



Світові тенденції очищення стічних вод

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 неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення</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 ECTS /150 годин (лекційні заняття – 30 годин, лабораторні заняття – 28 годин, СРС – 92 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен /МКР, РГР</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 rozklad.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 очищення стічних вод " https://classroom.google.com/c/NTkyNTg2OTQ5MDA1?cjc=bvcn3bz - код курсу – bvcn3bz

Програма освітньої компоненти

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

Світові тенденції очищення стічних вод 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 стічних вод; сучасні підходами до організації технологічного процесу з водоочищення; диджиталізація процесів водоочищення; інновації та підприємництво.

Мета освітньої компоненти надання здобувачам знань фізико-хімічних основ сучасних методів очищення стічних вод з урахуванням світових тенденції та вмінь у розробці схем сучасних технологій очищення стічних вод 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 1) Здатність досліджувати, класифікувати і аналізувати показники якості хімічної продукції, технологічних процесів і обладнання хімічних виробництв; (ФК 2) Здатність організовувати і управляти хіміко-технологічними процесами в умовах промислового виробництва та в науково-дослідних лабораторіях з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів; (ФК 5) Здатність впроваджувати інновації у процесах хімічної галузі з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку.

Вивчення освітнього компоненту посилює наступні програмні результати навчання: (ПРН 2) 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 7) 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 8) Проводити інновації на виробництвах хіміко-технологічного профілю з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку.

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

Пререквізити: диплом рівня «бакалавр» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія». Бакалаврський рівень Знання у хімічній технології та інженерії на бакалаврському рівні

Постреквізити:

Виконання магістерської дисертації	Здатність проводити інновації та виявляти і вирішувати проблеми в сфері хімічних процесів та апаратів, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень. Здатність до розробки технологічних показників одержання і практичного застосування нових речовин та функціональних матеріалів
------------------------------------	---

2. 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

Тема 1.2. 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 очищення стічних вод.

Тема 2.1 Традиційні технології водопідготовки та очищення стічних вод.

Механічні методи очищення стічних вод. 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 флоатоконструкцій. Схеми напірної та вакуумної флоатації. Особливості конструкції сучасних флотаторів.

Розділ 3. Перспективи адсорбційного очищення стічних вод.

Тема 3.1. Основи адсорбційного очищення стічних вод.

Моделювання адсорбційних процесів та особливості моделювання для адсорбції політантів зі стічних вод

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

Адсорбційні технології водоочищення. Основні технологічні схеми та обладнання, технологічна схема комплексного адсорбційного очищення стічних вод від органічних та неорганічних забрудників. Динаміка адсорбції в нерухомому шарі

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

Тема 3.4. Сучасне устаткування адсорбційних процесів у водоочищенні. Приклади технологічних схем з адсорберами для очищення різного типу стічних вод.

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 апаратне 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 СВ (кондиціонування, зневоднення, стабілізація).

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

3. 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/NTkyNTg2OTQ5MDA1?cjc=bvcn3bz>. 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 (текстовий варіант) читати повністю)
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 Центру (текстовий варіант) читати повністю)
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. Кириї ; 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 (текстовий варіант) читати повністю)

4. 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 флотації: Основні типи елементарних флотокомплексів. Схеми напірної та вакуумної флотації. 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 та визначення оптимальної дози коагулянту за допомогою джар-тесту	<u>Мета:</u> Дослідити вплив основних параметрів на ефективність коагуляції та визначити оптимальну дозу коагулянту за допомогою джар-тесту
4		Захист роботи
5	Тема 2.2. Фізико-хімічні технології водопідготовки та водоочищення. Визначення вмісту мanganу в зразках природної води та проведення процесу деманганування	<u>Мета:</u> Визначити вміст мanganу 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.	<u>Мета:</u> Дослідити вплив типу та дози флокулянта на процес осадження колоїдно-дисперсних домішок, які містяться в зразках води

12	Флокуляційне очищення забрудненої води	Захист роботи
13	Тема 2.2. Фізико-хімічні технології водопідготовки та водоочищення.	<u>Мета:</u> Провести аналіз ефективності використання різних окисних систем для знезалізнення зразків води
14	Визначення вмісту загального феруму у пробах природної води та вилучення феруму аеруванням	Захист роботи

5. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних робіт, виконання РГР, 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 РГР	10 годин
Підготовка до екзамену	30 годин
Всього	92 годин

6. Модульна контрольна робота (МКР)

МКР розділено на дві частини, проводиться у вигляді тестування, ліміт часу – 45 хвилин 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.

Написання МКР є обов'язковим для отримання допуску до екзамену, переписуванню не підлягає і має бути виконана у визначений викладачем час.

Політика та контроль

7. Політика навчальної освітньої компоненти

Складові рейтингу студента з освітньої компоненти “ Світові тенденції очищення стічних вод”:

- 1) виконання експрес-контрольних (Google Forms та menti.com) на лекціях;
- 2) виконання та захист 7 лабораторних робіт.
- 3) написання МКР.

4) виконання РГР.

5) 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. Виконання лабораторних робіт та їх захист, написання МКР та виконання РГР є обов'язковою складовою допуску до екзамену.

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 та отримання позитивної оцінки за РГР;
- політика дедлайнів та перескладань: Перескладання результатів МКР не передбачено; для допуску до екзамену крім вчасного написання МКР, мають бути виконані і захищені 7 лабораторних робіт та отримано позитивну оцінку за РГР;
- 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 РГР.
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:

Всього тестів 12. Ваговий бал тесту – 0,75. Максимальна кількість балів на усіх тестових завданнях дорівнює:

$$0,75 \times 12 = 9 \text{ балів.}$$

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. Останні заняття на відпрацювання лабораторних робіт (не більше 2х), які не були виконані за графіком (за умови наявності поважних причин) та оформлення звіту з лабораторних робіт.

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;

0,8 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:

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:

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 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. Модульна контрольна робота (МКР)

Ваговий бал: 12. Критерії оцінювання МКР:

МКР розділено на дві частини, проводиться у вигляді тестування, ліміт часу – 45 хвилин 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.

Написання МКР є обов'язковим для отримання допуску до екзамену, переписуванню не підлягає і має бути виконана у визначений викладачем час.

4. Розрахунково-графічна робота (РГР) -ваговий бал – 8

Критерії оцінювання

8 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 РГР;

7,5 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 РГР;

7 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 РГР з порушенням форматування;

6 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 РГР з порушенням форматування;

5 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 РГР з суттєвими порушенням та частково без посилання на використану літературу;

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 РГР з суттєвими порушенням та без посилання на використану літературу.

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.

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

Друга атестація (14 тиждень)

Максимально можливий рейтинг – 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:

$$R'C = \sum rk + \sum rs = 9 + 21 + 12 + 8 + \sum rs = 50 \text{ балів} + \sum rs;$$

$$RC = \sum rk = 50 \text{ балів.}$$

Сума заохочувальних балів (rs) не повинна перевищувати, як правило $0,1 \times RC$ (тобто 5,0 бали).

Екзаменаційна складова (RE) шкали дорівнює 50% від RD, а

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

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, 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:

$$15+15+20=50 \text{ балів}$$

Оцінювання 1го та 2го питання:

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 РГР (яка має бути не менше 60% від зазначеного в PCO, тобто 6 балів), а також стартовий рейтинг (r_c) не менше 60% від RC , тобто $r_c = 0,6 RC = 0,6 \times 50 = 30$ балів.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS – European Credit Transfer System – Європейської кредитно-трансферної та акумулюючої системи – та традиційних) 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

Вимоги до оформлення РГР, перелік запитань на екзамен наведені у Google Classroom «Світові тенденції очищення стічних вод»

<https://classroom.google.com/c/NTkyNTg2OTQ5MDA1?cjc=bvcn3bz>

- код курсу – *bvcn3bz*.

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 коагуляційного очищення води. Наведіть характеристику коагулянтів, які можуть бути використані для очищення води.
5. Розкрийте сутність процесу флокуляції, наведіть механізм дії флокулянтів та їх тип.
6. Надайте визначення поняттю «біологічні методи очищення води». Назвіть переваги і недоліки аеробного методу очищення води.
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. Надайте визначення поняттю «біологічні методи очищення води». Назвіть переваги і недоліки анаеробного методу очищення води.
10. Розкрийте принцип роботи та обґрунтуйте послідовність стадії процесу МБР із погрудним мембранним модулем.
11. Які мембранні методи фільтрації ви знаєте? Назвіть та обґрунтуйте послідовність стадії процесу МБР з виносним мембранним модулем.
12. Наведіть порівняльну характеристику хімічних методів знезараження води, назвіть недоліки і переваги знезараження води хлорагентами.
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. Наведіть основні вимоги до води, яка використовується в оборотних системах водокористування. Розкрийте поняття «Термостабільна вода».
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. Наведіть класифікацію стічних вод. Розкрийте сутність методу оцінки сумарного ефекту впливу на санітарний стан водойми.
18. За якими параметрами здійснюється визначення необхідного ступеню очищення СВ. Розкрийте сутність поняттю «Самоочищення води»
19. Наведіть схематично роздільну схему водовідведення з окремим очищенням СВ промислового підприємства та міста. Обґрунтуйте доцільність її застосування.
20. Наведіть схематично сумісну схему водовідведення та очищення СВ підприємства та міста. Обґрунтуйте доцільність її застосування.
21. Обґрунтуйте вибір флотаційного методу очищення води. Вкажіть переваги і недоліки атмосферної та вакуумної флотації.
22. Наведіть перелік інноваційних рішень у фільтруванні. Розкрийте сутність роботи фільтрів типу «Salsnes»

23. Обґрунтуйте доцільність застосування пінополістиролу, як зернистого фільтруючого матеріалу для видалення з води нерозчинних домішок
24. Обґрунтуйте доцільність очищення води фільтрацією у поєднанні з коагуляцією (контактна фільтрація). Які вимоги до матеріалів, які використовуються для реалізації процесу фільтрації з коагуляцією?
25. Розкрийте принцип роботи адсорбера із псевдозрідженим шаром з вказанням руху потоків на схемі зазначеного типу адсорбера. Наведіть основні вимоги до сорбційного матеріалу.
26. Традиційна технологія біологічного очищення води активним мулом. Зазначте можливі ризики при експлуатації аеротенків з активним мулом.
27. Зробіть порівняльний аналіз аеробного й анаеробного методів очищення стічних вод.
28. Наведіть стадії біологічного очищення стічних вод. Розкрийте сутність кожної стадії.
29. Наведіть класифікацію аеротенків. Зобразіть схематично схему біологічного очищення стічних вод в аеротенку.
30. Перелічіть фактори, що впливають на процес анаеробного очищення стічних вод. Наведіть переваги анаеробного методу очищення СВ.
31. Наведіть методи утримання біомаси мікроорганізмів в реакційному об'ємі біореактора. Зобразіть схематично анаеробний біофільтр з висхідним потоком рідини.
32. Наведіть умови отримання анаеробного гранульованого мулу. Зобразіть схематично біореактор з гранульованою біомасою активного мулу.
33. Розкрийте сутність очищення води у відстійнику типу Actiflo. Обґрунтуйте конструкцію відстійника Actiflo.

Приклади питання 3:

1. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Реагентне очищення води від сполук заліза та марганцю (комплексні загрузки).
2. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Біологічне очищення побутових стічних вод з використанням біофільтрів із завантаженням природного походження.
3. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Біохімічне очищення побутових стічних вод із введенням коагулянта на одну зі стадій очищення.
4. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Біологічне очищення висококонцентрованих побутових стічних вод анаеробним методом.
5. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Автономні станції біологічного очищення побутових стічних вод.
6. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Очищення промислових стічних вод на установках спеціального призначення (нафтовловлювачі).
7. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Мембранний біореактор з виносним модулем фільтрації для очищення стічних вод міських каналізацій.
8. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення води від нерозчинних частинок різного ступеня дисперсності (інноваційні рішення).
9. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Мембранний біореактор з погружним модулем фільтрації для очищення стічних вод міських каналізацій.
10. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Біологічне очищення муніципальних стічних вод з використанням аеробного гранульованого активного мулу.
11. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Локальне очищення стічних вод олійного виробництва.

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: Технологія фізико-хімічного та біологічного очищення побутових стічних вод і стічних вод молокозаводу.
15. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Очищення технологічних вод м'ясопереробних підприємств.
16. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Очищення технологічних вод виробництва мінеральних добрив та побутових стічних вод.
17. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Біохімічне очищення стічних вод від нітратів, нітритів та амонію.
18. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води наступного відділення: Очищення води від сполук фосфору та органічної складової.
19. Складіть схему та обґрунтуйте послідовність стадій очищення води: Очищення стічних вод картонно-паперової фабрики біологічним методом.
20. 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)