НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЇ ВОДИ
ІМ. А. В. ДУМАНСЬКОГО

ЗАТВЕРДЖЕНО
Вченою радою
Інституту колоїдної хімії та хімії води
ім. А. В. Думанського НАН України
Протокол № 10
від «13» 10 2023 р.

Директор Інституту колоїдної хімії та
хімії води ім. А. В. Думанського
НАН України,
академік НАН України
_____Владислав ГОНЧАРУК

ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

«Технології водопідготовки та водоочищення»

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	**10 – ПРИРОДНИЧІ НАУКИ**
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	**102 – ХІМІЯ**
СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ	**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА,** **КОЛОЇДНА ХІМІЯ**
РІВЕНЬ ОСВІТИ	**ТРЕТІЙ (ОСВІТНЬО-НАУКОВИЙ)**
КВАЛІФІКАЦіЯ	**ДОКТОР ФІЛОСОФІЇ**
ФОРМА НАВЧАННЯ	**ДЕННА**

КИЇВ – 2023

РОЗРОБНИК РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ:
Заст. директора з наукової роботи, старший науковий співробітник відділу хімії, фізики та біології води, д-р. хім. наук., ст. наук. співроб **Мельник Л.О.**

Програму затверджено на засіданні Вченої ради
Інституту колоїдної хімії та хімії води
ім. А. В. Думанського НАН України
протокол №10 від «23» 10 2023 року

Вчений секретар _____ Юрлова Л.Ю.

ВСТУП

Програму навчальної дисципліни за вибором аспіранта **«Технології водопідготовки та водоочищення»** складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «**доктор філософії**» в галузі природничих наук за спеціальністю **102 – «Хімія».**

Предметом вивчення навчальної дисципліни **«Технології водопідготовки та водоочищення»** є сучасні технологічні процеси підготовки води питного призначення, які забезпечують одержання води, що відповідає нормативним показникам, із використанням різних джерел водопостачання.

Міждисциплінарні зв'язки: Навчальна дисципліна **«Технології водопідготовки та водоочищення»** згідно з навчальним планом належить до переліку дисциплін за вибором аспіранта, яка викладається в рамках циклу професійної підготовки аспірантів зі спеціальності **102 – «Хімія»** на третьому році навчання.

Матеріал курсу забезпечує загальний та професійний розвиток аспіранта, слугує основою для самостійної експериментальної роботи, формує поглиблені знання в області сучасних технологій водопідготовки та водоочищення, а також комплекс умінь та навиків, необхідних для обґрунтованого вибору технологій водоочищення в залежності від вихідного складу води та вимог до якості кінцевого продукту.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів комплексу знань щодо сучасних технологій водопідготовки та водоочищення, надання базових знань про основні та альтернативні джерела питного водопостачання, загальні гігієнічні вимоги до якості питної води, формування умінь та компетенцій для обґрунтованого вибору та проектування технологій водоочищення в залежності від вихідного складу води.

Оволодіння програмою курсу сприятиме виконанню аспірантами завдань в рамках їх дисертаційної роботи та при дослідженнях з інших навчальних дисциплін, а також в подальшій науковій роботі. Матеріал курсу допоможе при аналізі інформаційних джерел, підготовці дисертаційної роботи, статей, доповідей на науково-практичних конференціях.

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни:

- Ознайомлення з основними фізико-хімічними та біологічними показниками якості води;
- Ознайомлення з нормативними документами (ДСТУ, СанПіН) щодо якості питної води та джерел питного водопостачання;
- Засвоєння знань щодо впливу окремих компонентів питної води на здоров’я людини, ознайомлення з поняттям фізіологічної повноцінності питної води;
- Засвоєння відмінностей між вимогами до питної води та води, що використовується для різних технологічних потреб;
- Формування сутності альтернативних джерел водопостачання;
- Вивчення основних технологічних процесів очищення природних вод з метою досягнення нормативних значень за різними фізико-хімічними показниками;
- Ознайомлення з сучасними технологіями знезаражування води;
- Ознайомлення з традиційними та альтернативними технологічними схемами підготовки питної води із природних джерел різної якості.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни повинні:

знати:

- Основні фізико-хімічні, біологічні та бактеріологічні показники якості води;
- Вимоги до якості води питного призначення та вод для різних технологічних потреб;
- Основні процеси освітлення та знебарвлення води, процеси знезараження води, процеси очищення води від індивідуальних хімічних речовин;
- Основні реагенти та технології пом'якшення води;
- Процеси знесолення води.

вміти:

- визначати за набором показників придатність конкретного джерела води для потреб питного водопостачання;
- визначити необхідність та спосіб коригування хімічного складу води для підготовки води відповідної якості.

В рамках даної дисципліни поглиблюються і розвиваються такі компетенції:

Універсальні компетенції:

- здатність до критичного аналізу, оцінки наявних знань, синтезу нових та складних ідей на основі логічних аргументів та експериментально перевірених фактів;
- здатність застосовувати творчий підхід до вирішення проблем очищення води при використанні джерел водопостачання різної якості;
- здатність генерувати нові ідеї у сфері водоочищення та водопідготовки, знаходити оптимальні рішення в нових умовах та ситуаціях.

Загальнопрофесійні компетенції:

- здатність самостійно здійснювати науково-дослідницьку діяльність в галузі технологій очищення води;
- комплексність у підході до володіння інформацією щодо сучасного стану технологій водоочищення та водопідготовки та сучасного рівня вимог до якості питної води;

- здатність до пошуку та аналізу інформації з різних джерел.

Професійні компетенції:

- здатність планувати та технічно організовувати проведення експериментальних досліджень в галузі водоочищення та водопідготовки з метою отримання нових знань;
- здатність обробляти, аналізувати та узагальнювати результати експериментальних та теоретичних досліджень у вигляді наукових публікацій.

• СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 академічних годин/4 кредити ЄКТС.

Модулі дисципліни і види занять.

№	Модулі дисципліни	Кількість кредитів ЄКТС	Обсяг навчальної роботи (в годинах)						Вид підсумкового контролю
			загальний обсяг	всього аудиторних	лекції	практичні	семінари	самостійна робота	
1	Основні фізико-хімічні та біологічні показники якості води	1	30	4	4	-	-	26	
2	Основні технологічні процеси підготовки питної води	3	90	30	16	14	-	60	
	Разом	**4**	**120**	**34**	**20**	14	**-**	86	**Екзамен**

Теми практичних робіт

№ п/п	Назва роботи	Кількість годин
1	Освітлення та знебарвлення поверхневої води в процесі мікрофільтраційної обробки	2
2	Очищення природної води від ПОС в процесі фільтрації через вугільний фільтр	4
3	Зм'якшення води в процесі іонообмінної обробки	2
4	Зм'якшення води в процесі нанофільтраційної обробки	2
5	Дослідження процесу знесолення модельних розчинів і реальної води в процесі нанофільтраційної та зворотноосмотичної обробки	4
Разом по практичних роботах		**14**

МОДУЛЬ 1. Основні фізико-хімічні та біологічні показники якості води

Тема 1. **Характеристика природних вод як джерела водопостачання.**

Фізико-хімічні показники якості природних вод.

Біологічні і бактеріологічні показники якості природних вод.

Системи класифікації природних вод.

Класифікація домішок і забруднень води на основі їх фазово-дисперсного стану по методу академіка Кульського Л.А.

ДСТУ 4808 "Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання".

Класифікація якості поверхневих вод України – джерел централізованого питного водопостачання за гігієнічними і екологічними критеріями.

Альтернативні джерела питного водопостачання.

Тема 2. **Основні нормативні показники якості питної води.**

ДСТУ 7525-2014 “Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості”.

ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною".

Поняття про фізіологічну повноцінність питної води.

Сучасні уявлення про шкідливість використання глибоко знесоленої води для питних цілей.

Вплив окремих компонентів питної води на здоров’я людини.

Вимоги до якості води різного призначення.

МОДУЛЬ 2. Основні технологічні процеси підготовки питної води

Тема 3. **Освітлення та знебарвлення води.**

Безреагентні та реагентні методи освітлення та знебарвлення води.

Фізико-хімічні основи очистки води коагулюванням.

Використання флокулянтів в процесах освітлення та знебарвлення води.

Основні типи коагулянтів та флокулянтів.

Контактна коагуляція. Електрокоагуляція.

Основи флотаційної очистки води.

Тема 4. **Знезараження води.**

Реагентні методи знезараження води. Основні переваги та недоліки.

Побічні продукти знезараження води в процесі хлорування та озонування.

Безреагентні методи знезараження води.

Новітні процеси знезараження води “зеленими” реагентами.

Тема 5. **Методи пом’якшення води.**

Технології реагентного пом'якшення води: вапняне, содове, лужне та фосфатне пом’якшення води.

Комбіновані методи пом’якшення води.

Іонообмінне пом'якшення води.

Пом’якшення води в процесі нанофільтрації.

Тема 6. **Мембранні процеси очищення води.**

Основи мембранних процесів. Типи мембран та мембранних апаратів.

Мікрофільтрація та ультрафільтрація в процесах освітлення та знебарвлення природних вод.

Знесолення води методами нанофільтрації, зворотного осмосу та електродіалізу.

Основні вимоги до води, що подається в електродіалізні та баромембранні установки.

Гібридні технології очищення води на основі мембранних процесів.

Тема 7. **Очищення води від сполук заліза та мангану**

Безреагентні та реагентні методи знезалізення води;

Безреагентні та реагентні методи деманганування води.

Тема 8. **Кондиціонування якості питної води за вмістом специфічних речовин природного походження.**

Видалення сполук бору борселективними сорбентами та в процесі мембранної обробки.

Видалення сполук арсену сорбційними та мембранними методами. Інтенсифікація процесу шляхом попереднього окиснення арсеніту до арсенату.

Сорбційні, іонообмінні та мембранні методи дефторування води.

Фторування води. Гігієнічні нормативи вмісту фториду у воді питного призначення.

Тема 9. **Методи усунення запахів та присмаків води.**

Аерування води.

Окислювальні методи.

Сорбційні методи дезодорації води.

Активоване вугілля – як найбільш перспективний сорбент для покращення органолептичних показників якості води.

Тема 10. **Сучасні технологічні схеми підготовки питної води**

Традиційні технологічні схеми одержання питної води.

Альтернативні технологічні схеми одержання питної води.

Біологічна стабільність води та шляхи її досягнення.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова:

1. Л. А. Кульский, П. П. Строкач. Технология очистки природных вод. -К.: Вища школа, 1986. - 352 с.

2. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води: Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 ««Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Мєшкова-Клименко Н.А., Косогіна І.В., Толстопалова Н.М. електронні текстові данні (1 файл: 3,0 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 141 с.

3. Запольский А.К. Очистка воді коагулированием. Каменец-Подольский: ЧП “Медоборы-2006”, 2011. – 296 с.

4. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды; под ред. акад. НАН Украины Гончарука В.В. - Киев: Наукова думк,. 2005. - 400 с.

5. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Радовенчик Я.В. Фізико-хімічні основи процесів очищення води: підручник. – К.: Кондор-Видавництво, 2019. – 256 с.

6. ДСТУ 4808:2007 Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 36 с.

7. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною.

8. ДСТУ 7525:20014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Київ: МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ України, 2014. 25 с.

Допоміжна:

1. Орлов В.О. Водопостачання та водовідведення: Підручник. /В.О. Орлов, Я.А. Тугай, А.М. Орлова. - К.: Знання, 2011.-359 с.

2. Goncharuk V. V., Zuy O. V., Melnik L. A., Mishchuk N. A., Naniieva A. V., Pelishenko A. V. Assessment of the Physiological Adequacy of Drinking Water by Means of Biotesting**.** *Chemistry for Sustainable Development***.** 2021. N 1. P. 34-39.

3. Melnik L.A., Krysenko D.A. Ultrapure Water: Properties, Production, and Use. *J. Water Chem. Technol.* 2019. 41. P**.** 143–150.

2. ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

Екзамен.

3. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

Діагностика успішності навчання аспірантів під час проведення **лекційних занять**:

- виконання письмових контрольних робіт по питаннях лекційного курсу;
- усні екзаменаційні завдання.

Діагностика успішності навчання аспірантів під час проведення **практичних робіт**:

- усне опитування;
- участь в обговоренні дискусійних питань.

Діагностика успішності навчання аспірантів під час виконання **індивідуальних завдань**:

- підготовка реферату.

Запитання до екзамену з навчальної дисципліни

“Технології водопідготовки та водоочищення”

1. Характеристика природних вод як джерела водопостачання. Системи класифікації природних вод.
2. Фізико-хімічні показники якості природних вод.

3. Біологічні і бактеріологічні показники якості природних вод.

4. Класифікація домішок і забруднень води на основі їх фазово-дисперсного стану по методу академіка Кульського Л.А.

5. Вимоги до якості води різного призначення.

6. ДСТУ 4808 “Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання”. Класифікація якості поверхневих вод України – джерел централізованого питного водопостачання за гігієнічними і екологічними критеріями.

7. Основні нормативні показники якості питної води. ДСТУ 7525-2014 “Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості”. ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною".

8. Поняття про фізіологічну повноцінність питної води. Сучасні уявлення про шкідливість використання глибоко знесоленної води для питних цілей.

9. Вплив окремих компонентів питної води на здоров’я людини.

10. Методи освітлення та знебарвлення води.

11. Фізико-хімічні основи очистки води коагулюванням.

12. Контактна коагуляція. Електрокоагуляція.

13. Використання флокулянтів в процесах освітлення та знебарвлення води.

14. Основи флотаційної очистки води.

15. Реагентні методи знезараження води. Основні переваги та недоліки.

16. Безреагентні методи знезараження води.

17. Новітні процеси знезараження води “зеленими” реагентами.

18. Методи зм’якшення води.

19. Мембранні процеси очищення води. Мікрофільтрація та ультрафільтрація.

20. Знесолення води методами нанофільтрації, зворотного осмосу та електродіалізу.

21. Основні методи очистки води від сполук заліза.

22. Процеси деманганації води.

23. Методи усунення запахів та присмаків води.
24. Методи знефторення та фторування води.
25. Методи кондиціонування води за вмістом бору.
26. Методи очищення води від сполук арсену.
27. Методи усунення запахів та присмаків води.
28. Очистка води сорбційним методом з використанням активованого вугілля.
29. Сучасні технологічні схеми підготовки питної води
30. Біологічна стабільність води та шляхи її досягнення.