

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА»**

Факультет природничих наук

Кафедра хімії

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ**

Освітньо-наукова програма ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Спеціальність 102 Хімія

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 11 від “06” травня 2021 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Технології очищення води
Викладач (-і)	Доцент Татарчук Тетяна Романівна
Контактний телефон викладача	0500867345
Е-mail викладача	tetyana.tatarchuk@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота
Обсяг дисципліни	3 кредити, 90 годин
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://d-learn.pnu.edu.ua
Консультації	Щотижня
2. Анотація до курсу	
<p>Дисципліна «Технології очищення води» належить до нормативних дисциплін циклу професійної підготовки. Дисципліна «Технології очищення води» вивчається аспірантами спеціальності 102 Хімія у другому семестрі. Предмет спрямований на ознайомлення студентів із сучасними технологіями очищення води: фільтрування, коагуляція, мембранні процеси, адсорбція, іонний обмін, дезінфекція, біологічні процеси та видалення окремих забруднюючих речовин. Розглядається історія водопідготовки, типові забруднення води, фізичні та хімічні методи дезінфекції води, джерела забруднення води. Завдання курсу є вміння визначати умови очищення води від завислих та колоїдних домішок методом коагулювання; забезпечувати ефективне пом'якшення води при застосуванні основ, коагулянтів і флокулянтів, визначити необхідне співвідношення реагентів; визначити основні процеси переробки відходів та забезпечувати утилізацію відходів, що утворюються при очищенні води механічними та фізико-хімічними методами; визначити методи регенерації сорбентів; забезпечити ефективне очищення води іонообмінними методами; забезпечити ефективне очищення води сорбцією виходячи із вимог до якості води, характеристик води, характеристик сорбентів; забезпечити ефективне очищення та знезараження води деструктивними методами; забезпечувати ефективне очищення води мембранними методами. Без глибоких знань в області технологій очищення води неможлива підготовка висококваліфікованого фахівця в області хімії.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Метою курсу «Технології очищення води» є ознайомлення з теоретичними та технологічними питаннями, що стосуються різних процесів очистки води від домішок та забруднень природного чи антропогенного походження; отримання знань процесів освітлення та знебарвлення води методом коагулювання, щодо специфіки використання флокулянтів в процесах очищення води; вивчення характеристики коагулянтів та флокулянтів, визначення дози реагентів в залежності від якості води; визначення залежності основних параметрів очищення води відстоюванням, флотацією або фільтруванням від характеристик води, типу та витрати реагенту; вивчення процесів реагентного пом'якшення води різного рівня мінералізації та жорсткості при використанні композицій реагентів; вивчення процесів зневоднення осадів, отримання з них вторинних продуктів; оцінка придатності деструктивних методів для очищення та знезараження води; вивчення процесів очищення води сорбентами; вивчення процесів іонообмінного очищення води, регенерації іонітів; оцінка ефективності застосування мембранних методів очищення води; розробка технології підготовки та очищення води заданої якості.</p> <p>У результаті вивчення курсу аспірант повинен:</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> – класифікацію водних ресурсів в залежності від типу забруднюючих речовин; – основні реагенти та технології нейтралізації та пом'якшення природних та стічних вод; 	

- основні окислювальні та термоокислювальні методи очистки води;
- основні джерела бактерицидного забруднення поверхневих та підземних вод;
- хімізм процесів знезараження води хлором, киснем повітря, озоном, пероксидом водню та основні технологічні прийоми використання даних реагентів в очистці води та водопідготовці;
- технології знезараження води бактерицидними променями та ультразвуковими хвилями;
- технології механічної очистки, її апаратурне оформлення та фізико-хімічні засади флотації гідрофобних часток;
- фізико-хімічні основи процесів коагуляції, флотації та основні технологічні прийоми застосування коагулянтів та флокулянтів в процесах очистки води;
- основні типи коагулянтів та флокулянтів, що використовуються в технологіях водоочищення;
- методи безреагентної коагуляції, електрокоагуляції та особливості використання флотаційних установок;
- загальні поняття методу іонного обміну, визначення селективності поглинання іонів іонообмінними смолами, визначення ємності іоніту в статичних умовах, визначення адсорбційної ємності в динамічних умовах, визначення шляхів регенерації іоніту, аналіз класифікації іонітів, обґрунтування технології обробки води на іонітових фільтрах;
- основні поняття і визначення адсорбції, види адсорбентів, проведення оцінки основних технологічних параметрів адсорбційного очищення води від розчинених органічних речовин, визначення шляхів регенерації адсорбентів, ознайомлення з адсорбційними установками;
- загальні положення та означення баромембранного методу, селективність та продуктивність мембран, визначення стабільних характеристик мембран, особливості мембранної дистиляції, суть методу електродіалізу;
- основи і межі застосування біологічного очищення води;
- основи аеробних та анаеробних процесів очистки води та основні технологічні прийоми їх використання, шляхи регенерації активного мулу;
- загальні поняття екстракційного методу очистки води та використання процесів випаровування та дистиляції;
- області використання електроплазмових технологій, технології підготовки питної води, очистки стічних, шахтних та кар'єрних вод, приклади знесолення морської води;
- види осадів, що утворюються при очищенні природних та стічних вод, класифікацію методів обробки осадів;

ВМІТИ:

- використовуючи теоретичні знання та експериментальні дані, визначати умови ефективного пом'якшення та демінералізації води;
- на основі аналізу характеристик вихідної води, вимог до очищеної води та об'єму води, визначати спосіб та умови знезараження води;
- на підставі визначення компонентів у стічних водах та виходячи зі ступеня складності їх руйнування, вибирати деструктивний метод очищення води та умови його реалізації;
- використовуючи теоретичні положення процесу сорбції та експериментальні дані, визначати характеристики сорбентів при очищенні води від органічних та неорганічних домішок;
- виходячи з характеристик вихідної води, вимог до очищеної води та характеристик сорбентів, визначати умови сорбції очищення води;
- визначати методи регенерації сорбентів або шляхи їх утилізації;

- використовуючи наукові положення іонного обміну та експериментальні дані, визначати характеристики іонообмінних смол;
- визначати методи регенерації іонітів;
- використовуючи теоретичні основи мембранних процесів та експериментальні дані, визначати характеристики мембран;
- виходячи з характеристик вихідної води, вимог до очищеної води та характеристик мембран, визначати умови очищення води мембранним методом.

4. Результати навчання (компетентності)

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7. Здатність презентувати наукові матеріали та аргументи у письмовій та усній формі.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, як теоретичні так й експериментальні, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у галузі хімії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з хімії та суміжних галузей.

СК3. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних, методи комп'ютерного моделювання, спеціалізоване програмне забезпечення та електронні ресурси у науковій та навчальній діяльності.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з хімії та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН6. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

ПРН12. Застосовувати знання хімічних теорій до реальних процесів, прогнозувати фізико-хімічні властивості та реакційну здатність речовин.

5. Організація навчання курсу

Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	20
Лабораторні заняття	10
Самостійна робота	60

Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / Вибірковий
Другий	102 Хімія	Перший	Нормативний

Тематика курсу

Тема	Форма заняття	Літера- тура	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Тема 1. Вступ до водопостачання.	Лекція	[1 – 9]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 2. Джерела забруднення води.	Лекція	[1 – 9]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу

Лабораторна робота № 1. Аналіз природної та питної води.	Лабораторне заняття	[1 – 9]	ЛЗ – 4 год. СР – 8 год.	Максимальна оцінка – 10 балів	Згідно розкладу
Тема 3. Технології очищення води.	Лекція	[1 – 9]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 4. Фільтрування.	Лекція	[1 – 9]	Л – 2 год. СР – 4 год.	Максимальна оцінка – 5 балів	Згідно розкладу
Тема 5. Коагуляція.	Лекція	[1 – 9]	Л – 2 год. СР – 4 год.	Максимальна оцінка – 5 балів	Згідно розкладу
Лабораторна робота № 2. Аналіз суміші аналітів спектрофотометричним методом.	Лабораторне заняття	[1 – 9]	ЛЗ – 2 год. СР – 4 год.	Максимальна оцінка – 10 балів	Згідно розкладу
Тема 6. Мембранні процеси.	Лекція	[1 – 9]	Л – 2 год. СР – 4 год.	Максимальна оцінка – 5 балів	Згідно розкладу
Тема 7. Адсорбція.	Лекція	[1 – 9]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Лабораторна робота № 3. Адсорбційні властивості магнітокерованих сорбентів.	Лабораторне заняття	[1 – 9]	ЛЗ – 4 год. СР – 8 год.	Максимальна оцінка – 10 балів	Згідно розкладу
Тема 8. Іонний обмін.	Лекція	[1 – 9]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 9. Дезінфекція.	Лекція	[1 – 9]	Л – 2 год. СР – 4 год.		Згідно розкладу
Тема 10. Біологічні технології очищення води.	Лекція	[1 – 9]	Л – 2 год. СР – 4 год.	Максимальна оцінка – 5 балів	Згідно розкладу

6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	Залік: максимальна оцінка – 100 балів. Оцінка за лабораторні заняття та тестування – 50 балів. Залікова робота – 50 балів.
Лабораторні заняття	Кожна тема оцінюється максимально у 5 або 10 балів. Протягом семестру аспірант повинен здати 7 тем, оцінка за які в сумі складає максимум 50 балів.
Умови допуску до підсумкового контролю	Відвідування більше 50% лекційних та 100% лабораторних занять.

7. Політика курсу

<ul style="list-style-type: none"> • Неприпустимі списування, аспірант повинен вільно володіти матеріалом. • Лекційні заняття не відпрацьовуються, але знання лекційного матеріалу обов'язкове. • Якщо аспірант пропустив більше 50% лекційних занять, він повинен пройти тестування і тільки тоді буде допущений до складання заліку.

- Пропуски лабораторних занять відпрацьовуються наступним чином: опрацювання теми, а також здача теми в такий час, щоб не заважати проведенню інших лабораторних занять.
- Якщо аспірант не відпрацював пропущені лабораторні заняття, він не допускається до заліку.
- Обов'язковим є для отримання заліку відвідування більш 50% занять, робота на лабораторних заняттях, а також виконання самостійної роботи.

8. Рекомендована література

1. Metcalf & Eddy Inc. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Part 1. McGraw-Hill series in civil and environmental engineering, McGraw-Hill Education, 2013, ISBN 0077441214, 1058 p.
2. Mackenzie L. Davis. Water and Wastewater Engineering: Design Principles and Practice, Second Edition , 2020, McGraw-Hill, 1467 p. ISBN 9781260132274.
3. Amr, Salem S. Abu, Aziz, Hamidi Abdul. Advanced Oxidation Processes (AOPs) in Water and Wastewater Treatment, 2019, Engineering Science Reference (an imprint of IGI Global), ISBN 1522557679, Advances in environmental engineering and green technologies (AEEGT) book series.
4. Довідник сучасних технологій з очищення природної і стічної води та обладнання / [І. В. Панасюк та ін. ; під заг. ред. І. В. Панасюка] ; Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. – Київ: Медінформ, 2016. – 245 с. : іл., табл. – Бібліогр.: с. 231–234 (38 назв). – ISBN 978-966-409-191-3.
5. Фізико-хімічні та біологічні методи очистки стічних вод: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / С. М. Епоян [та ін.] ; Харків. нац. ун-т буд-ва та архіт. – Х. : Міськдрук, 2012. – 447 с. : іл., табл., портр. ; 20 см. – Бібліогр.: с. 440–442 (30 назв). – 500 пр. – ISBN 978-617-619-097-4.
6. Очищення стічних вод природними дисперсними сорбентами: [монографія] / М. С. Мальований, І. М. Петрушка ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2012. – 180 с. : іл. – Бібліогр.: с. 160–174 (171 назва). – ISBN 978-617-607-306-2.
7. Гіроль М.М., Гіроль А.М., Гіроль А.М. Технології водовідведення промислових підприємств: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 625 с.
8. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
9. Хільчевський В. К. Водопостачання і водовідведення: гідроекологічні аспекти: Підручник. [Електронний ресурс] – К.: ВПЦ «Київський університет», 1999. – 319 с.

Викладач _____ Т.Р. Татарчук