теплообмін – принципи зміни стану рідин, теплові процеси в енергетичних системах.
- Інженерна графіка та опір матеріалів – для читання схем і креслень обладнання, розуміння конструктивних рішень.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

ПРН4 . Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

ПРН6 Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН7 Розробляти і проєктувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти.

ПРН11 Мати лабораторні/ технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

ПРН13 Розуміти основні методики проєктування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Методи обробки технологічних рідин та стічних вод від гетерогенних домішок

Тема 1. Вступ. Мета та задачі курсу. Характеристика технологічних рідин та стічних вод. Література. Знайомство з програмою курсу та системою контролю. Структура дисципліни. [стор. 6...11¹; стор. 27...392²; стор. 74...95³; Лекція 1⁴; стор. 3...9⁵]

Тема 2. Класифікація стічних вод. Вимоги до фізико-хімічного складу рідин. Вимоги до якості води, яку скидають у природні водоймища. [стор. 39...49²; стор. 95...102³; Лекція 1⁴; стор. 8...29⁶]

Тема 3. Прояснення рідин від грубодисперсних речовин. Суспензії й емульсії. Обробка рідин відстоюванням та в циклонах. Фільтрування та флотація домішок. [стор. 79...101²; стор. 148...181³; Лекція 2⁴; стор. 34...71⁵]

Тема 4. Очищення стічних вод та рідин від колоїднодисперсних речовин. Технологія обробки коагулянтами та флокулянтами. Відокремлення завислих речовин центрифугуванням. Прояснення води в шарі завислого осаду. Електрофільтрування. . [стор. 75...83¹; стор. 103...149²; стор. 118...138³; Лекція 3⁴; стор. 71...76⁵; стор. 22...30⁶]

Тема 5. Видалення з рідин розчинених газів. Суть способу дегазації і галузі його застосування. Розчинність газів у воді. Фізичні та хімічні методи дегазації. [стор. 27...392²; стор. 74...95³; Лекція 4⁴; стор. 119...129⁵]

Тема 6. Біологічне очищення рідин. Зміст і межі застосування біологічного очищення води. Аеробні процеси очищення води від органічних речовин. Анаеробні процеси очищення рідин. [стор. 479...490²; стор. 565...582³; Лекція 5⁴; стор. 199...205⁵]

Тема 7. Технологія біологічного очищення. Біологічне очищення у штучних умовах. Ґрунтовні методи біологічного очищення стічних вод. Глибоке доочищення промислових стічних вод. [стор. 490...500²; стор. 5824...592³; Лекція 5⁴]

Змістовий модуль 2. Методи обробки технологічних рідин та стічних вод від гомогенних домішок

Тема 8. Хімічне і електрохімічне очищення рідин. Суть способу та сфери його застосування. Хімічне осадження домішок. Виділення металів цементацією. Розчинність речовин. Електролітичне виділення металів. [стор. 157...171²; стор. 283...308³; Лекція 6⁴; стор. 171...179⁵]

Тема 9. Іонообмінні процеси у технології підготовки рідин та стічних вод. Суть способу та сфери його застосування. Характеристика властивостей йонітов. Регенерація йонітов. [стор. 193...236²; стор. 394...419³ ; Лекція 7...8⁴; стор. 85...89⁵; стор. 31...38⁶]

Тема 10. Обробка рідин адсорбцією. Суть методу та сфери його застосування. Вибір адсорбентів для обробки рідин. Кінетика і динаміка адсорбції органічних домішок. [стор. 239...259²; стор. 337...351³ ; Лекція 9⁴; стор. 101...114⁵]

Тема 11. Методи регенерації адсорбентів після очищення стічних вод від органічних речовин. [стор. 259...299²; стор. 351...371³ ; Лекція 10⁴; стор. 114...117⁵]

Тема 12. Екстракційні процеси у технології підготовки технологічних рідин. Суть методу та сфери його застосування. Фізикохімія екстракційних процесів водо підготовки. Основні способи екстракції. Методи регенерації екстрагенту. [стор. 301...334²; стор. 489...499³ ; Лекція 11⁴; стор. 165...171⁵]

Тема 13. Дезодорація і знезараження води. Суть методу та сфери його застосування. Дезодорація води окисниками та активованим вугіллям. Знезараження води. [стор. 301...334²; стор. 489...499³]

Тема 14. Очищення рідин мембранними методами. Зміст мембранних методів та галузі їх застосування. Класифікація мембран. Методи одержання мембран. Вплив технологічних параметрів на мембранні процеси. [стор. 11...53¹; стор. 27...392²; стор. 74...95³ ; Лекція 12⁴; стор. 48...54⁶]

Тема 15. Очищення рідин випарюванням, дистиляцією. Очищення рідин виморожуванням і кристалізацією газогідратів. Фізико- хімічні властивості газогідратів. [стор. 409...450²; стор. 505...517³ ; стор. 134...165⁵; стор. 39...47⁶]

Модуль 2. Проектування та креслення системи водопідготовки.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр	лаб	с.р.		Л*	пр	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Методи обробки технологічних рідин та стічних вод від гетерогенних домішок										
Тема 1. Вступ. Мета та задачі курсу. Характеристика технологічних рідин та стічних вод. Література. Знайомство з програмою курсу та системою контролю. Структура дисципліни.	6	2	-	2	2	19	1	-	-	5
Тема 2. Класифікація стічних вод. Вимоги до фізико-хімічного складу рідин. Вимоги до якості води, яку скидають у природні водоймища.	13	2	4	2	5	19	1	1	2	7
Тема 3. Прояснення рідин від грубодисперсних речовин. Суспензії й емульсії. Обробка рідин відстоюванням та в циклонах. Фільтрування та флотація домішок.	9	2	4	-	3	18	1	1	-	5
Тема 4. Очищення стічних вод та рідин від колоїднодисперсних речовин. Технологія обробки коагулянтами та флокулянтами. Відокремлення завислих речовин центрифугуванням. Прояснення води в шарі завислого осаду. Електрофільтрування.	15	2	6	4	3	19	1	2	2	9
Тема 5. Видалення з рідин розчинених газів. Суть способу дегазації і галузі його застосування. Розчинність газів у воді. Фізичні та хімічні методи дегазації.	6	2	2	—	2		1	1		6
Тема 6. Біологічне очищення рідин. Зміст і межі застосування біологічного очищення води. Аеробні процеси очищення води від органічних речовин. Анаеробні процеси очищення рідин.	4	2	—	—	2		1	-		5
Тема 7. Технологія біологічного очищення. Біологічне очищення у штучних умовах. Грунтовні методи	7	2	2	—	3		1	1		6

біологічного очищення стічних вод. Глибоке доочищення промислових стічних вод.										
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	60	14	18	8	20	60	7	6	4	43
Змістовий модуль 2. Методи обробки технологічних рідин та стічних вод від гомогенних домішок										
Тема 8. Хімічне і електрохімічне очищення рідин. Суть способу та сфери його застосування. Хімічне осадження домішок. Виділення металів цементацією. Розчинність речовин. Електролітичне виділення металів.	12	2	–	–	2	6	1	–	–	5
Тема 9. Іонообмінні процеси у технології підготовки рідин та стічних вод. Суть способу та сфери його застосування. Характеристика властивостей йонітов. Регенерація йонітов.	10	2	2	2	5	11	1	2	1	7
Тема 10. Обробка рідин адсорбцією. Суть методу та сфери його застосування. Вибір адсорбентів для обробки рідин. Кінетика і динаміка адсорбції органічних домішок.	12	2	2	–	2	7	1	2	-	4
Тема 11. Методи регенерації адсорбентів після очищення стічних вод від органічних речовин.		2	–	–	1	5	–	–	–	5
Тема 12. Екстракційні процеси у технології підготовки технологічних рідин. Суть методу та сфери його застосування. Фізикохімія екстракційних процесів водо підготовки. Основні способи екстракції. Методи регенерації екстрагенту.		2	2	–	2	7	1	1	–	5
Тема 13. Дезодорація і знезараження води. Суть методу та сфери його застосування. Дезодорація води окисниками та активованим вугіллям. Знезараження води.		2	2		2	7	1	1	–	5
Тема 14. Очищення рідин мембранними методами. Зміст мембранних методів та галузі їх застосування. Класифікація мембран. Методи одержання мембран. Вплив технологічних параметрів на мембранні процеси.		2	2	2	5	8	1	1	1	5

Тема 15. Очищення рідин випарюванням, дистиляцією. Очищення рідин виморожуванням і кристалізацією газогідратів. Фізико-хімічні властивості газогідратів.	11	2	2	3	6	9	1	1	2	5
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	60	16	12	7	25	60	7	8	4	41
<i>Усього годин</i>	120	30	30	15	45	120	14	14	8	84
Модуль 2. Роботаування та креслення системи водопідготовки										
Курсова робота	90				90	90				90
<i>Разом за курсом</i>	210	30	30	15	135	210	14	14	8	174

*Для студентів заочної форми проводяться оглядові лекції

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Складання схеми обробки рідин та стічних вод на підставі класифікації шкідливих домішок.	4	1
2	Вивчення конструкції відстійників та освоєння методики їх розрахунків.	2	1
3	Вивчення конструкції освітлювачів та освоєння методики їх розрахунків.	2	1
4	Вивчення конструкції флотаторів та освоєння методики їх розрахунків.	2	1
5	Вивчення конструкції фільтрів та освоєння методики їх розрахунків.	2	1
6	Вивчення конструкції електрокоагуляторів та камер пластівцеутворення. Освоєння методики їх розрахунків.	2	1
7	Вивчення конструкції дегазаторів та освоєння методики їх розрахунків.	2	1
8	Вивчення конструкції адсорберів та освоєння методики їх розрахунків.	2	1
9	Вивчення конструкції хлораторів та озонаторів та освоєння методики їх розрахунків.	2	1
10	Вивчення конструкції йонітних фільтрів та освоєння методики їх розрахунків.	2	1
11	Вивчення конструкцій мембранних установок та освоєння методики їх розрахунків.	2	1
12	Вивчення конструкцій установок з екстракції рідин та освоєння методики їх розрахунків.	2	1
13	Вивчення конструкцій опріснювачів. Освоєння методики розрахунків дистиляторів.	2	1
14	Вивчення конструкцій аеротенків та метантенків та освоєння методики їх розрахунків.	2	1
	<i>Разом</i>	30	14

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Визначення активності іонів водню (значення рН води)	2	1
2	Визначення жорсткості води	2	1
3	Вивчення процесу електрокоагуляції	4	2
4	Знесолення води методом іонного обміну і визначення основних показників якості	2	1
5	Дослідження роботи дистильатора	3	2
6	Визначення ефективності роботи електродіалізного апарату	2	1
	Разом	15	8

Самостійна робота

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	9	15
2	Підготовка до лабораторних робіт	12	18
3	Підготовка до практичних занять	14	36
4	Виконання КР	90	90
5	Підготовка до екзамену	10	15
	Разом	135	174

Завдання на виконання курсової роботи

Курсова робота – 3 кредити

Курсовий робота, який складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини з двох аркушів (формат А1 та А4). Тема та зміст курсової роботи пов'язані зі стислим аналізом усіх методів обробки технологічних рідин або стічних вод та детальною розробкою й аналізом елементів схем очищення рідин. Основою для курсового роботи слугує лекційний матеріал, ДСТУ тощо.

Пояснювальна записка та графічна частини курсового роботи виконуються згідно з вимогами ЄСКД й іншими нормативними документами.

Завдання на курсовий робота подано у додатку Г.

Метою виконання курсового роботи з дисципліни "Обробка технологічних рідин та стічних вод" є закріплення набутих навиків та їх практичне застосування при виборі методів та обладнання для очищення рідин.

Курсовий робота включає:

- розробка технології обробки рідин
- аналіз технологічного процесу обробки рідини.
- проектування технологічної схеми і вибір складу обладнання.
- розрахунки апаратів з очищення
- розрахунок схеми та визначення розрахункових параметрів апарату
- розрахунки конструктивних розмірів і робочих параметрів установки з

очищення

Курсовий робота повинен бути представлена пояснювальною запискою, яка оформлюється на аркушах формату А4 і містить оформлений згідно стандарту титульний аркуш, формулювання завдання на курсовий робота, постановку задачі, обґрунтування вибраної схеми обробки, результати, висновки, список використаних джерел. Графічну частину, яка складається з трьох креслень:

- Теплотехнологічна схема процесу (на 1 аркуші формату А4).
- План розташування апаратів у приміщеннях (на 1 аркуші формату А1)

За необхідності в роботі наводяться діаграми, таблиці.

В процесі виконання курсового роботи студенти повинні показати, що вміють правильно застосувати знання отримані при вивченні курсу "Обробка технологічних рідин та стічних вод".

Номер варіанта визначається за останньою цифрою номера залікової книжки

Таблиця 1 Вихідні дані для виконання курсової роботи «Проектування системи водопідготовки»

		В А Р І А Н Т И									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Корисна продуктивність очисних споруд, $Q_{\text{пов}}, \text{ м}^3/\text{год.}$	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
2	Корисна продуктивність установки, $Q, \text{ м}^3/\text{год.}$	350	450	500	550	600	650	700	750	800	850
3	Вміст завислих речовин, $\text{мг}/\text{дм}^3$	200	202	204	206	208	210	212	214	216	218

5	pH	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,6
6	Кольоровість, град	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
7	Температура, °C	11	12	13	14	15	14	13	12	11	12
8	Перманганатна окислюваність, мгО ₂ /дм ³	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,2	7,1	7,0	6,9
9	Запах, присмак, бал	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10	Вміст катіонів і аніонів г/дм ³ :										
	Ca ²⁺	76	72	70	76	77	76	72	70	76	77
	HCO ₃ ⁻	185	181	187	185	182	185	181	187	185	182
	Mg ²⁺	9,1	8,9	9,2	9,1	8,7	9,1	8,9	9,2	9,1	8,7
	SO ₄ ²⁻	71,7	69,1	72,1	71,3	71,7	71,7	69,1	72,1	71,3	71,7
	Na ⁺	28	34	35	33	29	28	34	35	33	29
	Cl ⁻	32	36	34	33	34	32	36	34	33	34
	SiO ₃ ²⁻	14,1	16,1	15,1	15,7	16,3	14,1	16,1	15,1	15,7	16,3

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Контроль успішності навчання здобувачів проводиться у формах поточного і підсумкового контролю.

Поточний контроль полягає у перевірці знань і практичної підготовленості здобувачів з певної завершеної частини навчальної дисципліни (змістового модуля), умінь виконання індивідуальних завдань.

Формами поточного контролю є:

- усні відповіді на практичних заняттях;
- виконання і захист лабораторних робіт;
- виконання розділів курсової роботи та його графічної частини;
- модульний контроль у формі тестування.

Підсумковий контроль – екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету. Підсумкова оцінка навчального курсу

включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість бал
ЗМ1	T1	Лабораторні заняття №1, 2 год.	5	Лабораторні заняття №1, 2 год.	5
	T2	Лабораторні заняття №2, 2 год	5	Лабораторні заняття №2, 2 год.	5
	T4	Лабораторні заняття №3, 4 год	5	Лабораторні заняття №3, 4 год	5
	T1-T7	Контрольна робота	10	Контрольна робота	10
ЗМ2	T9	Лабораторні заняття №4, 2 год	5	Лабораторні заняття №4, 2 год	5
	T14	Лабораторні заняття №6, 2 год	5	Лабораторні заняття №6, 2 год	5
	T15	Лабораторні заняття №5, 3 год	5	Лабораторні заняття №5, 3 год	5
	T9-T15	Контрольна робота	10	Контрольна робота	5
ПМК		Тест	10	Тест	10
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100

У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках здобувач освіти може набрати до 60 балів.

Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність,

участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання контрольних робіт	10+10=20 балів	10+10=20 балів
Виконання лабораторних робіт	5+5+5+5+5+5=30	5+5+5+5+5+5=30
Поточний модульних контроль	10 балів	10 балів
Всього	60	60

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – **40 балів**.

Право здавати заключний іспит дається здобувачеві освіти, якій із урахуванням проміжних оцінок і максимального балу заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заключного іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному і лабораторному заняттях та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на практичних заняттях та набутих навичок під час виконання завдань лабораторних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення

результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

8.1. Контроль та оцінювання знань на контрольній роботі

Контрольна робота	Критерії оцінювання
5	Глибоке розкриття питання теми, вільне володіння матеріалом, активна участь у роботі семінару, виступ у дискусії
4	Розкриття питання теми, вільне володіння матеріалом
3	Розкриття питання теми, недостатньо вільне володіння матеріалом
2	Неповне розкриття питання теми, недостатньо вільне володіння матеріалом
0	Незадовільне розкриття питання теми

8.2. Контроль та оцінювання знань за виконання лабораторних робіт

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач освіти виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач освіти виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує

	спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач освіти виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач освіти виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки
0	Робота не виконувалася
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (6 робіт по 5 балів).

8.3. Контроль та оцінювання знань за виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану та виконання курсової роботи.
	30	Робота оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але

		недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	20	Здобувач освіти відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	10	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями.
	10	Ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість.
	5	Ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, здобувач освіти чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	Здобувач освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Здобувач освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Здобувач освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Здобувач освіти невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь

		на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	Здобувач освіти невіпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	Здобувач освіти демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	Здобувач освіти невіпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію.

8.4. Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	4	4	3	2	1

8.5. Критерії оцінювання програмних результатів навчання здобувачів освіти під час екзамену

30...40 балів ставиться здобувачу, який демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь і навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, уміння приймати необхідні рішення в нестандартних ситуаціях, вільне володіння науковими термінами, високу комунікативну культуру;

20...29 балів ставиться здобувачу, який виявляє дещо обмежені знання навчального матеріалу, допускає окремі несуттєві помилки та неточності;

10...19 бали ставиться здобувачу, який засвоїв основний навчальний матеріал, володіє необхідними вміннями та навичками для вирішення стандартних завдань, проте, при цьому допускає неточності, не виявляє самостійності суджень, демонструє недоліки комунікативної культури;

0...9 балів ставиться здобувачу, який не володіє необхідними знаннями, вміннями, навичками, науковими термінами, демонструє низький рівень комунікативної культури.

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Матеріальне забезпечення: проектор, екран, стенди для проведення лабораторних робіт. Інформаційне забезпечення: платформа дистанційного навчання GOOGLE Classroom, платформа ZOOM, засоби дистанційної комунікації, Viber, пакет програмного забезпечення Microsoft Office, роздатковий матеріал, науково-технічна бібліотека НУК ім. адм. Макарова.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Трус І. М., Галиш В. В., Скиба М. І., Радовенчик Я. В., Гомеля М. Д. Нові високоефективні методи очищення води від розчинних та нерозчинних політантів. – К. : Кондор-Видавництво, 2024. – 272 с.
2. Запольський А. К., Мішкова-Клименко Н. А., Астрелін І. М., Брик М. Т., Гроздяк П. І., Князкова Т. В. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. – К. : Лібра, 2000. – 552 с.
3. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : підручник. – К. : Вища школа, 2005. – 671 с.
4. Електронний конспект лекцій з дисципліни «Обробка технологічних рідин та стічних вод» [Електронний ресурс] // Moodle НУК. – 2021. – Режим доступу: <https://moodle.nuos.edu.ua/> (доступ обмежено).
5. Рижков С. С., Луняка К. В., Самохвалов В. С., Літвак С. М. Обробка технологічних рідин та стічних вод : навч. посіб. – Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2021. – 316 с.
6. Семенов М. М., Чередніченко О. К., Шаповалов Ю. О. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Обробка технологічних рідин та стічних вод» [Електронне видання]. – Миколаїв : Вид-во НУК, 2016. – 49 с.

Допоміжна література

1. Айрапетян Т. С. Водопідготовка на підприємствах теплоенергетики з використанням На-катионітових фільтрів: монографія / Т. С. Айрапетян, І. М. Чуб. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 146 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/65101/1/2023%20печат.%209МН.pdf>

2. **Боженко М.Ф.** Водогрійні котельні для систем децентралізованого та помірно централізованого теплопостачання: навч. посіб. / М.Ф. Боженко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 124 с.
3. **Волошин М.Д., Щербак О.Л., Черненко Я.М., Корнієнко І.М.** Удосконалення технології біологічної очистки стічних вод: монографія. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2009. – 230 с. – Режим доступу: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054246.pdf>
4. **Дорощенко В. В.** Водопідготовка: навч. посіб. / В. В. Дорощенко, І. Г. Коцюба, Т. О. Єльнікова, О. І. Уваєва. – Житомир: ДУ «Житомирська політехніка», 2020. – 173 с. – Режим доступу: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/52584/mod_folder/content/0/Водопідготовка.pdf
5. **Мальований М.С., Петрушка І.М.** Очищення стічних вод природними дисперсними сорбентами: монографія. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2012. – 177 с. – Режим доступу: <https://librarygo.lpnu.ua/?elbook=ochyshhennya-stichnyh-vod-pryrodnyumu-dyspersnymu-sorbentamy>
- Мітченко Т. Є.** Новітні технології водопідготовки: лабораторний практикум / Т. Є. Мітченко, І. В. Косогіна. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 76 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/11ac1dfa-4356-4a49-a738-feb0bab0640e/download>
6. **Жмур Н.С.** Технологічні та біохімічні процеси очищення стічних вод на спорудах з аеротенками: підручник. – М.: Акварос, 2003. – 512 с.
7. **Саблій Л.А., Григорук О.Ю., Хомич Т.В.** Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: монографія. – Рівне: НУВГП, 2013. – 292 с. – Режим доступу: <https://ep3.nuwm.edu.ua/1703/1/731661%20zah.pdf>
8. **Толстопалова Н. М.** Теоретичні основи хімії та технології водопідготовки: навч. посіб. / Н. М. Толстопалова, Т. І. Обушенко, О. В. Сангінова. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 112 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/items/81d0139d-836d-41bc-81ae-2ebe7349de68>
9. **Яцик А. В.** Технологія води та водопідготовки харчових виробництв: навч. посіб. / А. В. Яцик, Ю. М. Грищенко, Л. А. Волкова, І. А. Пашенюк. – Київ: НУХТ, 2019. – 163 с. – Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5c90daad-8c91-4ebf-8797-94139fecb1ab/content>

Інформаційні ресурси в інтернет

1. Water Research [Електронний ресурс] // ScienceDirect. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/journal/water-research> – Назва з екрана. – Дата звернення: 26.05.2025.
2. Journal of Water Process Engineering [Електронний ресурс] // ScienceDirect. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-water-process-engineering> – Назва з екрана. – Дата звернення: 26.05.2025.
3. Journal of Water Chemistry and Technology [Електронний ресурс] // SpringerLink. – Режим доступу: <https://link.springer.com/journal/11962> – Назва з екрана. – Дата звернення: 26.05.2025.
4. Environmental Science: Water Research & Technology [Електронний ресурс] // Royal Society of Chemistry. – Режим доступу: <https://www.rsc.org/journals-books-databases/about-journals/environmental-science-water-research-technology/> – Назва з екрана. – Дата звернення: 26.05.2025.
5. Drinking Water Treatability Database (TDB) [Електронний ресурс] // United States Environmental Protection Agency. – Режим доступу: <https://www.epa.gov/water-research/drinking-water-treatability-database-tdb> – Назва з екрана. – Дата звернення: 26.05.2025.
6. Water Quality Portal (WQP) [Електронний ресурс] // USGS, EPA, NWQMC. – Режим доступу: <https://www.waterqualitydata.us/> – Назва з екрана. – Дата звернення: 26.05.2025.
7. Water Data for the Nation [Електронний ресурс] // U.S. Geological Survey (USGS). – Режим доступу: <https://waterdata.usgs.gov/> – Назва з екрана. – Дата звернення: 26.05.2025.
8. Water and Wastewater Treatment Market [Електронний ресурс] // Fortune Business Insights. – Режим доступу: <https://www.fortunebusinessinsights.com/water-and-wastewater-treatment-market-102632> – Назва з екрана. – Дата звернення: 26.05.2025.
9. Water Quality Data [Електронний ресурс] // USGS, EPA. – Режим доступу: <https://www.waterqualitydata.us/> – Назва з екрана. – Дата звернення: 26.05.2025.
10. Journal of Water Process Engineering* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-water-process-engineering> (дата звернення: 26.05.2025). – Доступ платний.

11. Water and Wastewater Management – Frontiers in Environmental Science* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/sections/water-and-wastewater-management> (дата звернення: 26.05.2025). – Відкритий доступ.
12. U.S. Environmental Protection Agency. *Industrial Wastewater Treatment Technology Database (IWTT)* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epa.gov/eg/industrial-wastewater-treatment-technology-database-iwtt> (дата звернення: 26.05.2025). – Відкритий доступ.
13. Lehner B., Grill G. *HydroWASTE – A global database of wastewater treatment plants* [Електронний ресурс] // HydroSHEDS. – Режим доступу: <https://www.hydrosheds.org/products/hydrowaste> (дата звернення: 26.05.2025). – Відкритий доступ.
14. U.S. Centers for Disease Control and Prevention. *National Wastewater Surveillance System (NWSS)* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cdc.gov/nwss/wastewater-surveillance.html> (дата звернення: 26.05.2025). – Відкритий доступ.
15. Data.gov – Wastewater datasets* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://catalog.data.gov/dataset?q=Wastewater> (дата звернення: 26.05.2025). – Відкритий доступ.
16. Water and Wastewater Treatment Market Report* [Електронний ресурс] // Fortune Business Insights. – Режим доступу: <https://www.fortunebusinessinsights.com/water-and-wastewater-treatment-market-102632> (дата звернення: 26.05.2025). – Частково відкритий доступ.
17. Bagheri M. et al. *Time Series Dataset for Modeling and Forecasting of N₂O in Wastewater Treatment* [Електронний ресурс] // arXiv. – 2024. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2407.05959> (дата звернення: 26.05.2025). – Відкритий доступ.
18. Sharma A. et al. *Machine Learning in Wastewater Treatment: Insights from Modelling a Pilot Denitrification Reactor* [Електронний ресурс] // arXiv. – 2024. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2412.14030> (дата звернення: 26.05.2025). – Відкритий доступ.

Модульна контрольна № 1

1. На які основні групи поділяють промислові стічні води?
2. Яким вимогам повинні задовольняти стічні води, що скидаються в міську каналізацію?
3. На основі яких положень можна зробити наукове обґрунтування технологічних прийомів очищення води?
4. Дайте визначення суспензії і емульсії. Перелічіть їх основні фізико-хімічні властивості?
5. У чому полягає зміст методу прояснення рідин у гідроциклонах? Назвіть межі його застосування.
6. У чому полягає зміст методу прояснення рідин відстоюванням? Назвіть межі його застосування.
7. У чому полягає зміст методу прояснення рідин флотацією та електрофлотацією? Назвіть межі їх застосування.
8. У чому полягає зміст методу очищення рідин коагуляцією і флокуляцією?
9. Які коагулянти застосовують для очищення природних і стічних вод? Назвіть межі їх застосування.
10. Які методи коагулювання ви знаєте і в чому полягає суть кожного з них?
11. Які флокулянти ви знаєте?
12. Які переваги флокулянтів перед коагулянтами в процесі очищення? У чому їх недоліки?
13. У чому полягає суть процесу селективної флокуляції?
14. У чому полягає суть процесу виділення завислих речовин із рідин центрифугуванням?
15. У чому полягає суть процесу електрофільтрування?
16. У чому полягає суть процесу очищення хімічним осадженням?
17. Що ви розумієте під розчинністю та які чинники на неї впливають?
18. Які чинники і як впливають на процес осадження металів цементацією?
19. Як здійснюється електролітичне осадження металів з водних розчинів?
20. Як можна виділити з рідин розчинені гази?
21. Залежно від яких параметрів і як змінюється розчинність газів у воді?

22. Сформулюйте закон Генрі і назвіть межі його застосування.
23. У чому полягає суть фізичних і хімічних методів дегазації води?
24. Які фізичні методи дегазації ви знаєте і в чому полягає їх суть?
25. Які хімічні методи дегазації ви знаєте і в чому полягає їх суть?
26. У чому полягає суть процесу іонообмінного очищення рідин?
27. Що таке статична і динамічна обмінні ємності йонітів?
28. На які складові частини умовно поділяють йоніт?
29. На які групи поділяють йоніти за природою матриці, зовнішнім виглядом, ступенем дисперсності, пористості та за типом і знаком протиіонів?
30. Які стадії характерні для кінетики процесу йонного обміну?

Модульна контрольна № 2

1. Опишіть основні стадії роботи йонітових фільтрів?
2. У чому полягає суть процесу адсорбції та межі її застосування?
3. Які адсорбенти ви знаєте?
4. Методи регенерування адсорбентів після очищення.
5. У яких межах доцільне застосування адсорбційних методів очищення?
6. На які типи поділяють адсорбенти залежно від характеру їх пористості?
7. Які переваги та недоліки мають синтетичні полімерні сорбенти перед вуглецевими?
8. У чому полягає суть процесу очищення рідин екстракцією?
9. Що таке селективність екстрагенту та як вона впливає на результати екстракції?
10. Які є способи екстракції за схемами контакту води рідин і екстрагенту? Схарактеризуйте їх.
11. Що таке фактор, або коефіцієнт екстракції?
12. Перелічіть основні типи екстракційних апаратів?
13. Схарактеризуйте основні методи регенерації екстрагенту: 1) з екстракту; 2) з рафінаду.
14. У чому полягає суть процесу очищення рідин мембранними методами.
15. Які мембранні методи ви знаєте?
16. Які мембрани ви знаєте, методи одержання мембран.

17. У чому полягає суть процесу очищення електродіалізу і які галузі його застосування?
18. Які конструктивні особливості електродіалізних апаратів?
19. Назвіть методи дезактивації води?
20. Які типи іонообмінних мембран ви знаєте? Характеризуйте їх.
21. У чому полягає суть процесу випаровування, які межі застосування?
22. У чому полягає суть процесу дистиляцією, які межі застосування?
23. У чому полягає суть процесу ректифікації, які межі застосування?
24. Які методи запобігання накипоутворенню ви знаєте?
25. У чому полягає зміст методів очищення стічних вод виморожуванням і кристалізацією газогідратів?
26. Схарактеризуйте різні способи опріснення мінералізованих вод методом виморожування.
27. У чому полягає відмінність методів опріснення води виморожуванням і кристалізацією газогідратів? Які переваги і недоліки цих методів?
28. Наведіть техніко-економічне зіставлення очищення стічних вод виморожуванням і кристалізацією з іншими методами (електродіалізом, зворотним осмосом, дистиляцією, йонним обміном).
29. В якому разі раціонально очищати стічні води виморожуванням і кристалізацією газогідратів?
30. У чому полягає суть процесу очищення деструктивними методами?
31. У чому полягає суть процесу очищення термоокислювальними методами?
32. У чому полягає суть процесу очищення електрохімічним окисленням?
33. У чому полягає суть процесу очищення радіаційними методами?
34. У чому полягає зміст біологічного очищення води?
35. Назвіть головні типи біологічних очисних споруд?
36. Які основні проблеми постають перед біологічним очищенням води?
37. Перелічіть основні схеми дегазації рідин.
38. Перелічіть основні схеми прояснення та обезбарвлення рідин коагуляцією.
39. Перелічіть основні схеми випарювання та дистиляції.
40. Перелічіть основні схеми прояснення рідин фільтруванням.
41. Перелічіть основні схеми іонообмінного очищення.

42. Перелічіть основні схеми прояснення рідин відстоюванням.
43. Перелічіть основні схеми флотації.

Додаток Б

Орієнтовний перелік рекомендованих тем рефератів, доповідей на конференціях та для наукових досліджень

1. Методи очищення води
2. Очистка стічних вод
3. Якість води
4. Проблеми очистки стічних вод
5. Методи очищення стічних вод
6. Забруднення водних ресурсів та методи очищення
7. Екологія води. Шляхи рішення мирової проблеми прісної води
8. Водні ресурси
9. Охорона виробничих стічних вод, методи очищення.
10. Комплексне використання водних ресурсів
11. Біологічна очистка стічних вод
12. Забруднення й очищення стічних вод
13. Дослідження можливості використання мікроорганізмів для очищення стічних вод від органічних забруднювачів
14. Методи очистки стічних вод от нафтопродуктів
15. Опис хімічних методів очищення стічних вод. Видалення іонів важких металів
16. Очищення стічних вод біотехнологічних виробництв.
17. Очищення стічних вод та утилізація відходів у виробництві соняшникової олії
18. Застосування полімерів у процесі очищення стічних вод на пивоварних заводах
19. Екстракційні методи очищення стічних вод
20. Коагуляція води й коагулянти
21. Мембранні технології очищення природної води
22. Повторне використання промивних вод
23. Системи та схеми водопостачання

Додаток В

Приклад завдання на курсову роботу

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. Кафедри ЕСЕУ та ТЕ
Б.М. Личко
"_____" "_____" 2025 р.

Кафедра Експлуатації суднових та стаціонарних енергетичних установок та теплоенергетики

Дисципліна Обробка технологічних рідин та стічних вод

Спеціальність Теплоенергетика

Курс III Група _____ Семестр 5

ЗАВДАННЯ

На курсовий проект (роботу) студента

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування системи водопідготовки
2. Строк здачі студентом закінченого проекту (роботи) 19.12.25
3. Вихідні дані проекту (роботи) Q- 10 м³/год; ЗР – 8 мг/л; СЗ -708 мг/л; рН – 7,3; Кисень - 15,1 мг/л; Лужність – 7,1 мг-екв/л; Твердість: карбона – 7,1 мг-екв/л, Загальна – 8,1 мг-екв/л; Вміст катіонів та аніонів у воді (мг/л): Ca⁺ - 91,2, Mg⁺ - 43,2, Na⁺ - 69, Fe³⁺ - 1, HCO³⁻ - 433, SO⁴⁻ - 125,5, Cl⁻ - 89,2, NO³⁻ - 0, NO₂ – 0, SiO₂²⁻ - 0.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) Вступ. Розробка технології обробки. Аналіз технологічного процесу обробки рідини. Проектування технологічної схеми і вибір складу обладнання. Аналіз типів апаратів найбільш придатних для даної технології. Опис обраної конструкції апаратів Розрахункова схема, визначення розрахункових параметрів. Розрахунки конструктивних розмірів і робочих параметрів апаратів.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним значенням обов'язкових креслень)
Технологічна схема процесу очищення
Креслення фільтру або освітлювача
6. Дата видачі завдання 13.09.24
Керівник курсового проекту Семенов М.М.

Завдання затверджене на засіданні кафедри "ССЕУ"

Протокол № _____ від "_____" "_____" 2024р.

Зав. Кафедри

"_____" "_____" 2024р.

Приклад 2-х екзаменаційних білетів

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Ступінь – бакалавр.

Освітня програма «Теплоенергетика»

Спеціальність G4.02_ «Теплоенергетика»

Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

Семестр: для денної форми навчання – 5;

для заочної форми навчання – 5.

Навчальна дисципліна – " Обробка технологічних рідин та стічних вод ".

БІЛЕТ № XX

1. Проаналізувати галузі використання прояснення технологічних рідин у гідроциклонах.
2. Проаналізувати та скласти схему очищення води від миш'яку.
3. Дати оцінку використанню тонкошарових відстійників при очищенні стічних вод.
4. Визначити витрату сірчаноокислого глинозему і вапна на обробку води 9000 м³/доб, якщо мутність досягає 110 мг/л, а лужність дорівнює 1,0 мг-екв/л.

Затверджено на засіданні кафедри суднових і стаціонарних енергетичних установок.

Протокол №__ від " __ " _____ 201_ р.

Завідувач кафедри

Екзаменатор

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Ступінь – бакалавр.

Освітня програма «Теплоенергетика»

Спеціальність G4.02_ «Теплоенергетика»

Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

Семестр: для денної форми навчання – 5;

для заочної форми навчання – 5.

Навчальна дисципліна – " Обробка технологічних рідин та стічних вод ".

БІЛЕТ № XX

1. Дати оцінку ефективності очищення рідин екстракцією.
2. Проаналізувати та скласти схему очищення стічних вод віскозного виробництва.
3. Провести аналіз недоліків освітлювачів ВНІГС та надати пропозиції по їх уникненню.
5. Визначити основні характеристики дірчастого змішувача для очисної станції з витратою води $16160 \text{ м}^3/\text{доб}$.

Затверджено на засіданні кафедри суднових і стаціонарних енергетичних установок.

Протокол №__ від " __ " _____ 201_ р.

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Екзаменатор

(підпис)

(прізвище та ініціали)