



Світові тенденції очищення стічних вод

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</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 дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна/вечірня), заочна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>8 кредитів (лекційні заняття – 36 годин, практичні заняття – 18 годин, лабораторні заняття – 36 годин, СРС – 150 годин)</i>
Семестровий контроль/контрольні заходи	<i>екзамен /МКР, ДКР</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години раз на тиждень (1 пара), лабораторні роботи 4 години раз на два тижня (2 пари), практичні заняття 2 години раз на два тижня (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника освітньої компоненти / викладачів	Лектори: д.т.н., професор Донцова Тетяна Анатоліївна, dontsova@xtf.kpi.ua, телеграм @Tetiana_Dontsova к.т.н., доцент Косогіна Ірина Володимирівна, kosogina.iryana@lll.kpi.ua, телеграм: @Iryna_Kosogina Лабораторні роботи: д.т.н., професор Донцова Тетяна Анатоліївна, dontsova@xtf.kpi.ua, телеграм @Tetiana_Dontsova к.т.н., доцент Косогіна Ірина Володимирівна, kosogina.iryana@lll.kpi.ua, телеграм: @Iryna_Kosogina к.т.н., ст. викладач Кирій Світлана Олександрівна: Kyrii.Svitlana@lll.kpi.ua, телеграм 0969805226 Практичні заняття: к.т.н., ст. викладач Кирій Світлана Олександрівна: Kyrii.Svitlana@lll.kpi.ua, телеграм 0969805226
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/NTg4Nzg2MTYwMzcz?cjc=7rz7kc2 - код курсу – 7rz7kc2

Програма освітньої компоненти

1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення 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 підходи до організації технологічного процесу з водоочищення; диджиталізація процесів водоочищення; інновації та підприємництво.

Метою освітньої компоненти є формування у студентів другого «магістерського» рівня вищої освіти компетенцій:

- K5. Здатність досліджувати, класифікувати і аналізувати показники якості хімічної продукції, технологічних процесів і обладнання хімічних виробництв;
- K7. Здатність використовувати результати наукових досліджень і дослідно-конструкторських розробок для вдосконалення існуючих та/або розробки нових технологій і обладнання хімічних виробництв;
- K11. Здатність використовувати сучасні методи досліджень, проводити наукові експерименти та вирішувати актуальні технічні задачі в галузі кондиціювання та очищення води.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- ПР2. Здійснювати пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати,
- ПР8. Застосовувати передові знання фізико-хімічних концепцій, практик та методів для вдосконалення існуючих неорганічних та електродних матеріалів, для визначення та прогнозування ключових параметрів і властивостей нових неорганічних та електродних матеріалів, в умовах лабораторії або виробництва;
- ПР9. Знання сучасних методів дослідження, приладів та обладнань, програмного забезпечення в галузі кондиціювання та очищення води

УМІННЯ:

- здійснювати пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати,
- застосовувати передові знання фізико-хімічних концепцій, практик та методів для вдосконалення існуючих неорганічних та електродних матеріалів, для визначення та прогнозування ключових параметрів і властивостей нових неорганічних та електродних матеріалів, в умовах лабораторії або виробництва;
- застосовувати сучасні методи дослідження, приладів та обладнань, програмного забезпечення в галузі кондиціювання та очищення води

ДОСВІД:

- пошуку необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати,
- знання фізико-хімічних концепцій, практик та методів для вдосконалення існуючих неорганічних та електродних матеріалів, для визначення та прогнозування ключових параметрів і властивостей нових неорганічних та електродних матеріалів, в умовах лабораторії або виробництва;
- сучасних методів дослідження, приладів та обладнань, програмного забезпечення в галузі кондиціювання та очищення води

2. 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:

<i>Виконання магістерської дисертації</i>	<i>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</i>
---	--

3. Зміст освітньої компоненти

Розділ 1. Тема 1.1. Показники та склад стічних вод. Особливості каналізування стічних вод промислових підприємств. Системи та схеми каналізування. Вибір методу очищення стічних вод. Методи знаходження необхідного ступеня очищення стічних вод.

Розділ 2. Традиційні та сучасні технології очищення стічних вод.

Тема 2.1 Традиційні технології механічного очищення стічних вод.

Механічні технології підготовки та водоочищення. Сучасні схеми та обладнання механічного очищення води

Тема 2.2. Фізико-хімічні технології підготовки та водоочищення.

Сучасні технології коагуляційного очищення води на прикладі системи ActiFlo. Сучасні конструкції відстійників.

Розділ 3. Перспективи адсорбційного очищення стічних вод.

Тема 3.1. Основи адсорбційного очищення стічних вод.

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

Тема 3.3. Моделювання адсорбційних процесів та особливості моделювання для адсорбції полутантів зі стічних вод. Кінетичні та адсорбційні моделі і термодинамічний аналіз адсорбції.

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

Тема 3.5. Основні технологічні схеми та обладнання комплексного адсорбційного очищення стічних вод від органічних та неорганічних забрудників.

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

Розділ 4. Фотокаталітичні методи у водоочищенні.

Тема 4.1. Використання фотокаталітичних процесів для очищення стічних вод.

Тема 4.2. Що таке фотокаталіз, основи фотокаталітичного методу та його особливості.

Тема 4.3. Гомогенний та гетерогенний фотокаталіз. Порівняння, переваги та недоліки.

Тема 4.4. Фізико-хімічні основи гетерогенного фотокаталізу для деструкції органічних полутантів в водних об'єктах. Вимоги до фотокаталізаторів та визначення їх

ефективності. Шляхи збільшення фотокаталітичної активності фотокаталітичних напівпровідникових структур.

Тема 4.5. Обладнання для проведення фотокаталітичного очищення стічних вод від органічних речовин та технологічні схеми, де є раціональність для їх застосування.

Тема 4.6 Окисні технології водопідготовки та водоочищення. АОР процеси в технології водопідготовки та водоочищення. Сучасні матеріали та їх комбінування.

Розділ 5. Ультрафлокуляція.

Особливості процесів флокуляції. Переваги ультра флокуляції для очищення стічних вод. Існуюче та проектне обладнання для реалізації ультрафлокуляції. Приклади технологічних схем для використання ультрафлокуляційних процесів.

Розділ 6. Очищення стічних вод різного походження.

Тема 6.1. Особливості очищення фармацевтичних та харчових стічних вод.

Розділ 7. Біологічні методи очищення стічних вод.

Тема 7.1. Основи біологічних методів очищення стічних вод

Біоценоз та його функціонування. Фактори, що впливають на функціонування біоценозу.

Тема 7.2. Локальні установки очищення побутових стічних вод

Тема 7.3. Мембранний біореактор (MBR process).

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

Тема 7.5. Повторне використання очищених стічних вод. Мінімізація рідких відходів. Утилізація та знешкодження осадів очищення стічних вод.

Склад та властивості осадів стічних вод. Методи обробки осадів очищення СВ (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 на сайті ГО «Вотернет». Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та лабораторних заняттях.

Базова:

1. 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)
2. 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)

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

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням студентами робіт 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.

№	Дата	Опис заняття
1	1й тиждень 8 лютого 2024	Розділ 1. Тема 1.1. Показники та склад стічних вод. Особливості каналізування стічних вод промислових підприємств. Системи та схеми каналізування. Вибір методу очищення стічних вод. Методи знаходження необхідного ступеня очищення стічних вод.
2	2й тиждень 15 лютого 2024	Розділ 2. Традиційні та сучасні технології очищення стічних вод. Тема 2.1 Традиційні технології водопідготовки та очищення стічних вод. Механічні технології підготовки та водоочищення. Сучасні схеми та обладнання механічного очищення води
3	3й тиждень 22 лютого 2024	Розділ 2. Тема 2.2. Фізико-хімічні технології підготовки та водоочищення. Сучасні конструкції відстійників. Сучасні технології коагуляційного очищення води на прикладі системи ActiFlo.
4	4 й тиждень 29 лютого 2024	Розділ 3. Перспективи адсорбційного очищення стічних вод. Тема 3.1. Основи адсорбційного очищення стічних вод. Тема 3.2. Існуючі промислові та інноваційні адсорбційні матеріали та їх

		порівняння.
5	5 й тиждень 7 березня 2024	Тема 3.3. Моделювання адсорбційних процесів та особливості моделювання для адсорбції поліютантів зі стічних вод. Кінетичні та адсорбційні моделі і термодинамічний аналіз адсорбції.
6	6 й тиждень 14 березня 2024	Тема 3.4. Сучасне устаткування адсорбційних процесів у водоочищенні. Приклади технологічних схем з адсорберами для очищення різного типу стічних вод.
7	7 й тиждень 21 березня 2024	Тема 3.5. Основні технологічні схеми та обладнання комплексного адсорбційного очищення стічних вод від органічних та неорганічних забрудників. Особливості іонообмінних технологій водопідготовки та водоочищення. Сучасні іоніти та гідридні матеріали, які застосовують у схемах очищення стічних вод.
8	8й тиждень 28 березня 2024	Розділ 4. Фотокаталітичні методи у водоочищенні. Тема 4.1. Використання фотокаталітичних процесів для очищення стічних вод. Тема 4.2. Що таке фотокаталіз, основи фотокаталітичного методу та його особливості.
9	9 й тиждень 4 квітня 2024	Тема 4.3. Гомогенний та гетерогенний фотокаталіз. Порівняння, переваги та недоліки. Тема 4.4. Фізико-хімічні основи гетерогенного фотокаталізу для деструкції органічних поліютантів в водних об'єктах. Вимоги до фотокаталізаторів та визначення їх ефективності. Шляхи збільшення фотокаталітичної активності фотокаталітичних напівпровідникових структур.
10	10 й тиждень 11 квітня 2024	Тема 4.5. Обладнання для проведення фотокаталітичного очищення стічних вод від органічних речовин та технологічні схеми, де є раціональність для їх застосування.
11	11 й тиждень 18 квітня 2024	Тема 4.6 Окисні технології водопідготовки та водоочищення. АОР процеси в технології водопідготовки та водоочищення. Сучасні матеріали та їх комбінування.
12	12 й тиждень 25 квітня 2024	Розділ 5. Ультрафлокуляція. Особливості процесів флокуляції. Переваги ультра флокуляції для очищення стічних вод. Існуюче та проектне обладнання для реалізації ультрафлокуляції. Приклади технологічних схем для використання ультрафлокуляційних процесів.
13	13 й тиждень 2 травня 2024	Розділ 6. Очищення стічних вод різного походження. Тема 6.1. Особливості очищення фармацевтичних та харчових стічних вод. МКР. Частина 1.
14	14 й тиждень	Розділ 7. Біологічні методи очищення стічних вод.

	9 травня 2024	Тема 7.1. Основи біологічних методів очищення стічних вод Біоценоз та його функціонування. Фактори, що впливають на функціонування біоценозу.
15	15 й тиждень 16 травня 2024	Розділ 7. Тема 7.2. Локальні установки очищення побутових стічних вод. Локальні установки очищення побутових стічних вод. Тема 7.3. Мембранний біореактор (MBR process). Класифікація біологічного очищення стічних вод. Біологічне очищення стічних вод від сполук азоту та фосфору.
16	16 й тиждень 23 травня 2024	Продовження теми 7.3 Технології біологічного очищення стічних вод з глибоким видаленням сполук азоту та фосфору. Тема 7.4. Переваги та недоліки очищення стічних вод в анаеробних умовах. Принцип роботи сучасних анаеробних біореакторів
17	17 й тиждень 30 травня 2024	Тема 7.5. Повторне використання очищених стічних вод. Мінімізація рідких відходів. Утилізація та знешкодження осадів очищення стічних вод. Склад та властивості осадів стічних вод. Методи обробки осадів очищення СВ (кондиціонування, зневоднення, стабілізація). Технологічна схема переробки осадів біохімічного очищення води.
18	18 й тиждень 6 червня 2024	Тема 7.5. Продовження Технологічна схема переробки осадів біохімічного очищення води. Типові неполадки в роботі схем очищення стічних вод і методи їх усунення. МКР. Частина 2.

Практичні заняття

Метою практичних занять з освітньої компоненти «Світові тенденції очищення стічних вод» 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 сучасного обладнання. Обґрунтування реальних рішень з майбутньої фахової діяльності з урахуванням тенденції до сучасного підприємництва.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Розрахунки сучасного обладнання для водоочищення	Розрахунок габаритів адсорбера та встановлення основних параметрів
3		Захист
5		Завдання на ДКР. Обговорення особливостей виконання, оформлення та захисту.
7		Розрахунок фотореактора та визначення основних елементів, що впливають на деструкцію
9		Захист

11		Розрахунок сучасного відстійника типу ActiFlo
13		Захист
15		Захист ДКР
17		Підсумкове заняття

Лабораторні заняття

Метою лабораторних занять з освітньої компоненти «Сучасні тенденції очищення стічних вод» є закріплення отриманих знань; ознайомлення з технічною реалізацією відомих з лекційного курсу технологій водоочищення модельних зразків стічних вод. На лабораторних заняттях студенти оволодіють загальною та спеціальною технікою хімічних лабораторних процедур, включаючи вивчення та засвоєння методик аналізу стічних вод, та технологій їх очищення на побутових і комерційних установках.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1(2 пари)	Очищення стічних вод від сполук хрому різними методами	Вивчити існуючі методи очищення стічних вод від сполук хрому, провести порівняльну характеристику реагентних і фізико-хімічних методів очищення, визначити ступінь очищення
		Захист роботи
3(2 пари)	Дослідження впливу параметрів адсорбції на ефективність видалення барвників	Провести очищення стічних вод від барвників методом адсорбції. Визначити ефективність очищення води в залежності від способу організації процесу сорбції: а) різної швидкості пропускання, б) різного діаметру колонки з нерухомим шаром сорбенту, в) різної вихідної концентрації барвника, г) різної природи барвників
		Захист роботи
5(2 пари)	Моделювання кінетики та адсорбції барвників з водних розчинів в статичних умовах	Скласти моделі псевдопершого та псевдодругого порядків, дифузійної моделі Бойда-Адамсона; моделі адсорбції для процесу адсорбційного вилучення барвників зі стічних вод
		Захист роботи
7(2 пари)	Вилучення барвників зі стічних вод за допомогою фотоокисних методів	Провести аналіз ефективності використання різних каталітичних систем на основі реактиву Фентона для знебарвлення стічних вод, які містять барвники
		Захист роботи
9(2 пари)	Вилучення антибіотиків зі стічних вод методом гетерогенного фотокаталізу	Провести фотокаталітичну деградацію антибіотиків та визначити параметри, що впливають на ефективність фотокаталітичного очищення
		Захист роботи
11 (2 пари)	Процес коагуляції води у сучасному відстійнику типу ActiFlo	Дослідити вплив типу та дози коагулянту на процес осадження колоїдно-дисперсних домішок, які містяться в стічних водах на прикладі системи ActiFlo

		<i>Захист роботи</i>
13 (2 пари)	Турбулентна флокуляція для вилучення дисперсних частинок з водних об'єктів	Дослідити вплив типу та дози флокулянта на процес осадження колоїдно-дисперсних домішок, які містяться в стічних водах
		<i>Захист роботи</i>
15 (2 пари)	Захист лабораторних робіт	Відпрацювання та захист лабораторних робіт.
17 (2 пари)	Підсумкове заняття	Захист звіту з лабораторних робіт.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних робіт та практичних занять, виконання ДКР, МКР та заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних робіт з використанням спеціального програмного забезпечення, підготовка до практичних занять	1 – 2 години на тиждень, сумарно - 106
Підготовка до МКР	4 години
Виконання ДКР	10 годин
Підготовка до екзамену	30 годин
Всього	150 годин

Політика та контроль

7. Політика навчальної освітньої компоненти

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

- 1) виконання тестових завдань (Google Forms та menti.com) на лекціях;
- 2) виконання та захист 7 лабораторних робіт тривалістю впродовж 4 годин.
- 3) виконання та захист практичних робіт.
- 4) написання МКР.
- 5) виконання та захист ДКР.
- 6) відповідь на екзамені.

У звичайному режимі роботи університету лекції, лабораторні роботи та практичні заняття 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, написання МКР та виконання ДКР є обов'язковим.

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.

Правила захисту лабораторних робіт:

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

Правила захисту практичних занять:

1. До захисту допускаються студенти, які правильно виконали розрахунки (при неправильно виконаних розрахунках їх слід усунути).
2. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 3 заохочувальних балів;
2. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 3х балів за семестр).

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.

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 та практичних заняттях, МКР, захист лабораторних робіт, ДКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.
3. Семестровий контроль: екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

1. Тестові завдання на лекційних заняттях:

Всього 4. Ваговий бал тесту - 1. Максимальна кількість балів на усіх тестових завданнях дорівнює:

1 бал x 4 = 4 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 7 балів. Кількість лабораторних робіт – 3. Останнє заняття на відпрацювання та захист звіту з лабораторних занять.

Критерії оцінювання:

Допуск до лабораторної роботи:

2 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;

1,5 балів: наявність протоколу з незначними недоліками, вірні в цілому відповіді на запитання викладача з незначними недоліками;

1,2 бала: вірні відповіді на запитання після допомоги викладача або неповний протокол, який підлягає доповненню;

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

Виконання лабораторної роботи:

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

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

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

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

Захист лабораторної роботи:

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

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

1,2 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. Робота на практичних заняттях:

Ваговий бал – 1 бал.

Перебачено контрольне опитування або тестування 3 рази впродовж усіх занять, які оцінюються в 1 бал: $1 \text{ бал} \times 3 = 3 \text{ бали}$. Останнє заняття виділяється для проведення захисту ДКР.

Критерії оцінювання роботи на практичних заняттях:

1 бал - безпомилкове рішення завдання високої складності.

0,75 бала - безпомилкове рішення завдання середньої складності;

0,6 бала - безпомилкове рішення простого завдання;

0 балів - помилкове рішення завдання.

4. Виконання МКР (МКР складається з 2х частин)

3 метою спрощення сприйняття інформації та полегшення засвоєння матеріал МКР розділено на 2 частини. МКР. Частина 1 з ваговим балом – 14 МКР. Частина 2 з ваговим балом – 10, тобто загальний бал $14+10=24$.

Виконання МКР. Частина 1 передбачає проходження тесту Google Form змішаного типу на 14 питань. На виконання тесту передбачено 0,5 лекційного заняття.

Виконання МКР. Частина 2 на 50 питань (кожна правильна відповідь на питання в тесті оцінюється в 0,2 бала. Якщо всі відповіді на 50 питань тесту правильні, то МКР оцінюється в 10 балів, якщо у студента при тестуванні не всі правильні відповіді, то оцінювання КР здійснюється шляхом додавання балів за всі правильні відповіді. На виконання тесту передбачено 0,5 лекційного заняття.

5. Домашня контрольна робота (ДКР) -ваговий бал – 8

Критерії оцінювання

8 балів безпомилкове вирішення ДКР і бездоганне оформлення відповідей на завдання при наявності елементів продуктивного (творчого) підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знань з хімії при здійсненні розрахунків;

7 балів вирішення ДКР з незначними, неprincipовими помилками (в т.ч. математичного характеру); наявність 1-2 помилок при оформленні ДКР;

6 балів здійснення розрахункових вправ з ДКР зі не значущими помилками хімічного, стехіометричного чи технологічного характеру, та неточності в оформленні ДКР;

5 балів вирішення ДКР з 1–2 помилками щодо хімічної чи хіміко-технологічної суті завдання;

0 балів розрахунок ДКР здійснено помилково та не оформлено за необхідними вимогами.

ДКР має бути подана у встановлений термін. При поданні ДКР на перевірку після закінчення семестру, студент не буде допущений до семестрового контрольного заходу, оскільки ДКР 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 тижднів)

Максимально можливий рейтинг – 30 балів. Для отримання «атестовано» студент повинен мати не менше ніж 15 балів.

Друга атестація (14 тижднів)

Максимально можливий рейтинг – 60 балів. Для отримання «атестовано» студент повинен мати не менше ніж 30 балів.

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з кредитного модуля (RD):

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

$$R'C = \sum rk + \sum rs = 4 + 21 + 3 + 24 + 8 + \sum rs = 60 \text{ балів} + \sum rs;$$

$$RC = \sum rk = 60 \text{ балів.}$$

Сума заохочувальних балів (rs) не повинна перевищувати, як правило $0,1 \times RC$ (тобто 6,0 бали).

Екзаменаційна складова (RE) шкали дорівнює 40% від RD, а

$$RE = 0,4 \times RC / (1 - 0,4) = 0,4 \times 60 / (1 - 0,4) = 40 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає

$$RD = RC + RE = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Розмір шкали рейтингу $R = 100$ балів.

Розмір стартової шкали $RC = 60$ балів.

Розмір екзаменаційної шкали $RE = 40$ бали.

Критерії екзаменаційного оцінювання:

Критерії екзаменаційного оцінювання:

В екзаменаційному білеті передбачено 3 питання, перші два – теоретичні, кожне з яких оцінюється у 13 балів, а питання 3, в якому потрібно зобразити схему процесу і обґрунтувати кожну стадію в ній, оцінюється у 14 балів.

Оцінювання 1го, 2го та 3го питань:

13 (14) балів: повна і безпомилкова відповідь при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних і фахових знань, бездоганне обґрунтування цієї відповіді;

12 (13-12) балів: достатньо повна і взагалі вірна відповідь з 94%-85% розкриттям питання, відповідь ґрунтується тільки на матеріалах лекцій;

11-10 (11-10) балів: взагалі вірна, але недостатньо повна та обґрунтована відповідь на запитання, з 84% - 75% розкриттям питання;

9 (9,5-9) 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;

8-7,8 (8,4-8) 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;

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 озоном.
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 прямої 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 флоатації.
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 азотвмісних продуктів

Відповідно до „Положення про організацію навчального процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського, необхідними умовами допуску до екзамену є зарахування МКР, всіх лабораторних робіт та ДКР (мінімум 5 балів), а також стартовий рейтинг (rc) не менше 60% від RC, тобто $rc = 0,6 RC = 0,6 \times 60 = 36$ 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 домашньої контрольної роботи, перелік запитань на екзамен наведені у Google Classroom ОК ” Світові тенденції очищення стічних вод ”

<https://classroom.google.com/c/NTq4Nzq2MTYwMzcz?cjc=7rz7kc2> - код курсу – 7rz7kc2.

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>

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено професором та доцентом 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 № 29 від 28.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 9 від 25.05.2023 року)