



Новітні технології водопідготовки

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити (лекції – 20 годин, практичні заняття – 20 годин, лабораторні заняття – 20 годин, СРС – 60 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара), практика 2 години на тиждень (1 пара), лабораторні заняття 4 години раз на два тижні (2 пари) за розкладом на tu.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: <i>к.т.н., доцент Косогіна Ірина Володимирівна, kosogina.iryana@lll.kpi.ua, телеграм: @Iryna_Kosogina</i> Практичні заняття: <i>к.т.н., доцент Косогіна Ірина Володимирівна, kosogina.iryana@lll.kpi.ua, телеграм: @Iryna_Kosogina</i> Лабораторні заняття: <i>к.т.н., доцент Косогіна Ірина Володимирівна, kosogina.iryana@lll.kpi.ua, телеграм: @Iryna_Kosogina</i>
Розміщення курсу	Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача https://classroom.google.com/c/NTg4NTc0Nzk1MDQy?cjc=znrnxus «Новітні технології водопідготовки» - код курсу – znrnxus;

Програма освітньої компоненти

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

«Новітні технології водопідготовки» належить до освітньої компоненти професійної та практичної підготовки, який дозволяє ознайомити студентів із основними закономірностями технологічних процесів і роботою технологічних схем.

Предмет освітньої компоненти: новітні методи у водопідготовці, що застосовуються для розробки технологічних схем, розрахунків параметрів сучасних систем за заданими умовами (якість вихідної та очищеної води).

Метою освітньої компоненти є посилення у студентів першого «бакалаврського» рівня вищої освіти компетенцій: (ЗК02) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (ЗК03)

Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; (ФК01) Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач в хімічній технології та водоочищенні; (ФК04) Здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання: (ПРН04) Здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії; (ПРН07) Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

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

Перелік освітніх компонент, які базуються на результатах навчання з даної освітньої компоненти.

Дипломування студентів першого (бакалаврського) рівня навчання, написання розділів бакалаврських проєктів.

3. Зміст освітньої компоненти

Розділ 1 Новітні технології у водопідготовці

Тема 1.1 Вступ. Водні ресурси і водна криза

Основні мета, задачі та загальний зміст курсу. Структура та сітка годин. Основні поняття технології водопідготовки. Водні ресурси і водна криза.

Тема 1.2 Механічна фільтрація

Визначення поняття «механічна фільтрація». Види механічних фільтрів, фільтруючих матеріалів. Основні вимоги до фільтруючому матеріалу для засипних фільтрів. Переваги і недоліки засипних фільтрів, картриджних фільтрів та сітчастих фільтрів. Визначення поняття «мікрофільтрація». Основні види матеріалів для виготовлення мікрофільтраційних картриджів

Тема 1.3 Мембранні процеси

Ультрафільтрація. Розглядаються теоретичні та прикладні аспекти групи мембранних методів водопідготовки. Особлива увага приділяється різним видам ультрафільтраційних процесів. Докладно розглядаються типи мембранної фільтрації, мембранних елементів і матеріалів мембран, основні стадії технології ультрафільтраційного очищення води, технологічна схема процесу і приклади експлуатації.

Зворотний осмос і нанофільтрація. Розглядаються методам мембранної демінералізації води - зворотній осмос і нанофільтрація, а саме теоретичні основи методів, області їх застосування, а також вимоги до якості оброблюваної води і склад очищеної води, отриманої з використанням мембран різних типів. Особлива увага приділяється будові рулонних мембранних елементів, їх класифікації та принципам роботи. Розглядаються основні правила і особливості компонування технологічних схем.

Знесолення води баромембранними методами.

Історія питання. Приклади. Мембрани в процесах знесолення. Домашні системи зворотного осмосу. Комерційні системи зворотного осмосу. Автомати.

Тема 1.4 Сорбенти для водопідготовки

Іонообмінні процеси і технології, кінетика і селективність іонообмінних процесів, іонообмінних технологій і елементів їх апаратурного оформлення. Комерційні іонообмінні системи, а також іонний обмін в промисловій водопідготовці

Сорбційні процеси в локальній і промисловій водопідготовці. Адсорбційні процеси очищення води на активованому вугіллі, іонообмінні процеси пом'якшення та демінералізації води на іонитах, а також каталітичні процеси очищення води від специфічних домішок. Елементи теорії адсорбції та іонного обміну, характеристики і властивості сучасних сорбційних матеріалів.

Тема 1.5 Знезараження води

У сучасній локальній і промислової водопідготовка використовуються як реагентні, так і безреагентні методи знезараження води. Основні переваги та недоліки, а також області застосування основних методів знезараження води: фізичних, хімічних і комбінованих. Особлива увага приділяється спеціальним біоцидами неокислювального дії, що застосовуються в мембранних технологіях.

Тема 1.6 Сучасні технології водопідготовки

Побутові фільтри та системи: класифікація, завантаження, приклади фільтрувально-сорбційних та мембранних фільтрів

Комерційна водопідготовка. Комерційна водопідготовка: визначення, класифікація, принцип дії, приклади установок різної продуктивності

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

Базова:

1. Дистанційний курс розміщений на платформі дистанційного навчання Sikorsky-distance «Новітні технології водопідготовки». Розробники: Т.Є. Мімченко, І.В. Косогіна <https://classroom.google.com/c/NTq4NTc0Nzk1MDQy?cjc=znrnxus>
2. Новітні технології водопідготовки: Лабораторний практикум для здобувачів вищої освіти рівня «бакалавр» хіміко-технологічного факультету спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія / Уклад.: Т.Є. Мімченко, І.В. Косогіна.— Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 65 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/55034>
3. Новітні технології водопідготовки : рекомендації до виконання домашньої контрольної роботи для здобувачів вищої освіти рівня «бакалавр» хіміко-технологічного факультету спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія / Уклад.: Т.Є. Мімченко, І.В. Косогіна. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,00 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 42 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/61093>
4. Серія видань «Світ сучасної водопідготовки» Актуальні проблеми води. За редакцією Мімченко Т.Є. ВУБТ WATERNET, Київ, 2019. – 82 с. ISBN 978-966-97940-1-7 (розміщено в бібліотеці кафедри (текстовий варіант) читати повністю)

5. Серія видань «Світ сучасної водопідготовки» Методи і матеріали. За редакцією Мітченко Т.Є. ВУБТ WATERNET, Київ, 2019. – 132с. ISBN 978-966-97940-2-4 (розміщено в бібліотеці кафедри (текстовий варіант) читати повністю)
6. Серія видань «Світ сучасної водопідготовки» Технологічні рішення. За редакцією Мітченко Т.Є. ВУБТ WATERNET, Київ, 2021. – 82с. ISBN 978-966-97940-3-1 (розміщено в бібліотеці кафедри (текстовий варіант) читати повністю).

Додаткова

1. Серія видань «Світ сучасної водопідготовки» Словник основних термінів. За редакцією Мітченко Т.Є. ВУБТ WATERNET, Київ, 2019. – 65с. ISBN 978-966-97940-0-0
2. 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.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної освітньої компоненти

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням студентами робіт практикуму та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Опис заняття
1	Розділ1, тема 1.1 Основні мета, задачі та загальний зміст курсу. <u>Основні питання:</u> Структура та рейтингова система оцінювання. Основні поняття технології водопідготовки. Водні ресурси та водна криза. Показники якості води.
2	Розділ1, тема 1.2 Механічна фільтрація <u>Основні питання:</u> Визначення поняття «механічна фільтрація». Види механічних фільтрів, фільтруючих матеріалів. Основні вимоги до фільтруючому матеріалу для засипних фільтрів. Переваги і недоліки засипних фільтрів, картриджних та сітчастих фільтрів. Визначення поняття «мікрофільтрація». Основні види матеріалів для виготовлення мікрофільтраційних картриджів
3	Розділ 1. Тема 1.3 Мембранні процеси <u>Основні питання:</u> Ультрафільтрація. Розглядаються теоретичні та прикладні аспекти групи мембранних методів водопідготовки. Особлива увага приділяється різним видам ультрафільтраційних процесів. Докладно розглядаються типи мембранної фільтрації, мембранних елементів і матеріалів мембран, основні стадії технології ультрафільтраційного очищення води, технологічна схема процесу і приклади експлуатації.
4	Розділ1, продовження теми 1.3 <u>Основні питання:</u> Зворотний осмос і нанофільтрація. Розглядаються методам мембранної демінералізації води - зворотній осмос і нанофільтрація, а саме теоретичні основи методів, області їх застосування, а також вимоги до якості оброблюваної води і склад очищеної води, отриманої з використанням мембран різних типів. Фоулінг, потягтя та методи ви усунення

5	Розділ1, продовження теми 1.3 <u>Основні питання:</u> Знесолення води баромембранними методами. Історія питання. Приклади. Мембрани в процесах знесолення. Домашні системи зворотного осмосу. Комерційні системи зворотного осмосу. Автомати.
6	Розділ1, Тема 1.4 Сорбенти для водопідготовки <u>Основні питання:</u> Іонообмінні процеси і технології, кінетика і селективність іонообмінних процесів, іонообмінних технологій і елементів їх апаратурного оформлення. Комерційні іонообмінні системи, а також іонний обмін в промисловій водопідготовці
7	Розділ 1. Продовження теми 1.4: Сорбційні процеси в локальній і промисловій водопідготовці. <u>Основні питання:</u> Адсорбційні процеси очищення води на активованому вугіллі, іонообмінні процеси пом'якшення та демінералізації води на іонитах, а також каталітичні процеси очищення води від специфічних домішок. Елементи теорії адсорбції та іонного обміну, характеристики і властивості сучасних сорбційних матеріалів.
8	Розділ1, Тема 1.5 Знезараження води <u>Основні питання:</u> Використання у сучасній локальній і промислової водопідготовці як реагентних, так і безреагентних методів знезараження води. Основні переваги та недоліки, а також області застосування основних методів знезараження води: фізичних, хімічних і комбінованих.
9	Розділ1, Тема 1.6 Сучасні технології водопідготовки. <u>Основні питання:</u> Побутові фільтри та системи: класифікація, завантаження, приклади фільтрувально-сорбційних та мембранних фільтрів
10	Розділ1, продовження теми 1.6 Комерційна водопідготовка. <u>Основні питання:</u> Комерційна водопідготовка: визначення, класифікація, принцип дії, приклади установок різної продуктивності

Лабораторні роботи

Метою лабораторних робіт є закріплення отриманих теоретичних знань на лекціях практично в лабораторії; ознайомлення з особливостями організації роботи сучасного обладнання.

Заняття	Тема	Опис запланованої роботи
1	ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ В ЛАБОРАТОРІЇ	<u>Мета:</u> Техніка безпеки в лабораторії: основи техніки безпеки в лабораторії, особливості проведення лабораторних робіт
2	ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МЕХАНІЧНИХ КАРТРИДЖІВ	<u>Мета:</u> Ознайомитися з типами та будовою картриджних механічних фільтрів. Встановити основні параметри картриджних механічних фільтрів
3	ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ФОУЛІНГУ НА ПОВЕРХНІ МЕМБРАНИ ТА ЕФЕКТИВНОГО МЕТОДУ ЙОГО УСУНЕННЯ.	<u>Мета:</u> На зразку мембранного матеріалу (з відпрацьованого в реальних умовах елемента) ідентифікувати тип фоулінгу і підібрати найбільш ефективні реагенти для його усунення

4	ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ПОБУТОВОЇ УСТАНОВКИ ЗВОРОТНОГО ОСМОСУ	<u>Мета:</u> Провести мембранне розділення води з водогінної мережі на пермеат і концентрат з використанням побутової установки Ecosoft Standard. Визначити характеристики установок. Визначити загальний солевміст у вихідній воді, пермеаті і концентраті, розрахувати селективність та ККД. Отримати досвід з експлуатації побутової установки зворотного осмосу
5		Захист лабораторних робіт
6	ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ СОРБЦІЙНИХ КАРТРИДЖІВ	<u>Мета:</u> Ознайомитися з типами та будовою картриджних сорбційних фільтрів. Встановити основні параметри картриджних сорбційних фільтрів
7	ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ КОМЕРЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ЗВОРОТНОГО ОСМОСУ.	<u>Мета:</u> Провести мембранне розділення води з водогінної мережі на пермеат і концентрат з використанням комерційної установки Ecosoft MO 6500. Визначити характеристики установок. Визначити загальний солевміст у вихідній воді, пермеаті і концентраті, розрахувати селективність та ККД. Отримати досвід з експлуатації комерційної установки зворотного осмосу
8		Захист лабораторних робіт
9	ОТРИМАННЯ ЗВОРОТНООСМОТИЧНОЇ ВОДИ В АВТОМАТАХ ВЕНДИНГУ	<u>Мета:</u> Провести налаштування та підготувати до роботи автомат з розливу води в різних режимах його роботи. Ознайомитись з теоретичними характеристиками та принципом роботи автомату. Навчитися проводити заміну комплектуючих автомата та отримати практичний досвід.
10		Захист лабораторних робіт

Практичні заняття

Метою практичних занять з освітньої компоненти «Новітні технології водопідготовки» є навчання студентів використовувати теоретичні знання, набуті на лекціях і при самостійній роботі, для вирішення конкретних практичних завдань і прикладів з фахового напрямку, набуття студентами вмінь проведення розрахунків (стехіометричних, балансових тощо), головним чином, із використанням програмного продукту DOW ROSA.

Заняття	Тема	Опис запланованої роботи
1	Розділ 1, тема 1.2 Механічна фільтрація	<u>Завдання:</u> Відповідно до отриманого індивідуального завдання здійснити розрахунок основних характеристик картриджних механічних фільтрів

2	Розділ1, тема 1.3 Мембранні процеси.	<u>Завдання:</u> Відповідно до отриманого індивідуального завдання здійснити розрахунок основних технологічних показників ультрафільтраційного процесу.
3		Захист роботи. Обговорення завдання на РГР
4	Розділ1, тема 1.3 Мембранні процеси.	<u>Завдання:</u> Відповідно до отриманого індивідуального завдання здійснити розрахунок основних параметрів процесу зворотного осмосу в середовищі програмного продукту DOW ROSA
5		Захист роботи
6	Розділ1, тема 1.3 Мембранні процеси	<u>Завдання:</u> Відповідно до отриманого індивідуального завдання здійснити нормалізацію даних процесу зворотного осмосу в середовищі програмного продукту DOW ROSA. Захист роботи
7	Захист РГР	
8	Захист РГР	
9	Модульна контрольна робота (МКР)	
10	Залікове заняття	Залік. Написання залікової контрольної роботи

Розрахунково-графічна робота (РГР)

Завдання, методика виконання РГР наведено в навчальному посібнику: Новітні технології водопідготовки: рекомендації до виконання домашньої контрольної роботи для здобувачів вищої освіти рівня «бакалавр» хіміко-технологічного факультету спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія / Уклад.: Т.Є. Мітченко, І.В. Косогіна. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,00 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 42 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/61093>

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з практикумів, виконання розрахункової роботи, підготовка до захисту практичних завдань та розрахункової роботи, підготовка до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з практикумів, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт	5 годин на тиждень Всього: 40 годин
Виконання РГР	10 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	4 години
Підготовка до заліку	6 годин
Всього	60 годин

7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекційні, лабораторні та практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні та практичні заняття – у аудиторіях. 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, menti.com, тощо). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

У випадку проходження здобувачем академічної мобільності за програмами Erasmus+ або подібних програм, включаючи і літні школи за напрямом водопідготовка, результати мобільності можуть бути зараховані як виконання індивідуального семестрового завдання – РГР, з отриманням оцінки за РГР або може бути перезараховано курс відповідно до отриманого сертифікату в рамках визначених типів мобільності.

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

Правила захисту практикумів та домашньої контрольної роботи:

1. До захисту допускаються студенти, які правильно виконали розрахунки (при неправильно виконаних розрахунках їх слід усунути).
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.
3. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасні захист і виконання лабораторних робіт, виконання та захист РГР з рейтингом менше 60% від зазначеного та не написання МКР без поважної причини слугують приводом для недопуску до семестрового контролю, оскільки ці складові є обов'язковими до виконання.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 3 заохочувальних балів;
2. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з освітньої компоненти нараховується від 1 до 3 заохочувальних балів;
3. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 5 балів на семестр).

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

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

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

1. Поточний контроль: опитування на лекційних заняттях, виконання завдань на практичних, виконання та захист лабораторних робіт, написання МКР, захист РГР.
2. Календарний контроль: проводиться раз на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

3. Семестровий контроль: залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з освітньої компоненти розраховується виходячи із 100-бальної шкали, яка складається з балів, що студент отримує за:

- виконання завдань з практикуму та тестування за матеріалами лекцій;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахунково-графічної роботи (РГР).

2. Критерії нарахування балів:

1. Тестові опитування на лекціях:

Всього 8 тестових завдань. Ваговий бал - 3. Максимальна кількість балів за усі тестові опитування дорівнює: 3 бали x 8 = **24 бали**.

2 Робота під час лабораторних занять:

Максимальна кількість балів на усіх лабораторних роботах дорівнює: **18 балів**. Лабораторна робота оцінюється в три етапи:

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

Загалом за лабораторну роботу можливо отримати 3 бали. Кількість лабораторних робіт –6.

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:

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

0,75 бала: наявність протоколу з незначними недоліками, вірні в цілому відповіді на контрольні запитання з незначними невідповідностями;

0,6 бала: вірні відповіді на контрольні запитання після наведеної 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. Робота на практичних заняттях:

Ваговий бал - 4. Максимальна кількість балів на усіх практичних заняттях дорівнює:

4 бали x 3 = **12 балів**.

Критерії оцінювання:

4 балів: бездоганна, безпомилкова відповідь або безпомилкове виконання завдання;

3,5 бали: вірна, в цілому відповідь з незначними погрешностями та з деякими математичними похибками;

3 бали: проведення розрахункових вправ зі значущими помилками хімічного, стехіометричного чи математичного характеру;

2,4 бали: неповна і невпевнена відповідь або проведення розрахункових вправ з грубими помилками щодо хімічної чи хіміко-технологічної суті завдання;

0 балів: відповідь або вирішення розрахункової вправи з помилками принципового характеру як наслідок слабких знань фундаментальних положень хімії та теорії хімічних взаємодій;

4. Модульна контрольна робота (МКР)

Ваговий бал: **25**. Критерії оцінювання МКР:

Виконання МКР передбачає проходження тесту Google Form на 50 питань (кожна правильна відповідь на питання в тесті оцінюється в 0,5 бала. Якщо всі відповіді на 50 питань тесту правильні, то МКР оцінюється в 25 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 1 лекційне заняття, після цього часу надіслати заповнену форму буде неможливо, тобто автоматично МКР буде оцінено в 0 балів.

Написання МКР є обов'язковою для отримання заліку, переписуванню не підлягає і має бути виконана у визначений викладачем час.

5. Розрахунково-графічна робота (РГР) -ваговий бал – 21

Оцінювання РГР складається у два етапи: виконання РГР (16 балів) та її захист (5 балів).

5.1 Виконання РГР – 16 балів

Критерії оцінювання

16 – 15,5 балів: розробка технологічної схеми з урахуванням сучасних тенденцій, детальне обґрунтування стадій та їх послідовності у запропонованій технології; застосування фундаментальних знань з хімії при описі фізико-хімічних основ обраних методів очищення стічних вод; виявлення переваг запропонованої технології у порівнянні з традиційними; застосування сучасних підходів мінімізації відходів та шкоди навколишньому середовищу при функціонуванні технології; використання елементів продуктивного (творчого) підходу для вирішення поставленого завдання; бездоганне оформлення розрахункової роботи

15 – 13,5 балів: розробка технологічної схеми з урахуванням сучасних тенденцій, обґрунтування стадій та їх послідовності без деталізації у запропонованій технології; застосування фундаментальних знань з хімії при описі фізико-хімічних основ обраних методів очищення стічних вод; виявлення переваг запропонованої технології у порівнянні з традиційними; використання елементів продуктивного (творчого) підходу для вирішення поставленого завдання; бездоганне оформлення розрахункової роботи;

13 – 11,5 балів: розробка технологічної схеми з урахуванням сучасних тенденцій, обґрунтування стадій та їх послідовності без деталізації у запропонованій технології; застосування фундаментальних знань з хімії при описі фізико-хімічних основ обраних методів очищення стічних вод; виявлення переваг запропонованої технології у порівнянні з традиційними; застосування сучасних підходів мінімізації відходів та шкоди навколишньому середовищу при функціонуванні технології; оформлення розрахункової роботи з порушенням форматування;

11-10,5 балів: розробка технологічної схеми з частковим обґрунтуванням стадій та їх послідовності; застосування фундаментальних знань з хімії при описі фізико-хімічних основ

обраних методів очищення стічних вод; застосування сучасних підходів мінімізації відходів при функціонуванні технології; оформлення розрахункової роботи з порушенням форматування; 10-9,6 балів: розробка технологічної схеми без обґрунтування стадій та їх послідовності; застосування фундаментальних знань з хімії при описі фізико-хімічних основ обраних методів очищення стічних вод; застосування сучасних підходів мінімізації відходів при функціонуванні технології; оформлення розрахункової роботи з суттєвими порушенням та без посилання на частину використаної літератури;

0 балів: Здійснено розробку технологічної схеми без обґрунтування стадій та їх послідовності; при описі фізико-хімічних основ обраних методів очищення стічних вод застосовано фундаментальні знання з хімії; здійснено опис екологічної складової технології без врахування сучасних тенденцій; оформлення розрахункової роботи з суттєвими порушенням та без посилання на використану літературу.

5.2 Захист РГР. Максимальний бал за захист – 5.

Критерії оцінювання

5 балів – бездоганна відповідь, вільне володіння матеріалом за темою РГР, повне розкриття принципу роботи розробленої схеми; обґрунтовані відповіді на запитання викладача за темою РГР

4,5 балів – володіння матеріалом за темою РГР не менше ніж 85%, розкриття принципу роботи розробленої схеми; обґрунтовані відповіді на запитання викладача за темою РГР;

4,0 балів – володіння матеріалом за темою РГР не менше ніж 75%, розкриття принципу роботи розробленої схеми; обґрунтовані відповіді на запитання викладача за темою РГР;

3,5 балів – володіння матеріалом за темою РГР не менше ніж 65%, розкриття принципу роботи розробленої схеми; повні, але не обґрунтовані відповіді на запитання викладача за темою РГР;

3,0 балів – володіння матеріалом за темою РГР не менше ніж 60%, розкриття принципу роботи розробленої схеми; повні, але не обґрунтовані відповіді на запитання викладача за темою РГР;

0 балів – володіння матеріалом за темою РГР менше 60%, не повне розкриття принципу роботи розробленої схеми; не повні відповіді на запитання викладача за темою РГР.

РГР має бути подана у встановлений термін. При поданні РГР на перевірку після закінчення семестру, студент не буде допущений до семестрового контрольного заходу, оскільки РГР є обов'язковою складовою допуску.

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування РГР, рейтинг не менше 60% від зазначеного, виконання та захист лабораторних робіт та написання МКР. Для отримання заліку з освітньої компоненти «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також зараховану РГР (більше 9,6 балів).

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому до балів за РГР додаються бали за залікову контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання модульної контрольної роботи складається із 84 питань різних розділів освітньої компоненти, **кожна правильна відповідь на питання в тесті оцінюється в 1 бал**. Якщо у студента при тестуванні не всі правильні відповіді, то оцінювання залікової контрольної роботи здійснюється шляхом додавання балів за всі правильні відповіді. У разі отримання оцінки меншої, ніж "автоматом" з рейтингу, попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи та РГР.

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 по кожному лекційному занятті;
- виконання завдань з практикуму та тестування за матеріалами лекцій;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахунково-графічної роботи (РГР).

Орієнтовні питання на залікову контрольну роботу

1. Дайте визначення поняттю «механічна фільтрація».
2. Які види механічних фільтрів ви знаєте?
3. Назвіть фільтруючі матеріали / середовища для засипних фільтрів.
4. Назвіть основні вимоги до фільтруючому матеріалу для засипних фільтрів.
5. Назвіть переваги і недоліки засипних фільтрів.
6. Назвіть переваги і недоліки картриджних фільтрів.
7. Назвіть переваги і недоліки сітчастих фільтрів.
8. Дайте визначення поняттю «мікрофільтрація».
9. Які види матеріалів для виготовлення мікрофільтраційних картриджів ви знаєте?
10. Назвіть основні вимоги до картриджів для мікрофільтрації.
11. Назвіть основні області застосування механічної фільтрації в водопідготовці.
12. Які мембранні методи фільтрації ви знаєте?
13. Назвіть основні стадії процесу ультрафільтрації.
14. Тупикова і тангенціальна фільтрація. Що це? У чому відмінності?
15. Вакуумна і напірна фільтрація. Що це? У чому відмінності?
16. Назвіть основні типи ультрафільтраційних мембран і мембранних елементів.
17. Які два основних типи фільтрування для половолоконної або трубчастих ультрафільтраційних мембран? У чому відмінності?
18. Назвіть матеріали для виготовлення ультрафільтраційних мембран.
19. Назвіть основні вимоги, що пред'являються до ультрафільтраційну мембран.
20. Назвіть основні причини забруднення ультрафільтраційних мембран і методи їх усунення.
21. Назвіть основні області застосування технології ультрафільтрації в водопідготовки. Можливо, ви знаєте альтернативні способи застосування технології ультрафільтрації?
22. Як збільшується осмотичний тиск розчину з ростом його солемісту?
23. Дайте визначення поняттям пермеат, концентрат.
24. Дайте визначення поняттю вихід з пермеату.
25. Що таке явище концентраційної поляризації.
26. Як впливає збільшення тиску на об'ємний потік і селективність?
27. Як впливає збільшення температури на об'ємний потік і селективність?
28. Як впливає збільшення виходу по пермеату (рекавері) на об'ємний потік і селективність?

29. Як впливає збільшення концентрації вихідного розчину на об'ємний потік і селективність?
30. Яку будову тонкошарової композитної мембрани?
31. Яку будову озворотноосмотичного мембранного елемента?
32. Які типи і підтипи озворотноосмотичних мембранних елементів ви знаєте?
33. Основні сфери застосування технології зворотного осмосу в водопідготовці.
34. Дайте визначення прямого і зворотного осмосу.
35. Дайте визначення поняттю «іонний обмін».
36. Що таке іоніти / іонообмінні смоли. Які іоніти ви знаєте.
37. Типи функціональних груп іонітів.
38. Дайте визначення повної і робочої динамічної ємності.
39. Фактори, що впливають на придатним для регенерації іонітів і робочу динамічну іонообмінну ємність?
40. Назвіть основні типи організації іонообмінних процесів?
41. Порівняйте режими прямої та протитої організації процесу іонного обміну.
42. Основні області застосування технології іонного обміну.
43. Які основні переваги монодисперсних іонітів?

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).