



# Перспективні напрями розвитку технічної та теоретичної електрохімії

## Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

### Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус освітньої компоненти	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>5 кредитів/150 годин (лекційні заняття – 36 годин, лабораторні заняття – 36 годин, СРС – 78 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен /МКР, ДКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції 2 години на тиждень (1 пара); практичні заняття 1 година на тиждень (0,5 пари); лабораторні заняття 2 години на тиждень (1 пара) за розкладом на <a href="http://rozklad.kpi.ua">rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника освітньої компоненти / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Букет Олександр Іванович, <a href="mailto:buket.oleksandr@iit.kpi.ua">buket.oleksandr@iit.kpi.ua</a>,</i> Практичні: <i>к.т.н., доцент Букет Олександр Іванович, <a href="mailto:buket.oleksandr@iit.kpi.ua">buket.oleksandr@iit.kpi.ua</a>,</i> Лабораторні заняття: <i>к.т.н., доцент Букет Олександр Іванович, <a href="mailto:buket.oleksandr@iit.kpi.ua">buket.oleksandr@iit.kpi.ua</a></i>
Розміщення курсу	<i>Campus KPI, <a href="https://classroom.google.com/u/1/c/NzQ5OTU4NjQ1MzA0">https://classroom.google.com/u/1/c/NzQ5OTU4NjQ1MzA0</a></i>

### Програма освітньої компоненти

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

*Перспективні напрями розвитку технічної та теоретичної електрохімії є вибірковою ОК із циклу професійної підготовки, що викладаються кафедрою технології електрохімічних виробництв. Знайомить студентів з найбільш перспективними напрямками розвитку електрохімічної науки, результати якої широко використовуються в сучасній промисловості та дозволяє забезпечити сталий розвиток.*

*Предмет освітньої компоненти: сучасні напрями розвитку електрохімії; сучасні підходи до організації технології електрохімічних виробництв; інновації в галузі технічної електрохімії.*

*Мета освітньої компоненти: надати здобувачам знань фізико-хімічних основ сучасних електрохімічних методів перетворення речовин та їх аналізу з урахуванням світових тенденцій та вмінь у розробці схем сучасних технологій електрохімічних виробництв з використанням сучасних матеріалів та обладнання. Поглиблення знань у галузі сучасних методів електрохімічної обробки та адитивного вирощування деталей електрохімічними методами.*

**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. Вступний.**

Тема 1.1. Вступ.

Тема 1.2. Енергетика як базис розвитку хімічних технологій.

### **РОЗДІЛ 2. Електрохімія в зеленій енергетиці**

Тема 2.1. Зелена енергетика в сучасних хімічних технологіях

Тема 2.2. Воднева енергетика

Тема 2.3. Сучасні хімічні джерела струму

Тема 2.4 Хімічні джерела струму в енергетичних комплексах

### **Розділ 3. Анодне розчинення та катодне осадження металів**

Тема 3.1. Анодна та хімічна пасивація металів

Тема 3.2. Прогресивні імпульсні та зміннострумові режими електролізу

Тема 3.3. Електрохімічне вилучення кольорових та цінних металів

Тема 3.4. Сучасні уявлення про процеси анодування металів

### **Розділ 4. Електрохімічні прилади спеціального призначення**

Тема 4.1. Прилади на основі електрохімічних сенсорів

Тема 4.2. Сучасний стан розвитку сенсорних технологій

Тема 4.3. Проблемні питання вибору матеріалів, для сенсорів

### **Розділ 5. Теорія корозійних процесів та методи захисту металів від корозійного руйнування**

Тема 5.1. Інгібітори корозії – сучасний етап

Тема 5.2. Прилади для визначення швидкості корозії

Тема 5.3. Моніторинг корозивності повітряного середовища

Тема 5.4. Захисні дифузійні покриття

## **РОЗДІЛ 6. Електрохімія в технологіях четвертої промислової революції**

Тема 6.1. Адитивні технології четвертої промислової революції

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету, у бібліотеці кафедри технології електрохімічних виробництв та за посиланням <https://classroom.google.com/u/1/c/NzQ5OTU4NjQ1MzA0>. 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. Електрохімія сьогодення: здобутки проблеми та перспективи: колективна монографія. – Київ: МПБП «Гордон», 2021. – 191 с. (розміщено в бібліотеці)
2. Нестационарні струмоутворюючі, корозійні та електрокінетичні процеси на електродах сенсорних засобів моніторингу довкілля: / Букет О.І., Лінючева О.В., Кушмирук А.І., Косогін О.В., Лінючев О.Г., Бик М.В., Васильєв Г.С., Гавриков Д.С. – К.: Інтерсервіс, 2021. – 192 с. (розміщено в бібліотеці)
3. Лінючева О.В., Букет О.І., Лінючев О.Г. Перехідні процеси та явища в сенсорних системах. - Інтерсервіс, 2023. -142 с. (розміщено в бібліотеці)

Додаткова:

4. Методи захисту обладнання від корозії та захист на стадії проектування [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології», спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів» / М.В. Бик, О.І. Букет, Г. С. Васильєв., – Електронні текстові дані (1 файл: 8,03 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 312 с. <https://ela.kpi.ua/items/341743b5-6c0a-4a5b-97f7-bfec9c42ae3>
5. Чвірук В.П., Поляков С.Г., Герасименко Ю.С. Електрохімічний моніторинг техногенних середовищ. – К.: Академперіодика, 2007. – 324 с. ISBN 978-966-360-067-3 (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. Вступ. Тема 1.1 Схеми водопостачання та водовідведення. Показники якості води. <u>Основні питання:</u> освітньо-наукова програма, рівні вищої освіти, галузь знань, спеціальність, спеціалізація, майбутня кваліфікація, кваліфікаційні роботи, освітня компонента. Мета освітньої компоненти, формовані у аспіранта компетентності,

	перелік здатностей, шляхом демонстрації яких аспірант має продемонструвати результати навчання, перелік програмних результатів навчання. Поняття про пререквізити та постреквізити освітньої компоненти та їх перелік.
2	Розділ 1. Тема 1.2. Енергетика як базис розвитку хімічних технологій <u>Основні питання:</u> енергетика - базис хімічних технологій. Історія розвитку енергетики відновлюваних та не відновлюваних джерел. Вплив енергоозброєності людства на продуктивність виробництва речовин та матеріалів. Енергозалежність областей хімічних технологій та можливості й перспективи використання різних джерел енергії. Місце і роль електрохімії.
3	Розділ 2. Електрохімія в зеленій енергетиці Тема 2.1 Зелена енергетика в сучасних хімічних технологіях. <u>Основні питання:</u> Історія сучасного тренду зеленої енергетики. Причини росту інвестицій у галузь зеленої енергетики. Види відновлюваних джерел енергії у системі зеленої енергетики. Місце зеленої енергетики в хімічній промисловості. Проблеми і перспективи електрохімії у цьому напрямі.
4	Розділ 2. Тема 2.2. Воднева енергетика <u>Основні питання:</u> Місце і роль водневої енергетики у сучасному промисловому комплексі. Фундаментальні та прикладні проблеми водневої енергетики. Проблеми зберігання та передачі водню у порівнянні з природним та скрапленим газом. Проблеми синтезу водню. Паливний елемент –філософський камінь електрохімії.
5	Тема 2.3. Сучасні хімічні джерела струму <u>Основні питання:</u> Хімічні джерела струму нового покоління. Їх енергетичні характеристики та технологія виготовлення. Нові напрямки у галузі розробки хімічних джерел струму (літій-іонні акумулятори та суперконденсатори).
6	Тема 2.4. Хімічні джерела струму в енергетичних комплексах <u>Основні питання:</u> Джерела живлення, накопичення та зберігання електричної енергії, яку одержують від відновлювальних джерел (сонячної енергії, енергії вітру). Цинк ферро/ферроціанідний редокс-акумулятор як накопичувач енергії, яку одержують від вітроелектричного генератора.
7	Розділ 3. Анодне розчинення та катодне осадження металів Тема 3.1. Анодна та хімічна пасивація металів. <u>Основні питання:</u> Визначення терміну "пасивація металів" в електрохімії. Електрохімічна та хімічна пасивація металів. Сольова пасивація. Електрохімічне формування оксидних плівок на поверхні алюмінієвої фольги. Природа анодних і хімічних процесів. Фізичні і електрохімічні властивості оксидних плівок (напруга пробою, густина струму у зворотному напрямку, діелектрична проникність та питомий ефективний опір), їх залежність від складу електроліту й режимів електролізу. Вплив змінно імпульсних та струмових режимів пасивації. Останні розробки щодо пасивації вентильних металів. Електрохімічні діоди.д
8	Тема 3.2. Прогресивні імпульсні та зміннострумові режими електролізу. <u>Основні питання:</u> Прогресивні імпульсні та зміннострумові режими електролізу. Використання таких режимів в гальванотехніці. Переваги нестационарних методів електролізу. Форма, амплітуда і тривалість імпульсів. Співвідношення між тривалістю періодів катодної і анодної поляризації при осадженні металів. Вплив умов поляризації на якість електролітичних осадів і на вихід за струмом.
9	Тема 3.3. Електрохімічне вилучення кольорових та цінних металів. <u>Основні питання:</u> Сучасні методи, технології та технологічне обладнання. Вилучення міді у виробництві друкованих плат. Використання полімерних матеріалів для вилучення кольорових металів. Принципи конструювання електролізерів.
10	Тема 3.4. Сучасні уявлення про процеси анодування металів. <u>Основні питання:</u> Пасивація як спосіб захисту металів від корозії. Пасивуюча дія неорганічних та органічних сполук. Катодні та анодні пасивуючі інгібітори. Пасивування

	анодів в гальванотехніці. Нерозчинні аноди в технічній електрохімії. Пасивація металів в процесах контактного обміну. Пригнічення контактного обміну методом анодного захисту. Попередня пасивація металів перед нанесенням гальванічних покриттів. Електроосадження металів на пасивну поверхню. Видалення металевих покриттів без розтравлювання поверхні металу-основи.
11	Розділ 4. Електрохімічні прилади спеціального призначення Тема 4.1. Прилади на основі електрохімічних сенсорів. <u>Основні питання:</u> Іонселективні електроди. Області використання іонселективних електродів. Основи теорії мембранних процесів. Електроди з рідинною та плівковою мембранами. Електроди на основі рідинних катіонітів і аніонітів. Електроди з твердими мембранами. Газові та ферментні електроди. Використання іонселективних електродів для визначення вмісту іонів ціану, фтору, хлору та інших окислювачів, сполук азоту та сірки у воді. Визначення важких металів.
12	Тема 4.2. Сучасний стан розвитку сенсорних технологій. <u>Основні питання:</u> Електрохімічні газові сенсори. Принципи дії напівпровідникових газових сенсорів. Електрохімічні сенсори потенціометричного і амперометричного типів - будова і принцип дії. Використання амперометричних сенсорів для моніторингу повітряного середовища.
13	Тема 4.3. Проблемні питання вибору матеріалів, для сенсорів. <u>Основні питання:</u> Електроди з платинових металів та титану. Електрохімічна поведінка та стабільність таких електродів. Оксиди металів у якості допоміжних електродів. Конструкційні матеріали для виготовлення сенсорів.
14	Розділ 5. Теорія корозійних процесів та методи захисту металів від корозійного руйнування Тема 5.1. Інгібітори корозії – сучасний етап <u>Основні питання:</u> Сучасний етап і перспективні напрямки розвитку інгібіторного захисту металів від корозії. Адсорбційні інгібітори та інгібітори - пасиватори. Вплив природи металу та природи агресивного середовища на ефективність дії інгібіторів. Комбіновані інгібітори корозії. Ефекти синергізму при їх використанні.
15	Тема 5.2. Прилади для визначення швидкості корозії. <u>Основні питання:</u> Поняття про поляризаційний опір. Теоретичні передумови, які використовують при розробці електричних схем корозиметрів. Типи приладів для оцінки швидкості корозії згідно методу поляризаційного опору, що розроблені на кафедрі ТЕХВ. Типи електродів – датчиків і принципи конструювання електрохімічної комірки для вимірювання швидкості корозії. Використання корозиметрів в умовах катодного захисту підземних споруд. Створення комп'ютерної системи для безперервного моніторингу на великому підприємстві. Сучасні прилади, які суміщають функції вимірника швидкості корозії та пристрою для катодного захисту металів при використанні схем із зворотнім зв'язком.
16	Тема 5.3. Моніторинг корозивності повітряного середовища. <u>Основні питання:</u> Особливості атмосферної корозії. Основні неруйнівні та руйнівні методи визначення швидкості атмосферної корозії. Переваги методу поляризаційного опору. Сучасні розробки сенсорів поляризаційного опору атмосферної корозії.
17	Тема 5.4. Захисні дифузійні покриття. <u>Основні питання:</u> Сучасний стан і перспективні напрямки розвитку технології одержання дифузійних покриттів на базі карбідів та боридів металів. Однокомпонентні та багатокомпонентні дифузійні покриття. Механізм корозійного руйнування дифузійних покриттів у водних агресивних середовищах. Антикорозійні та електрохімічні властивості дифузійних покриттів.
18	Розділ 6. Електрохімія в технологіях четвертої промислової революції

	<p><i>Тема 6.1. Адитивні технології четвертої промислової революції</i></p> <p><i>Основні питання: Поняття про адитивні технології. Основні напрями розвитку. Місце адитивних технологій у сучасній техніці та технологіях. Поняття про філософію техніки, історичний розвиток техніки та технологій, поняття про промислові революції та технологічні устрої. Сучасна четверта промислова революція. Сучасні адитивні технології як зв'язок інформаційних технологій з фізичною реальністю. Місце і роль електрохімії.</i></p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### *Практичні заняття*

*Основні завдання циклу практичних занять - це навчити здобувачів використовувати набуті раніше знання для оцінки коректності постановки практичних задач, можливості їх рішення існуючими засобами та визначення напрямів подолання поточної нестачі ресурсів, енергії та технологічних рішень. Згідно навчального плану передбачено проведення двох лекцій з винесенням іншого матеріалу на індивідуальні заняття.*

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми заняття</i>
<i>1</i>	<i><u>Енергетика електрохімічних виробництв.</u> Скласти енергобаланс ванни електрорафінування міді. Визначити потребу в енергії та запропонувати конкретні «зелені» рішення.</i>
<i>2</i>	<i>Енергетика електрохімічних виробництв. Оцінити працездатність «зеленого» промислового комплексу та його безаварійність в умовах можливої вилки «рваної потужності» зеленої енергетики.</i>
<i>3</i>	<i><u>Місце хімічних джерел струму в хімічній промисловості</u> Визначити напрями використання енергії в забезпеченні працездатності технологічної лінії хімічного виробництва. Розрахувати енергопотреби та оцінити економічну та технічну доцільність задовільнення зеленою енергетикою з застосуванням хімічних джерел струму.</i>
<i>4</i>	<i><u>Електрохімія синтезу наноструктур</u> Розрахунок імпульсного режиму електролізу для синтезу нанорозмірних структур із провідників першого роду.</i>
<i>5</i>	<i><u>Розрахунок водневого паливного елемента</u> Вибір електродних матеріалів. Розрахунок поляризаційних кривих електродів. Розрахунок технічних характеристик. Розрахунок витрат палива для забезпечення заданої потужності..</i>
<i>6</i>	<i><u>МКР</u></i>
<i>7</i>	<i><u>Транспорт та зберігання водню. Енергетичний аспект.</u> Розрахунок енергетичних і матеріальних витрат при зберіганні водню у балонах.</i>
<i>8</i>	<i><u>Розрахунок екологічного впливу хімічного виробництва.</u> Роза вітрів на карті місцевості. Оцінка концентрації викидів шкідливих речовин на місцевості.</i>
<i>9</i>	<i><u>Розрахунок адитивного електрохімічного осадження малогабаритних мідних деталей</u></i>

### *Лабораторні заняття*

*Метою лабораторних занять з освітньої компоненти є закріплення отриманих знань; ознайомлення з технічною реалізацією відомих з лекційного курсу технологій. На лабораторних заняттях студенти оволодіють уміннями використовувати загальну та спеціальну лабораторну техніку, включаючи засвоєння та опанування методик аналізу електрохімічних*

продуктів та результатів застосування електрохімічних технологій на побутових і комерційних установках.

Загальні вимоги до оформлення протоколів наведено у навчальному посібнику *Методи захисту обладнання від корозії та захист на стадії проектування [Електронний ресурс]* : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології», спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів» / М.В. Бик, О.І. Букет, Г. С. Васильєв., – Електронні текстові дані (1 файл: 8,03 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 312 с. <https://ela.kpi.ua/items/341743b5-6c0a-4a5b-97f7-bfec9c42ae3>

Заняття	Тема	Опис запланованої роботи
1	Озонування як метод знезараження води. Робота озонатора	<u>Мета:</u> Підготувати систему для визначення витрат газоповітряної суміші без гідростатичної похибки та визначити витрати для даного озонатора.
2	Озонування як метод знезараження води. Робота озонатора	<u>Мета:</u> Відпрацювати методику визначення високих концентрацій озону у повітряній суміші.
3	Озонування як метод знезараження води. Робота озонатора	<u>Мета:</u> Дослідити роботу озонатора та визначити його технічні характеристики
4		Захист роботи
5	Озонування як метод знезараження води. Робота реактора озонування	<u>Мета:</u> Відпрацювати методику роботи з установкою озонування води методом розпилення в озоноповітряну суміш
6	Озонування як метод знезараження води. Робота реактора озонування	<u>Мета:</u> Дослідити процес очищення природних вод озонуванням прогресивним методом розпилення води в озоноповітряну суміш
7	Озонування як метод знезараження води. Робота реактора озонування	<u>Мета:</u> Визначити технічні характеристики установки для очищення природних вод озонуванням
8		Захист роботи
9	Визначення кисню у воді амперометричним сенсором.	<u>Мета:</u> Вибір та підготовка матеріалів для електродів електрохімічної системи сенсора кисню для моніторингу водного середовища
10	Визначення кисню у воді амперометричним сенсором.	<u>Мета:</u> Виготовити сенсор кисню для моніторингу водного середовища
11	Визначення кисню у воді амперометричним сенсором.	<u>Мета:</u> Визначити технічні характеристики створеного сенсора кисню для моніторингу водного середовища
12		Захист роботи
13	Дослідження електрохімічної корозії сталі в оливах спектроскопією імпедансу	<u>Мета:</u> навчитися працювати з імпульсним потенціостатом-імпедансметром
14	Дослідження електрохімічної корозії сталі в оливах спектроскопією імпедансу	<u>Мета:</u> одержання калібрувальних годографів Найквіста і діаграм Бode на електротехнічних моделях.

15		
16	Дослідження електрохімічної корозії сталі в оливах спектроскопією імпедансу	<u>Мета:</u> дослідження корозії сталі в моторних оливах за кімнатної та підвищеної температури.
17	Відпрацювання та захист лабораторних робіт.	
18		

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних робіт, виконання ДКР, 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	106 годин
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:

- 1) робота на практичних заняттях;
- 2) виконання та захист 4 лабораторних робіт.
- 3) написання МКР.
- 4) виконання ДКР.
- 5) відповідь на екзамені.

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського. У змішаному режимі лекційні й практичні заняття проводяться через платформу Zoom, лабораторні роботи – у лабораторіях. Виконання лабораторних робіт та їх захист, написання МКР та виконання ДКР є обов'язковою складовою допуску до екзамену.

**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 ДКР, яка має складати не менше 60% від зазначеного в РСО;

- політика дедлайнів та перескладань: Перескладання результатів МКР не передбачено; для допуску до екзамену мають бути виконані і захищені 4 лабораторні роботи та отримано позитивну оцінку за ДКР;

- 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;

### **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: робота на практичних заняттях, захист лабораторних робіт та оформлення усіх протоколів, написання МКР, виконання ДКР (позитивна оцінка, яка має бути не менше 60% від зазначеного в PCO).
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. Практичні заняття:**

Для малих навчальних груп менше 9 осіб передбачено персональну роботу кожного здобувача на 8 практичних заняттях. Всього 8 занять. Ваговий бал заняття – 1. Максимальна кількість балів на усіх заняттях:

$$1 \times 8 = 8 \text{ балів.}$$

#### **2 Робота під час лабораторних робіт:**

Максимальна кількість балів на усіх лабораторних заняттях дорівнює: 20 балів. Лабораторна робота оцінюється в три етапи:

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

Загалом за лабораторну роботу можливо отримати 5 балів. Кількість лабораторних робіт – 4. 1ше лабораторне заняття вступне, на якому проводиться інструктаж з техніки безпеки, знайомство з обладнанням та методикою виконання лабораторних робіт. Останнє заняття передбачене на відпрацювання лабораторних робіт (не більше 2х), які не були виконані за

графіком (за умови наявності поважних причин), на захист лабораторних робіт, які були виконані впродовж семестру та оформлення звіту з лабораторних робіт.

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 2 бал**

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

1,6 бала: вірне в цілому виконання з незначними недоліками в оформленні, або помилковим виконанням окремих елементів роботи, здача лабораторного місця навчально-допоміжному персоналу;

1,2 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 2 бал**

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

1,6 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. Модульна контрольна робота (МКР)**

Ваговий бал: 12. Критерії оцінювання МКР.

МКР розділено на дві частини, ліміт часу – одна академічна година на кожну частину.

Виконання МКР передбачає письмові відповіді на питання. Якщо всі відповіді правильні, то одна частина 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 практичних заняттях.

### **4. Домашня контрольна робота (ДКР) -ваговий бал – 10**

Критерії оцінювання

**10 балів:** розробка технологічної схеми або пристрою 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; 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 ДКР;

**9 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; виявлення переваг запропонованої технології у порівнянні з традиційними; використання елементів продуктивного (творчого) підходу для вирішення поставленого завдання; бездоганне оформлення ДКР;

**8 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; виявлення переваг запропонованої технології у порівнянні з традиційними; застосування сучасних підходів мінімізації відходів та шкоди навколишньому середовищу при функціонуванні технології; оформлення ДКР з порушенням форматування;

**7 балів:** розробка технологічної схеми з частковим обґрунтуванням стадій та їх послідовності; застосування фундаментальних знань з хімії при описі фізико-хімічних основ обраних методів; застосування сучасних підходів мінімізації відходів при функціонуванні технології; оформлення ДКР з порушенням форматування;

**6 балів:** розробка технологічної схеми без обґрунтування стадій та їх послідовності; застосування фундаментальних знань з хімії при описі фізико-хімічних основ обраних методів; застосування сучасних підходів мінімізації відходів при функціонуванні технології; оформлення ДКР з суттєвими порушеннями 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; застосовано фундаментальні знання з хімії; здійснено опис екологічної складової технології без врахування сучасних тенденцій; оформлення ДКР з суттєвими порушеннями та без посилання на використану літературу.

**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. 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:

$$R'C = \sum rk + \sum rs = 8 + 20 + 12 + 10 + \sum rs = 50 \text{ балів} + \sum rs;$$

$$RC = \sum rk = 50 \text{ балів.}$$

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 – розрахункова задача, 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: безпомилкові розрахунки з повним обґрунтуванням;

19-17 балів: достатньо повна обґрунтування і взагалі вірні розрахунки;

16-14 балів: взагалі вірні розрахунки, але недостатньо повне обґрунтування;

13 балів: взагалі вірні розрахунки, але недостатньо повне обґрунтування з помилками та зауваженнями принципового характеру;

12 балів: взагалі вірні розрахунки, але не повна обґрунтування зі значними помилками та зауваженнями принципового характеру;

0 балів: невірні розрахунки; 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 ДКР (яка має бути не менше 60% від зазначеного в РСО, тобто 6 балів), 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 домашньої контрольної роботи, перелік запитань на екзамен наведені у *Сатрис КРІ ОК «Перспективні напрями розвитку технічної та теоретичної електрохімії»*.

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. Оцініть роль стану енергетика на хімічну промисловість.
2. Проаналізуйте роль електрохімічних сенсорів у сучасній хімічній технології.

3. *Визначіть місце водневої енергетики в сучасному суспільстві.*
4. *Проаналізуйте причину ефективності імпульсних та зміннострумових режимів електролізу.*
5. *Оцініть перспективи оптичних хімічних сенсорів у сучасних технологіях.*
6. *Проаналізуйте перспективи зеленої енергетики у розвитку сучасних хімічних технологій.*
7. *Проаналізуйте причини виходу з ладу електрохімічних сенсорів.*
8. *Оцініть роль хімічних джерел струму в сучасних енергетичних комплексах.*
9. *Оцініть перспективи розвитку адитивних технологій електрохімічного профілю.*
10. *Проаналізуйте роль пасивації у сучасних хімічних технологіях.*
11. *Оцініть перспективи розвитку електрохімічних методів захисту від корозії.*

**Приклади питання 3:**

1. *Розрахуйте продуктивність електророзрядного озонатора, якщо за витрат повітря  $3 \text{ м}^3/\text{год}$  йодометричне визначення озону на стадії титрування тіосульфатом натрію дало результат  $1.1 \text{ мл}$  для аліквоти в  $10 \text{ мл}$ . Для реакції з йодидом на барботаж відбирали пробу озono-повітряної суміші з витратами  $0.03 \text{ м}^3/\text{год}$ . Опишіть методику йодометрії озону у повітрі в описаному досліді.*

*Силабус освітньої компоненти:*

*Складено НПП кафедри технології електрохімічних виробництв:*

*к.т.н., доц. Букет О.І.*

*Ухвалено кафедрою технології електрохімічних виробництв (протокол № 18 від 24.06.2024 р.)*

*Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024 р.)*