Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології

Сучасні методи водопідготовки та водоочищення

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти	
Рівень вищої освіти	***Другий (магістерський)***
Галузь знань	*G Інженерія, виробництво та будівництво*
Спеціальність	*G1 Хімічні технології та інженерія*
Освітня програма	*Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення*
Статус дисципліни	*нормативна*
Форма навчання	*Очна (денна, вечірня)/ заочна*
Рік підготовки, семестр	*1 курс, осінній семестр*
Обсяг дисципліни	*4 кредити ECTS /120 годин (лекції – 16 годин, лабораторні роботи – 30 годин)*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Екзамен / МКР*
Розклад занять	*Лекції - 2 години раз на два тижні (1 пара), лабораторні роботи - 4 години раз на два тижні (2 пари) за розкладом на rozklad.kpi.ua*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: *д.т.н., проф. Мітченко Тетяна Євгенівна, Mitchenko.Tetyana@lll.kpi.ua* Лабораторні роботи: *к.т.н., доцент Косогіна Ірина Володимирівна, kosogina.iryna@lll.kpi.ua, телеграм: @Iryna_Kosogina*
Розміщення курсу	Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance). ОК ”Сучасні методи водопідготовки та водоочищення” - код курсу – https://classroom.google.com/c/NzAxMzAzNTE1ODE4?cjc=stbg37x

Програма освітньої компоненти

1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Сучасні методи водопідготовки та водоочищення займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця з технології водоочищення

***Метою освітньої компоненти** є формування у студентів професійних уявлень про актуальні проблеми води, водні ресурси і водну кризу, сучасні методи і матеріали у процесах водопідготовки та водоочищення.*

***Предмет освітньої компоненти**: актуальні проблеми води; сучасні методи і матеріали у процесах водопідготовки та водоочищення, сучасні технології підготовки, знесолення та очищення води, що застосовуються для розробки технологічних схем; розрахунок параметрів сучасних систем за заданими умовами (якість вихідної та очищеної води)*

***Метою** освітньої компоненти є формування у студентів компетентностей: (ЗК02) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (ЗК03) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (ФК01) Здатність досліджувати, класифікувати і аналізувати*

показники якості хімічної продукції, технологічних процесів і обладнання хімічних виробництв; (ФК03) Здатність використовувати результати наукових досліджень і дослідно-конструторських розробок для вдосконалення існуючих та/або розробки нових технологій і обладнання хімічних виробництв; (ФК07) Здатність застосовувати отримані знання при організації процесів захисту металів від корозії, реалізації процесів виробництва неорганічних, електродних матеріалів та очищення води.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання: (ПРН01) Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні іновацій; (ПРН03) Організовувати свою роботу і роботу колективу в умовах промислового виробництва, проєктних підрозділів, науково-дослідних лабораторій, визначати цілі і ефективні способи їх досягнення, мотивувати і навчити персонал; (ПРН08) Проводити інновації на виробництвах хіміко-технологічного профілю з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку; (ПРН10) Реалізувати технології неорганічних, електродних метеріалів та підготовки/очищення води із урахуванням захисту обладнання від корозії.

2. Пререквізити та постреквізити освітньої компоненти (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньо-сертифікатною програмою)

Пререквізити: диплом рівня «бакалавр» за спеціальністю 161 « Хімічні технології та інженерія».

Постреквізити: Світові тенденції очищення стічних вод; Сучасні мембранні технології; Новітні хімічні технології одержання адсорбентів-каталізаторів.

3. Зміст освітньої компоненти

Розділ 1. Тема 1.1 Водні ресурси. Моніторинг якості води та багатофакторний аналіз баз даних.

Розділ 2 Сучасні методи і матеріали, що використовуються в процесах водопідготовки та водоочищення

Тема 2.1. Механічні методи в процесах водопідготовки та водоочищення

Сучасні матеріали для механічного очищення води – поліпропіленові картриджі, карбонблоки, новітні фільтруючі завантаження. Принцип роботи та приклади експлуатації.

Тема 2.2. Сучасні фізико-хімічні методи та матеріали, що використовуються в процесах водопідготовки та водоочищення

Сорбційні (каталітичні, адсорбційні та іонообмінні) матеріали і контроль їх якості. Особливості використання різних сорбентів в процесах очищення води.

Сучасні рішення пом'якшення та знесолення води йонообнінними методами. Особливості використання різних сорбентів в процесах очищення води. Фільтруючі завантаження комплексної дії.

Тема 2.3. Баромембранні методи в процесах водопідготовки та водоочищення

Мікро- та ультрафільтрація. Нанофільтрація та зворотний осмос.

Фоулінг і методи його усунення.

Оцінка якості мембранних матеріалів для водопідготовки.

Системи очищення прісної води і знесолення морської баромембранними методами

Розділ 3. Сучасні технології децентралізованого очищення та знесолення питної та технологічної води

Тема 3.1 Локальні установки очистки питної води

Локальні установки фільтраційної та сорбційної очистки питної води:

Картриджні механічні фільтри в системах домашньої та комерційної водопідготовки

Проточні та глечикові побутові фільтри. Домашні та комерційні системи. Локальні баромембранні установки очищення та знесолення питної води.

Домашні системи зворотного осмосу. Комерційні системи зворотного осмосу. Автомати.

Тема 3.2 Діджиталізація водного сектора: вступні поняття.

Основи автоматизації та діджиталізації локальних установок очищення питної води

Тема 3.3 Сучасні тенденції і рішення водопідготовки.

Сучасні вимоги до якості води та технології водопідготовки для енергетичних, фармацевтичних та харчових виробництв.

Сучасні рішення підготовки води в умовах надзвичайних ситуацій: приклади сучасних діючих децентралізованих технологій різної продуктивності. Впровадження технологічних рішень та інновації у галузі водопідготовки для забезпечення населення питною фізіологічно повноцінною та безпечною водою.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету, у бібліотеці Центру сучасних водних технологій та на сайті ГО «Вотернет». Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та лабораторних заняттях.

Базова:

1. *Сучасні шляхи до чистої води: колективна монографія / автори: Андрусишина І.М., Бурлакова В.С., Василюк С.Л., Дрікер Ю.Д., Косогін О.В., Косогіна І.В., Мітченко Т.Є., Мудрик Р.Я., Орестов Є.О., Поляков В.Р., Стеценко В.В., Шахновський А.М. – Електронні текстові дані (1 файл: 59,0 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 376 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/67094.*
2. *Мітченко Т.Є., Косогіна І.В. Сучасні методи кондиціювання та очищення води: Лабораторний практикум. Навчальний посібник 2022 – 122с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/50668 (читати повністю)*
3. *Серія видань «Світ сучасної водопідготовки» Методи і матеріали. За редакцією Мітченко Т.Є. ВУВТ WATERNET, Київ, 2019. – 132с. ISBN 978-966-97940-2-4 (розміщено в бібліотеці Центру (текстовий варіант) читати повністю)*
4. *Серія видань «Світ сучасної водопідготовки» Технологічні рішення. За редакцією Мітченко Т.Є. ВУВТ WATERNET, Київ, 2021. – 82с. ISBN 978-966-97940-3-1 (розміщено в бібліотеці Центру (текстовий варіант) читати повністю)*

Додаткова

5. *Серія видань «Світ сучасної водопідготовки» Актуальні проблеми води. За редакцією Мітченко Т.Є. ВУВТ WATERNET, Київ, 2019. – 82 с. ISBN 978-966-97940-1-7 (розміщено в бібліотеці Центру (текстовий варіант) читати повністю)*
6. *Серія видань «Світ сучасної водопідготовки» Словник основних термінів. За редакцією Мітченко Т.Є. ВУВТ WATERNET, Київ, 2019. – 65с. ISBN 978-966-97940-0-0 (розміщено в бібліотеці Центру (текстовий варіант) читати повністю)*

7. *Фізико-хімічні методи очищення води. Керування водними ресурсами. Під ред. Астреліна І., Ратнавіри Х. Water Harmony Project, 2015. 578 с. ISBN 978-82-999978-3-6. . (розміщено в бібліотеці (текстовий варіант) читати повністю)*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної освітньої компоненти

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читані лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій Zoom та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Опис заняття
1	*Розділ 1. Актуальні проблеми води. Тема 1.1. Водні ресурси. Моніторинг якості води.* *Основні питання: Водні ресурси. Моніторинг якості води та багатофакторний аналіз баз даних*
2	*Розділ 2 Сучасні методи і матеріали, що використовуються в процесах водопідготовки та водоочищення* *Тема 2.1. Механічні методи в процесах водопідготовки та водоочищення* *Основні питання: Фільтри механічної очистки води: картриджні, засипні, сітчаті, самопромивні. Принцип роботи та приклади експлуатації*
3	*Розділ 2. Тема 2.2. Сучасні фізико-хімічні методи та матеріали, що використовуються в процесах водопідготовки та водоочищення* *Основні питання: Сорбційні (каталітичні, адсорбційні та іонообмінні) матеріали.* *Сучасні рішення пом'якшення та знесолення води йонообнінними методами. Особливості використання різних сорбентів в процесах очищення води.*
4	*Розділ 2. Тема 2.3. Баромембранні методи в процесах водопідготовки та водоочищення* *Основні питання: Ультрафільтрація. Нанофільтрація та зворотний осмос. Фоулінг і методи його усунення. Оцінка якості мембранних матеріалів. Системи очищення прісної води і знесолення морської баромембранними методами*
5	*Розділ 3. Сучасні технології децентралізованого очищення та знесолення питної та технологічної води* *Розділ 3, тема 3.1 Локальні установки очистки питної води* *Основні питання: Локальні установки фільтрувальної та сорбційної очистки питної води. Картриджні механічні фільтри в системах домашньої та комерційної водопідготовки. Домашні системи зворотного осмосу. Комерційні системи зворотного осмосу. Автомати*
6	*Розділ 3, тема 3.2 Діджиталізація водного сектора: вступні поняття.* *Основні питання: Основи автоматизації та діджиталізації локальних установок очищення питної води*
7	*Розділ 3, тема 3.3 Сучасні рішення водопідготовки в умовах надзвичайних ситуацій* *Основні питання: Сучасні вимоги до якості води та технології водопідготовки для енергетичних, фармацевтичних та харчових виробництв.*

8	*Розділ 3, тема 3.3 Сучасні рішення водопідготовки в умовах надзвичайних ситуацій* *Основні питання: Сучасні рішення підготовки води в умовах надзвичайних ситуацій: приклади сучасних діючих децентралізованих технологій різної продуктивності. Впровадження технологічних рішень та інновації у галузі водопідготовки для забезпечення населення питною фізіологічно повноцінною та безпечною водою.*

Лабораторні роботи

Метою лабораторних робіт є закріплення отриманих теоретичних знань на лекціях практично в лабораторії; ознайомлення з методиками визначення показників якості води експрес методами та з використанням сучасного обладнання за сертифікованими методиками. Ознайомлення з основами проектування, автоматизації та діджиталізації локальних установок очищення питної води. Ознайомлення з особливостями роботи сучасних технологій водопідготовки для оборотних циклів.

Заняття	Тема	Опис запланованої роботи
1	Техніка безпеки в лабораторії	Мета: Техніка безпеки в лабораторії: основи техніки безпеки в лабораторії, особливості проведення лабораторних робіт
2	Характеристики картриджних механічних фільтрів в системах домашньої та комерційної водопідготовки	Мета: Визначення характеристик картриджних механічних фільтрів в системах домашньої та комерційної водопідготовки
3	Визначення показників якості матеріалів для водопідготовки та водоочищення	Мета: Опанування методик з визначення показників якості зразків активованого вугілля
4		Мета: Опанування методик з визначення показників якості сорбційних матеріалів (іонообмінних смол).
5	Особливості використання різних марок іонообмінних смол в процесах очищення води.	Мета: Встановлення умов ефективного використання різних марок іонообмінних смол (Ecomix) в процесах очищення води.
6		
7	Особливості здійснення пом'якшення води при різних режимах регенерації іонообмінних смол	Мета: Виявлення впливу різних режимів регенерації (прямоток та протиток) іонообмінних смол на ефективність пом'якшення води.
8		
9	Визначення показників якості матеріалів для водопідготовки та водоочищення	Мета: Отримати практичний досвід з експлуатації картриджів типу «карбонблок» для оцінки якості сорбційних вуглецевих картриджів
10		
11	Визначення показників якості мембранних елементів	Мета: Визначення показників якості мембранних елементів комерційного ряду
12		
13	Сучасні технології децентралізованого очищення та знесолення питної води	Екскурсія на ТОВ «НВО «Екософт» «Практичні аспекти створення мембранних систем різної потужності для водопідготовки та водоочищення»
14		

15	*Модульна контрольна робота (МКР)*

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, оформлення звітів з лабораторних робіт та підготовка до МКР та до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	*Кількість годин на підготовку*
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, оформлення протоколів до лабораторних робіт, оформлення звітів з лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт	*1 – 2 години на тиждень* *сумарно 38 години*
Підготовка до МКР	*6 годин*
Підготовка до екзамену	*30 годин*
Всього	*74 годин*

7. Модульна контрольна робота (МКР)

Виконання МКР передбачає проходження тесту Googe Form на 60 питань. На виконання тесту передбачено 1 лабораторне заняття, після цього часу надіслати заповнену форму буде неможливо, тобто автоматично МКР буде оцінено в 0 балів.
Написання МКР є обов'язковою для отримання допуску до екзамену, переписуванню не підлягає і має бути виконана у визначений викладачем час.

Політика та контроль

8. Політика освітньої компоненти

Складові рейтингу студента з ОК "Сучасні методи водопідготовки та водоочищення":
1) виконання тестових завдань (Google Forms та menti.com) на лекціях;
2) виконання та захист 6 лабораторних робіт тривалістю впродовж 4 годин.
3) написання МКР.
4) відповідь на екзамені.

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях факультету, сертифікованій лабораторії, в технологічній лабораторії Центру. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні роботи – у лабораторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms та menti.com). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, які передбачені РСО, обов'язковими складовими є виконання та захист усіх лабораторних робіт, написання МКР;*
- *політика дедлайнів та перескладань: Перескладання результатів МКР не передбачено; для допуску до екзамену крім вчасного написання МКР потрібно*

захистити звіт з лабораторного практикуму (мають бути виконані і захищені 6 лабораторних робіт);

- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка в телеграм чатах) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

Правила захисту лабораторних робіт:

1. *До захисту допускаються студенти, які правильно підготували протокол, виконали розрахунки (при неправильно виконаних розрахунках їх слід усунути) та написали висновок до кожної лабораторної роботи.*
2. *Захист відбувається за графіком згідно п.5 за індивідуальними завданнями.*
3. *Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.*

Правила призначення заохочувальних балів:

1. *За модернізацію лабораторних робіт нараховується від 1 до 3 заохочувальних балів;*
2. *За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше ніж 6 балів за семестр (10% від рейтингу в семестрі).*

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету. https://kpi.ua/files/honorcode.pdf, що встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з ОК «Сучасні методи водопідготовки та водоочищення».

9. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. *Поточний контроль: опитування на лекційних заняттях, МКР, захист лабораторних робіт.*
2. *Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*
3. *Семестровий контроль: екзамен.*

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 50 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

1. Тестові завдання на лекційних заняттях:

Всього 6. Ваговий бал тесту - 1. Максимальна кількість балів на усіх 6ти тестових завданнях дорівнює:

*1 бал х 4= **4 балів.***

2 Робота під час лабораторних робіт:

*Максимальна кількість балів на усіх лабораторних заняттях дорівнює: **24 балів**. Лабораторна робота оцінюється в три етапи:*

- *допуск до лабораторної роботи;*
- *виконання лабораторної роботи;*
- *захист лабораторної роботи.*

Загалом за лабораторну роботу можливо отримати 4 бали. Кількість лабораторних робіт – 6. Два заняття (2 пари) – це екскурсія на ТОВ «НВО «Екософт», активна участь у екскурсії оцінюється у 4 бали і входить у рейтинг з лабораторного практикуму. Останнє заняття передбачено на написання МКР.

Критерії оцінювання:

Допуск до лабораторної роботи:

1 бал: наявність протоколу лабораторної роботи з усіма необхідними розділами, безпомилкові відповіді на запитання викладача стосовно мети роботи, фізико-хімічних основ процесу, схеми лабораторної установки, порядку проведення роботи, техніки безпеки під час виконання роботи;

0,75 балів: наявність протоколу з незначними недоліками, вірні в цілому відповіді на запитання викладача з незначними недоліками;

0,6 бала: вірні відповіді на запитання після допомоги викладача або неповний протокол, який підлягає доповненню;

0 балів: відповіді на завдання викладача з помилками принципового характеру;

Виконання лабораторної роботи:

1 бал: чітке, самостійне виконання лабораторної роботи, правильні основні та допоміжні розрахунки, отримання правильних результатів, здача лабораторного місця навчально-допоміжному персоналу;

0,75 балів: вірне в цілому виконання з незначними недоліками в оформленні, або помилковим виконанням окремих елементів роботи, здача лабораторного місця навчально-допоміжному персоналу;

0,6 бала: вірне виконання роботи після допомоги викладача або проведення роботи зі значущими помилками, які підлягають виправленню;

0 балів: неповне виконання лабораторної роботи або проведення роботи з грубими помилками, що не підлягають виправленню, а потребують переробки;

Захист лабораторної роботи:

2 бал: охайно оформлений протокол лабораторної роботи з чіткими результатами експерименту та висновками, безпомилкові відповіді на контрольні запитання до лабораторної роботи;

1,5 бала: наявність протоколу з незначними недоліками, вірні в цілому відповіді на контрольні запитання з незначними невідповідностями;

0,75 бала: вірні відповіді на контрольні запитання після навідної допомоги викладача або неповністю оформлений протокол (нечіткі висновки, відсутність деяких розрахунків), який підлягає доповненню;

0 балів: неповні відповіді на контрольні запитання або неповний протокол, який підлягає доповненню;

3. Виконання МКР

*МКР оцінюється в **18 балів**.*

Виконання МКР передбачає проходження тесту Gooqe Form на 60 питань (кожна правильна відповідь на питання в тесті оцінюється в 0,3 бала. Якщо всі відповіді на 60 питань тесту правильні, то МКР оцінюється в 18 балів, якщо у студента при тестуванні не всі правильні відповіді, то оцінювання МКР здійснюється шляхом додавання балів за всі правильні відповіді.

На виконання тесту передбачено одне лекційне заняття, після цього часу надіслати заповнену форму буде неможливо, тобто автоматично МКР буде оцінено в 0 балів.

Календарний контроль студентів

Календарний контроль студентів проводиться за значеннями поточного рейтингу студентів на час атестації. Умова задовільного календарного контролю – рейтинг студента 50 % від максимально можливого на час проведення календарного контролю.

Перша атестація (8 тиждень)

Максимально можливий рейтинг (2 тестових завдань+2 лб) – 10 балів. Для отримання «атестовано» студент повинен мати не менше ніж 5 балів.
Друга атестація (14 тиждень)
Максимально можливий рейтинг (4 тестових завдань + 4 лб) – 20 балів. Для отримання «атестовано» студент повинен мати не менше ніж 10 балів.

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з кредитного модуля (RD):
Сума вагових балів контрольних заходів (Rc) протягом семестру складає:
R'C = ∑rk + ∑rs = 4+28+18 + ∑rs = 50 балів + ∑rs;
RC = ∑rk = 50 балів.
Сума як штрафних, так і заохочувальних балів (rs) не повинна перевищувати, як правило 0,1 × RC (тобто 5,0 бали).
Екзаменаційна складова (RE) шкали дорівнює 50% від RD, а
RE = 0,5 × RC /(1 – 0,5) = 0,5 × 50/(1 – 0,5) = 50 балів.
Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає
RD = RC + RE = 50 + 50 = 100 балів.
Розмір шкали рейтингу R = 100 балів.
Розмір стартової шкали RC = 50 балів.
Розмір екзаменаційної шкали RE = 50 бали.
Умовою допуску до екзамену є виконання та зарахування усіх лабораторних робіт, написання МКР.
Критерії екзаменаційного оцінювання в звичайному режимі:
В екзаменаційному білеті передбачено 3 питання, два перші (теоретичні) кожне з яких оцінюється у 15 балів, а питання 3, в якому потрібно зобразити схему процесу і обґрунтувати кожну стадію в ній, оцінюється у 20 балів, тобто максимальний бал на екзамені:
15+15+20=50 балів
Оцінювання 1го та 2го питань:
15 балів: повна і безпомилкова відповідь при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних і фахових знань, бездоганне обґрунтування цієї відповіді;
14-13 балів: достатньо повна і взагалі вірна відповідь з 94%-85% розкриттям питання, відповідь ґрунтується тільки на матеріалах лекцій;
12-11 балів: взагалі вірна, але недостатньо повна та обґрунтована відповідь на запитання, з 84% - 75% розкриттям питання;
10 балів: взагалі вірна, але недостатньо повна відповідь на запитання зі помилками та зауваженнями принципового характеру, з 74% - 65% розкриттям питання з двома – трьома суттєвими помилками;
9 балів: взагалі вірна, але не повна відповідь на запитання зі значними помилками та зауваженнями принципового характеру, з 64% - 60% розкриттям питання;
0 балів: неповна відповідь з 50 % розкриттям питання; наявність принципових помилок;
Оцінювання 3го питання:
20 балів: повна і безпомилкове обґрунтування послідовності стадій очищення води в запропонованій схемі;
19-17 балів: достатньо повна і взагалі вірна відповідь з 94%-85% обґрунтування послідовності стадій очищення води в запропонованій схемі;
16-14 балів: взагалі вірна, але недостатньо повна та обґрунтована відповідь на запитання, з 84% - 75% обґрунтування послідовності стадій очищення води в запропонованій схемі;
13 балів: взагалі вірна, але недостатньо повна відповідь на запитання зі помилками та зауваженнями принципового характеру, з 74% - 65% обґрунтування послідовності стадій очищення води в запропонованій схемі з двома – трьома суттєвими помилками;

12 балів: взагалі вірна, але не повна відповідь на запитання зі значними помилками та зауваженнями принципового характеру, з 64% - 60% обґрунтування послідовності стадій очищення води в запропонованій схемі;
0 балів: неповна відповідь з 50 % розкриттям питання; наявність принципових помилок;
Відповідно до „Положення про організацію навчального процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського, необхідними умовами допуску до екзамену є не менш ніж одна позитивна оцінка з атестації, зарахування контрольних робіт, всіх лабораторних робіт, а також стартовий рейтинг (rc) не менше 50% від RC, тобто rc = 0,5 RC = 0,5 × 60 = 30 балів.
Для отримання студентом відповідних оцінок його рейтингова оцінка RD переводиться згідно з таблицею:
Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	*Оцінка*
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- *тестування на лекційному занятті;*
- *виконання та захист лабораторних робіт;*
- *виконання модульної контрольної роботи (МКР);*
- *відповіді на екзамені.*

Тестування на лекціях	*Виконання і захист лабораторних робіт*	*МКР*	*Екзамен*
4	*28*	*18*	*50*

Приклади питань на екзамен:

1. Дайте визначення поняттю «механічна фільтрація» Наведіть класифікацію механічних фільтрів . Розкрийте основні механізми механічної фільтрації.
2. Розкрийте сутність та принцип методу визначення вмісту тонкодисперсних домішок, обумовлених нерозчинними чи колоїдними неорганічними і органічними речовинами у воді.
3. Наведіть особливості використання реагентних каталітичних технологій для знезалізнення води. Розкрийте хімізм процесу, технологічні особливості та характеристики матеріалів.
4. Назвіть основні області застосування механічної фільтрації в водопідготовці. Наведіть фільтруючі матеріали / середовища для засипних фільтрів. Назвіть основні вимоги до фільтруючому матеріалу для засипних фільтрів. Наведіть переваги і недоліки засипних фільтрів в порівнянні з картриджними.
5. Наведіть принципову схему очищення води поверхневого джерела від гумусових речовин. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.
6. Розкрийте основи методу нанофільтрації. Надайте теоретичні основи процесів нанофільтрації. Наведіть типи мембран і мембранних елементів для нанофільтрації.
7. Розкрийте принцип побудови (архітектури) систем знесолення води зворотним осмосом. Наведіть основні типи мембранних елементів та їх класифікацію.

8. Дайте визначення поняттю «мікрофільтрація». Наведіть режими мікрофільтрації. Які види матеріалів для виготовлення мікрофільтраційних картриджів ви знаєте? Назвіть основні вимоги до картриджів для мікрофільтрації.

9. Наведіть принципову схему очищення води поверхневого джерела від сполук заліза. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

10. Які мембранні методи фільтрації ви знаєте? Назвіть основні стадії процесу ультрафільтрації. Розкрийте сутність тупикової та тангенційної фільтрація. У чому полягають основні відмінності? Наведіть сфери застосування.

11. Наведіть принципову схему очищення води поверхневого джерела від завислих речовин. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

12. Розкрийте сутність вакуумної та напірної ультрафільтрації. У чому полягають основні відмінності? Назвіть основні вимоги, що висуваються до ультрафільтраційних мембран.

13. Назвіть основні області застосування технології ультрафільтрації в водопідготовки. Назвіть основні типи ультрафільтраційних мембран і мембранних елементів. Наведіть основні вимоги до матеріалів з яких виготовляються ультрафільтраційні мембрани.

14. Наведіть принципову схему знесолення води поверхневого джерела. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

15. Розкрийте особливості організації процесу для половолоконних або трубчастих ультрафільтраційних мембран? У чому полягають основні відмінності? Назвіть основні матеріали для виготовлення керамічних ультрафільтраційних мембран.

16. Наведіть принципову схему пом'якшення води підземного джерела йонним обміном. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

17. Наведіть принципову схему очищення води підземного джерела від сполук заліза та марганцю. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

18. Назвіть основні причини забруднення ультрафільтраційних мембран і методи їх усунення. Наведіть альтернативні способи застосування технології ультрафільтрації та розкрийте їх сутність.

19. Наведіть принципову схему очищення води підземного джерела від сірководню. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

20. Дайте визначення поняттям пермеат та концентрат. Що таке явище концентраційної поляризації? Причини та умови запобігання виникненню концентраційної поляризації. Зобразіть схематично рух основних потоків при мембранному знесоленні води. Як впливає збільшення тиску на об'ємний потік і селективність? Як впливає збільшення температури на об'ємний потік і селективність?

21. Окисні методи знезараження води. Розкрийте механізм дії озону при знезараженні води. Наведіть основні переваги та недоліки озонування води.

22. Наведіть принципову схему пом'якшенння води поверхневого джерела йонообмінним методом. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

23. Дайте визначення прямого і зворотного осмосу. Які типи і підтипи озворотноосмотичних мембранних елементів ви знаєте? Як впливає збільшення виходу по пермеату на об'ємний потік і селективність?

24. Як впливає збільшення концентрації вихідного розчину на об'ємний потік і селективність? Охарактеризуйте основні типи фоулінгу. Надайте визначення поняттям «Антискаланти» та «Біоциди». Розкрийте сутність процесу хімічного промивання поверхні мембран.

25. Наведіть принципову схему пом'якшення води поверхневого джерела нанофільтрацією. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

26. Основні сфери застосування технології зворотного осмосу в водопідготовці. Наведіть будову тонкошарової композитної мембрани. Наведіть будову зворотноосмотичного мембранного елемента з вказанням основних потоків.

27. Наведіть принципову схему пом'якшення води підземного джерела нанофільтрацією. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

28. Дайте визначення поняттю «іонний обмін». Що таке іоніти / іонообмінні смоли. Типи функціональних груп іонітів та розкрийте хімізм пом'якшення води іонітами різного типу.

29. Основні області застосування технології іонного обміну. Дайте визначення повної, робочої ємності та проскокової концентрації. Які основні переваги монодисперсних іонітів? Наведіть вихідну криву сорбції з вказанням зміни концентрації забрудника зі збільшенням об'єму фільтрату.

30. Розкрийте сутність процесу регенерації іонітів та наведіть хімізм процесу для різного типу смол. Назвіть основні стадії та особливості організації іонообмінних процесів?

31. Порівняйте режими прямоточної та протиточної регенерації іонообмінного матеріалу. Наведіть стадійність процесу регенерації йонообмінної смоли. Розкрийте особливості організацію процесу регенерації іонообміннних смол з технологічної точки зору.

32. Моніторинг якості води та багатофакторний аналіз баз даних. Наведіть основні показники якості води та параметри проведення моніторингу.

33. Наведіть принципову схему знесолення морської води. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

34. Сучасні методи механічної очистки води. Наведіть класифікацію, типи та механізми фільтрації. Обґрунтуйте технологічні режими мікрофільтраційного очищення води.

35. Наведіть принципову схему двоступінчатого знесолення морської води. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

36. Розкрийте сутність застосування сорбційних методів у водопідготовці. Надайте визначення поняттям «Іоніти» та «іонний обмін». Наведіть основні показники сорбційних матеріалів, режими регенерації відпрацьованих матеріалів.

37. Охарактеризуйте баромембранні методи. Надайте визначення поняттю ультрафільтрація та наведіть принцип організації ультрафільтраційного очищення води (типи мембран, режими, технологічні параметри).

38. Наведіть принципову схему знесолення морської води з рециклом концентрату. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

39. Наведіть хімізм та сутність окисних методів знезараження води. Розкрийте механізм дії хлоровмісних реагентів. Наведіть основні переваги та недоліки хлорування води.

40. Нанофільтрація та зворотний осмос. Проведіть оцінку якості мембранних матеріалів за основними показниками. Наведіть типи фоулінгу та розкрийте сутність основних методів його усунення.

41. Наведіть принципову схему попереднього знезараження поверхневої води методом ультрафільтрації. Обґрунтуйте доцільність застосування кожного вузла схеми та розкрийте сутність основного процесу.

42. Сучасні технології водопідготовки для енергетичних виробництв. Особливості підготовки води для конкретних цілей. Наведіть принципову схему підготовки води та обґрунтуйте технологічні режими.

43. Сучасні технології водопідготовки для фармацевтичних виробництв. Особливості підготовки води для конкретних цілей. Наведіть принципову схему підготовки води та обґрунтуйте технологічні режими.

44. Сучасні технології водопідготовки для харчових виробництв. Особливості підготовки води для конкретних цілей. Наведіть принципову схему підготовки води та обґрунтуйте технологічні режими.

45. Розкрийте сутність фізичних методів знезараження води. Наведіть особливості застосування мембранних методів для знезараження води. Розкрийте поняття біофоулінгу та наведіть основні методи його усунення.

46. Охарактеризуйте УФ опромінення як безреагентний метод знезараження води. Області застосування даного методу. Наведіть принцип дії та конструкцію УФ лампи.

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено професором та доцентом кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології:

д.т.н., проф. Мітченко Т.Є.

к.т.н., доц. Косогіна І.В.

Ухвалено кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (протокол №26 від 30.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 26.06.2025 року)