



Світові тенденції водоочищення

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G1 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>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>5 кредитів/150 годин (лекційні заняття – 30 годин, лабораторні заняття – 28 годин, СРС – 92 години)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен /МКР, реферат</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години раз на тиждень (1 пара), лабораторні заняття 4 години раз на два тижня (2 пари) за розкладом на https://my.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника освітньої компоненти / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Косогіна Ірина Володимирівна, kosogina.irynd@kpi.ua, телеграм: @Iryna_Kosogina</i> Лабораторні заняття: <i>к.т.н., доцент Косогіна Ірина Володимирівна, kosogina.irynd@kpi.ua, телеграм: @Iryna_Kosogina</i>
Розміщення курсу	Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance). ОК " Світові тенденції водоочищення " https://classroom.google.com/c/NzM1OTU3NjQzMTEh?cjc=xqw6uod - код курсу – xqw6uod

Програма освітньої компоненти

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

Світові тенденції водоочищення займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця з технології водоочищення та дозволяє ознайомити студентів із сучасними підходами до організації технологій з водоочищення з урахуванням сучасних тенденцій.

Освітня компонента слугує для формування у студентів професійних уявлень про різноманітність об'єктів сучасних технологій водоочищення. Грамотне і раціональне використання природних ресурсів неможливе без очищених стічних вод. Розробка сучасних технологій сприятиме умовам впровадження принципів кругової економіки.

Предмет освітньої компоненти: сучасні технології очищення води; сучасні підходами до організації технологічного процесу з водоочищення; діджиталізація процесів водоочищення; інновації та підприємництво.

Мета освітньої компоненти надання здобувачам знань фізико-хімічних основ сучасних методів очищення води з урахуванням світових тенденції та вмінь у розробці схем сучасних технологій очищення води з використанням сучасних матеріалів та обладнання. Поглиблення знань у галузі сучасних методів централізованої та децентралізованої підготовки і знесолення питної води та очищення стічних вод, зокрема мембранними методами.

Опанування знаннями та вміннями дозволить використовувати сучасні методи і матеріали у процесах водопідготовки та водоочищення з урахуванням світових тенденцій та принципів кругової економіки та досліджувати фізико-хімічні основи сучасних методів очищення води від забрудників різного типу в лабораторних умовах.

Вивчення освітнього компоненту посилює наступні спеціальні (фахові) компетентності: (ФК 01) Здатність досліджувати, класифікувати і аналізувати показники якості хімічної продукції, технологічних процесів і обладнання хімічних виробництв; (ФК 02) Здатність організовувати і управляти хіміко-технологічними процесами в умовах промислового виробництва та в науково-дослідних лабораторіях з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів; (ФК 07) Здатність використовувати сучасні методи досліджень, проводити наукові експерименти та вирішувати актуальні технічні задачі в області хімічних технологій та інженерії

Вивчення освітнього компоненту посилює наступні програмні результати навчання: (ПРН 02) Здійснювати пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію; (ПРН 07) Здійснювати у науково-технічній літературі, патентах, базах даних, інших джерелах пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, і аналізувати та оцінювати відповідну інформацію; (ПРН 12) Вміти застосовувати методи і підходи передових досліджень в сфері хімічних технологій та інженерії.

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

Пререквізити: знання у хімічній технології та інженерії на бакалаврському рівні за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Постреквізити: набуті знання та вміння можуть знадобитися для вирішення проблем в сфері хімічних технологій та розробки технологічних показників одержання та практичного застосування нових речовин та функціональних матеріалів у технологіях водопідготовки та водоочищення.

3. Зміст освітньої компоненти

Розділ 1. Джерела та схеми водопостачання та водовідведення. Класифікація і принципи каналізування стічних вод.

Тема 1.1 Вимоги до технічної води різного призначення. Схеми водопостачання промислових підприємств. Показники та склад стічних вод. Норми водоспоживання

Особливості каналізування стічних вод промислових підприємств. Вибір методу очищення стічних вод. Методи знаходження необхідного ступеня очищення стічних вод.

Розділ 2. Традиційні та сучасні технології водопідготовки та водоочищення.

Тема 2.1 Традиційні технології водопідготовки та водоочищення.

Механічні методи водопідготовки та водоочищення. Основні фільтруючі матеріали. Класифікація фільтрів. Інноваційні рішення у фільтруванні

Тема 2.2. Фізико-хімічні технології підготовки та водоочищення. Механізми коагуляції. Сучасні конструкції відстійників. Сучасні технології коагуляційного очищення води на прикладі системи ActiFlo. Традиційний процес очищення води коагуляцією з флокуляцією. Сучасні флокулянти та особливості їх застосування.

Тема 2.3. Комплексна схема очищення води. Стадії процесу флоатації: Основні типи елементарних флококомплексів. Схеми напірної та вакуумної флоатації. Особливості конструкції сучасних флотаторів.

Розділ 3. Перспективи адсорбційного очищення води.

Тема 3.1. Основи адсорбційного очищення води.

Моделювання адсорбційних процесів та особливості моделювання для адсорбції полутантів з води.

Тема 3.2. Існуючі промислові та інноваційні адсорбційні матеріали та їх порівняння.

Сорбційні технології водоочищення. Основні технологічні схеми та обладнання, технологічна схема комплексного адсорбційного очищення води від органічних та неорганічних забрудників. Динаміка адсорбції в нерухомому шарі. Сучасне устаткування адсорбційних процесів у водоочищенні. Приклади технологічних схем з адсорберами для очищення різного типу вод.

Тема 3.3. Особливості іонообмінних технологій водопідготовки та водоочищення. Сучасні іоніти та гідридні матеріали, які застосовують у схемах очищення води.

Розділ 4. Побутові стічні води та сучасні технології їх очищення.

Тема 4.1. Локальні установки очищення побутових стічних вод

Очищення господарсько-побутових стічних вод. Установки спеціального призначення.

Тема 4.2 Біологічні методи – традиційне та сучасне апаратурне оформлення і технологічні схеми.

Класифікація біологічного очищення стічних вод.

Типи анаеробних біореакторів. Аеробний гранульований мул.

Порівняння аеробного й анаеробного методів очищення стічних вод

Особливості конструкції сучасних біореакторів.

Тема 4.3. Повторне використання очищених стічних вод. Мінімізація рідких відходів. Утилізація та знешкодження осадів очищення стічних вод.

Мембранний біореактор (MBR process).

Окремі види мікроорганізмів в очищенні стічних вод

Тема 4.4 Класифікація біологічного очищення стічних вод. Біологічне очищення стічних вод від сполук азоту та фосфору. Технології біологічного очищення стічних вод з глибоким видаленням сполук азоту та фосфору.

Тема 4.5. Переваги та недоліки очищення стічних вод в анаеробних умовах. Принцип роботи сучасних анаеробних біореакторів

Розділ 5 Методи обробки осадів очищення води (кондиціонування, зневоднення, стабілізація).

Склад та властивості осадів водоочищення. Методи обробки осадів водоочищення (кондиціонування, зневоднення, стабілізація). Технологічна схема переробки осадів біохімічного очищення води.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету, у бібліотеці Центру сучасних водних технологій та за посиланням <https://classroom.google.com/c/NzM1OTU3NjQzMTEh?cjc=xqw6uod>. 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. 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)
3. 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)
4. Технологія та обладнання очищення стічних вод. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / М. І. Літинська, І. В. Косогіна, Н. М. Толстопалова, Т. І. Обушенко, С. О. Кирій ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 916,86 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 73 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29408>

Додаткова

5. А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін, М. Т. Брик, П. І. Гвоздяк, Т. В. Князькова Ф50 Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. – К.: Лібра, 2000. – 552 с. (розміщено в бібліотеці)

Навчальний контент

5. Методика опанування 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. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Опис заняття
---	--------------

1	Розділ 1. Джерела та схеми водопостачання та водовідведення. Класифікація і принципи каналізування стічних вод. Тема 1.1 Схеми водопостачання та водовідведення. Показники якості води. Особливості каналізування стічних вод промислових підприємств. <u>Основні питання:</u> Вимоги до технічної води різного призначення. Схеми водопостачання та водовідведення. Показники якості води. Норми водоспоживання. Класифікація і принципи каналізування стічних вод. Вибір методу очищення стічних вод. Методи знаходження необхідного ступеня очищення стічних вод.
2	Розділ 2. Традиційні та сучасні технології очищення води. Тема 2.1 Традиційні технології водопідготовки та водоочищення. <u>Основні питання:</u> Механічні методи очищення води. Основні фільтруючі матеріали. Класифікація фільтрів. Інноваційні рішення у фільтруванні
3	Розділ 2. Тема 2.2. Фізико-хімічні технології підготовки та водоочищення. <u>Основні питання:</u> Сучасні конструкції відстійників. Сучасні технології коагуляційного очищення води на прикладі системи ActiFlo. Традиційний процес очищення води коагуляцією з флокуляцією. Сучасні флокулянти та особливості їх застосування
4	Тема 2.3. Комплексна схема очищення води. <u>Основні питання:</u> Стадії процесу флоатації: Основні типи елементарних флотокомплексів. Схеми напірної та вакуумної флоатації. Особливості конструкції сучасних флотаторів.
5	Розділ 3. Перспективи адсорбційного очищення води. Тема 3.1. Основи адсорбційного очищення води. <u>Основні питання:</u> Основи адсорбційного очищення води. Моделювання адсорбційних процесів та особливості моделювання для адсорбції політантів з різного типу вод. Сорбційні технології водоочищення.
6	Тема 3.2. Існуючі промислові та інноваційні адсорбційні матеріали та їх порівняння. <u>Основні питання:</u> Основні технологічні схеми та обладнання, технологічна схема комплексного адсорбційного очищення води від органічних та неорганічних забрудників. Динаміка адсорбції в нерухомому шарі. Сучасне устаткування адсорбційних процесів у водоочищенні. МКР. Частина 1
7	Тема 3.3. Особливості іонообмінних технологій водопідготовки та водоочищення. <u>Основні питання:</u> Сучасні іоніти та гідридні матеріали, які застосовують у схемах очищення вод різного типу.
8	Розділ 4. Побутові стічні води та сучасні технології їх очищення. Тема 4.1. Локальні установки очищення побутових стічних вод <u>Основні питання:</u> Очищення господарсько-побутових стічних вод. Локальні установки очищення побутових стічних вод. Установки спеціального призначення.
9	Тема 4.2. Біологічні методи – традиційне та сучасне апаратурне оформлення.

	<u>Основні питання:</u> Класифікація біологічного очищення стічних вод. Біологічні методи – основи реалізації. Традиційне та сучасне апаратурне оформлення і технологічні схеми.
10	Продовження теми 4.2. Біологічні методи – традиційне та сучасне апаратурне оформлення. <u>Основні питання:</u> Типи анаеробних біореакторів. Аеробний гранульований мул. Порівняння аеробного й анаеробного методів очищення стічних вод. Особливості конструкції сучасних біореакторів.
11	Тема 4.3. Повторне використання очищених стічних вод. Мінімізація рідких відходів. <u>Основні питання:</u> Мембранний біореактор (MBR process) – особливості реалізації процесу. Типи мембранних біореакторів. Механізм реалізації процесу. Окремі види мікроорганізмів в очищенні стічних вод
12	Тема 4.4 Класифікація біологічного очищення стічних вод. <u>Основні питання:</u> Біологічне очищення стічних вод від сполук азоту та фосфору. Технології біологічного очищення стічних вод з глибоким видаленням сполук азоту та фосфору.
13	Тема 4.5. Переваги та недоліки очищення стічних вод в анаеробних умовах. <u>Основні питання:</u> Принцип роботи сучасних анаеробних біореакторів. Переваги та недоліки очищення стічних вод в анаеробних умовах
14	Розділ 5 Методи обробки осадів водоочищення (кондиціонування, зневоднення, стабілізація). <u>Основні питання:</u> Склад та властивості осадів водоочищення. Методи обробки осадів водоочищення (кондиціонування, зневоднення, стабілізація).
15	Продовження розділу 5 Методи обробки осадів водоочищення <u>Основні питання:</u> Технології переробки осадів біохімічного очищення води. МКР. Частина 2.

Лабораторні заняття

Метою лабораторних занять з освітньої компоненти «Сучасні тенденції водоочищення» є закріплення отриманих знань; ознайомлення з технічною реалізацією відомих з лекційного курсу технологій водоочищення модельних зразків води. На лабораторних заняттях студенти оволодіють уміннями використовувати загальну та спеціальну лабораторну техніку, включаючи засвоєння та опанування методик аналізу показників якості води та технологій їх очищення на побутових і комерційних установках.

Протоколи та теоретичний матеріал до кожної лабораторної роботи знаходяться в навчальному посібнику Технологія та обладнання очищення стічних вод. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / М. І. Літинська, І. В. Косогіна, Н. М. Толстопалова, Т. І. Обушенко, С. О. Кирій ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 916,86 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 73 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29408>

Заняття	Тема	Опис запланованої роботи
1	Тема 2.1 Традиційні технології водопідготовки та водоочищення. Очищення зразків води від сполук хрому різними методами	<u>Мета:</u> Вивчити існуючі методи очищення зразків води від сполук хрому, провести порівняльну характеристику реагентних і фізико-хімічних методів очищення, визначити ступінь очищення
2		Захист роботи
3	Тема 2.2. Фізико-хімічні технології водопідготовки та водоочищення. Дослідження впливу основних параметрів на ефективність коагуляції	<u>Мета:</u> Дослідити вплив основних параметрів на ефективність коагуляційного очищення води від фосфатів в режимі джар-тест
4		Захист роботи
5	Тема 2.2. Фізико-хімічні технології водопідготовки та водоочищення. Визначення вмісту мангану в зразках природної води та проведення процесу деманганування	<u>Мета:</u> Визначити вміст мангану в зразках природної води та дослідити ефективність процесу деманганування
6		Захист роботи
7	Тема 2.2. Фізико-хімічні технології водопідготовки та водоочищення. Вилучення барвників з води за допомогою фотоокисних методів	<u>Мета:</u> Провести аналіз ефективності використання різних каталітичних систем на основі реактиву Фентона для знебарвлення зразків води, які містять барвники
8		Захист роботи
9	Тема 2.2. Фізико-хімічні технології водопідготовки та водоочищення. Кислотна регенерація коагулянту з осадів очищення стічних вод	<u>Мета:</u> Дослідити ефективність кислотної регенерації коагулянту з осадів очищення стічних вод
10		Захист роботи
11	Тема 2.2. Фізико-хімічні технології водопідготовки та водоочищення. Флокуляційне очищення забрудненої води	<u>Мета:</u> Дослідити вплив типу та дози флокулянта на процес осадження колоїдно-дисперсних домішок, які містяться в зразках води
12		Захист роботи
13	Тема 2.2. Фізико-хімічні технології водопідготовки та водоочищення. Визначення вмісту загального феруму у пробах природної води та вилучення феруму аеруванням	<u>Мета:</u> Провести аналіз ефективності використання різних окисних систем для знезалізнення зразків води
14		Захист роботи

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних робіт, виконання реферату, МКР та

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; підготовка до лабораторного заняття, оформлення протоколу до лабораторних робіт, оформлення результатів та висновків до лабораторних робіт	48 годин
Підготовка до МКР	4 години
Виконання Реферату	10 годин
Підготовка до екзамену	30 годин
Всього	92 годин

Політика та контроль

7. Політика навчальної освітньої компоненти

Складові рейтингу студента з освітньої компоненти “ Світові тенденції водоочищення”:

- 1) виконання експрес-контрольних (Google Forms, menti.com та GroupMap www.groupmap.com) на лекціях;
- 2) виконання та захист 7 лабораторних робіт.
- 3) написання МКР.
- 4) підготовка реферату.
- 5) відповідь на екзамені.

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях факультету, сертифікованій лабораторії, в технологічній лабораторії Центру сучасних водних технологій КПІ ім. Ігоря Сікорського. 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. Виконання лабораторних робіт та їх захист, написання МКР та реферату є обов’язковою складовою допуску до екзамену.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com та GroupMap www.groupmap.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 та отримання позитивної оцінки за реферат;
- політика дедлайнів та перескладань: Перескладання результатів МКР не передбачено; для допуску до екзамену мають бути виконані і захищені 7 лабораторних робіт та отримано позитивну оцінку за реферат;
- 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 висновки 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 5 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 «Світові тенденції очищення стічних вод»;

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

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, захист лабораторних робіт та оформлення усіх протоколів, написання МКР, виконання реферату.
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 освітньої компоненти 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. Експрес-контроль на лекціях (Google Forms та GroupMap www.groupmap.com):

Всього тестів 24 (12 Google Forms та 12 GroupMap). Ваговий бал завдання – 0,5. Максимальна кількість балів на усіх тестових завданнях дорівнює:
 $0,5 \times 24 = 12$ балів.

2 Робота під час лабораторних робіт:

Максимальна кількість балів на усіх лабораторних заняттях дорівнює: 21 бал. 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 – 7.

Критерії оцінювання:

Допуск до лабораторної роботи: максимально можна отримати 1 бал

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;

0,8 бала: 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: максимально можна отримати 1 бал

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

0,8 бала: 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: максимально можна отримати 1 бал

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

0,8 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. Модульна контрольна робота (МКР)

Ваговий бал: 12. Критерії оцінювання МКР.

МКР розділено на дві частини, проводиться у вигляді тестування, ліміт часу – одна академічна година на кожну частину.

Виконання МКР передбачає проходження тесту Google Form на 30 питань (кожна правильна відповідь на питання в тесті оцінюється в 0,2 бала. Якщо всі відповіді на 30 питань тесту правильні, то МКР оцінюється в 6 балів, якщо у студента при тестуванні не всі правильні відповіді, то оцінювання МКР здійснюється шляхом додавання балів за всі правильні відповіді.

МКР проводиться на 2й півпарі 9го та 18го лекційного заняття, після цього часу надіслати заповнену форму тесту буде неможливо, тобто автоматично МКР буде оцінено в 0 балів.

4. Реферат -ваговий бал – 5

Критерії оцінювання:

5 балів: реферат написано з використанням елементів продуктивного (творчого) підходу для вирішення поставленого завдання; здійснено критичний аналіз існуючих технологій водоочищення; пошук рішень здійснено з врахуванням сучасних тенденцій в світовій практиці; бездоганне оформлення реферату;

4,5 балів: реферат написано з використанням елементів продуктивного (творчого) підходу для вирішення поставленого завдання; здійснено критичний аналіз існуючих технологій водоочищення не менше ніж на 85%; пошук рішень здійснено з частковим врахуванням сучасних тенденцій в світовій практиці; бездоганне оформлення реферату;

4,0 балів: реферат написано з використанням елементів критичного аналізу існуючих рішень для вирішення поставленого завдання; здійснено критичний аналіз існуючих технологій водоочищення не менше ніж на 75 %; пошук рішень здійснено з частковим врахуванням сучасних тенденцій в світовій практиці; оформлення реферату якісне;

3,5 балів: реферат написано на основі аналізу існуючих рішень в технології водоочищення; матеріал підібрано із врахуванням існуючих технологій водоочищення; оформлення реферату виконано із порушенням форматування;

3,0 балів: реферат написано на основі аналізу існуючих рішень в технології водоочищення; оформлення реферату виконано з порушеннями та поодинокими випадками відсутності посилань в тексті на використані джерела;

0 балів: тема реферату не розкрита; здійснено опис частини існуючих технологій; оформлення реферату виконано із суттєвими порушеннями та без посилання на використану літературу.

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

Календарний контроль студентів

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

Перший календарний контроль (8 тиждень)

Максимально можливий рейтинг –10 балів. Для отримання «атестовано» студент повинен мати не менше ніж 5 балів.

Другий календарний контроль (14 тиждень)

Максимально можливий рейтинг – 20 балів. Для отримання «атестовано» студент повинен мати не менше ніж 10 балів.

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з освітньої компоненти (RD):

Сума вагових балів контрольних заходів (Rc) протягом семестру складає:

$$R'C = \sum rk + \sum rs = 12 + 21 + 12 + 5 + \sum rs = 50 \text{ балів} + \sum rs;$$

$$RC = \sum rk = 50 \text{ балів.}$$

Екзаменаційна складова (RE) шкали дорівнює 50% від RD:

$$RE = 0,5 \times RC / (1 - 0,5) = 0,5 \times 50 / (1 - 0,5) = 50 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з освітньої компоненти складає

$$RD = RC + RE = 50 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

Розмір шкали рейтингу R = 100 балів.

Розмір стартової шкали RC = 50 балів.

Розмір екзаменаційної шкали RE = 50 балів.

Критерії екзаменаційного оцінювання:

В екзаменаційному білеті передбачено 3 питання, перші два – 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.

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 написання МКР, виконання і зарахування всіх лабораторних робіт, отримання позитивної оцінки за реферат, а також стартовий рейтинг (rc) не менше 60% від RC, тобто $rc = 0,6 RC = 0,6 \times 50 = 30$ балів.**

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

Вимоги до оформлення реферату, перелік запитань на екзамен наведені у Google Classroom «Світові тенденції водоочищення»

<https://classroom.google.com/c/NzM10TU3NjQzMTEEx?cjc=xqw6uod> - код курсу – xqw6uod.

Зарахування окремих результатів, отриманих в межах неформальної освіти, здійснюється згідно Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті <https://osvita.kpi.ua/node/179>

Приклади питань 1 та 2:

1. Розкрийте сутність попереднього очищення води у відстійниках різного типу. Обґрунтуйте конструкцію радіального відстійника в процесах водоочищення.
2. Обґрунтуйте вибір флотаційного методу очищення води. Вкажіть переваги і недоліки атмосферної та вакуумної флотації.
3. Розкрийте сутність попереднього очищення води на механічних фільтрах. Опишіть принцип роботи механічних фільтрів із зернистим завантаженням.
4. Розкрийте хімізм пом'якшення води реагентними методами. Наведіть характеристику реагентів, які можуть бути використані для пом'якшення води.
5. Розкрийте сутність іонного обміну: особливості та хімізм процесу. Надайте визначення поняттю «Робоча обмінна ємність іоніту».
6. Надайте визначення поняттю «мікрофільтрація». Назвіть переваги і недоліки картриджних фільтрів. Розкрийте принцип роботи картриджного фільтру.
7. Наведіть механізм коагуляційного очищення води, область застосування метода та особливості гідролізу коагулянтів різних типів.
8. Обґрунтуйте застосування адсорбційних методів обробки води. Наведіть основні характеристики адсорбентів, які використовують у процесах водоочищення.
9. Здійсніть порівняльну характеристику методів знезараження води, назвіть недоліки і переваги знезараження води хлором.
10. Надайте визначення поняттю «механічна фільтрація». Розкрийте принцип очищення води від завислих речовин на механічних фільтрах завантажених гідроантрацитом.
11. Які мембранні методи фільтрації ви знаєте? Назвіть та обґрунтуйте послідовність стадії процесу ультрафільтрації.
12. Наведіть порівняльну характеристику хімічних методів знезараження води, назвіть недоліки і переваги знезараження води озonom.
13. Охарактеризуйте фізичні методи знезараження води, наведіть недоліки і переваги знезараження води ультрафіолетовим опроміненням.
14. Зобразіть схематично рух рідини при різних механізмах фільтрації, а саме тупикова і тангенціальна фільтрація. В чому полягають основні відмінності при організації процесу фільтрації за різних механізмів?
15. Розкрийте сутність іонного обміну: особливості та хімізм процесу. Розкрийте поняття «осмотична стабільність іоніту».
16. Охарактеризуйте причини виникнення на поверхні зворотноосмотичних мембран фоулінгу. Наведіть основні групи реагентів та механізм їх дії, які можуть бути використані для усунення фоулінгу різного типу.
17. Назвіть основні причини забруднення ультрафільтраційних мембран і методи їх усунення. Розкрийте поняття «CIP та CEB промивка мембран».
18. Надайте визначення поняттям «прямий та зворотний осмос» В чому полягає їх принципова відмінність? Розкрийте роль картриджного фільтру перед системою зворотного осмосу для знесолення води.
19. Надайте визначення поняттю «іонний обмін». Порівняйте режими проточної та протиточної організації процесу регенерації іонної смоли.
20. Наведіть класифікацію активованого вугілля за розміром пор матеріалу та область їх використання. Охарактеризуйте основні методи регенерації активованого вугілля.
21. Обґрунтуйте вибір флотаційного методу очищення води. Вкажіть переваги і недоліки атмосферної та вакуумної флотації.
22. Розкрийте хімізм пом'якшення води реагентними методами. Наведіть характеристику реагентів, які можуть бути використані для пом'якшення води.

Приклади питання 3:

1. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Реагентне очищення води від сполук заліза та марганцю (комплексні загрузки).
2. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Знесолення води за допомогою мембранного методу.
3. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Пом'якшення води мембранними методами
4. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Попереднє знезараження води на ультрафільтраційних мембранах
5. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення води від поверхнево-активних речовин методом адсорбції
6. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення води від мікропластику
7. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення води від сполук арсену іонообмінним методом (гібридні сорбенти).
8. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення води від частинок колоїдного ступеня дисперсності (інноваційні рішення)
9. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Сумісне очищення води від органічних речовин та фосфатів (інноваційні рішення)
10. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення технологічних вод фармвиробництва (мікрокількості барвників, мед.препаратів)
11. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Фотокаталітична деструкція барвників
12. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення води від масло- і нафтопродуктів
13. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Деструкція барвників реактивом Фентона
14. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Іонообмінне очищення води від сполук ртуті.
15. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення технологічних вод м'ясопереробних підприємств.
16. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення технологічних вод виробництва мінеральних добрив
17. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Біохімічне очищення стічних вод від нітратів, нітритів.
18. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення води від сполук сірки та фосфору
19. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення стічних вод від сполук хрому
20. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення води від важких металів нікелю та цинку
21. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення технологічних вод виробництва азотовмісних продуктів

Силабус освітньої компоненти:

Складено НПП кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології:

д.т.н., проф. Донцова Т.А.

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)