



КІНЕТИКА ЕЛЕКТРОДНИХ ПРОЦЕСІВ

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 освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити ECTS (120 годин: 18 лекцій ; 36 лабораторних; 66 СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР / ДКР</i>
Розклад занять	<i>Лекція 1 пара раз на два тижня, лабораторні заняття 2 години на тиждень за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., ст.викл. Білоусова Ніна Аркадіївна Лабораторні роботи: к.т.н., ст.викл. Білоусова Ніна Аркадіївна</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NzYwMjczOTQ3NzQy?cjc=irv4k2b

Програма освітньої компоненти

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

Освітня компонента «Кінетика електродних процесів» відноситься до дисциплін вільного вибору магістрів науковців освітньої програми «Хімічні технології неорганічних електродних матеріалів та водоочищення» Предметом освітньої компоненти є вивчення теоретичних питань кінетики електродних процесів, які мають місце у технології електрохімічних виробництв.

Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою освітньої компоненти є формування у студентів компетенцій:

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей.

ЗК1 Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

ЗК2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК3 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

ПРН1 Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій.

ПРН2 Здійснювати пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.

ПРН5 Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення і презентації результатів професійної діяльності, досліджень та проектів

ПРН6 Розробляти та реалізовувати проекти в сфері хімічних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів

ПРН9 Організовувати та проводити синтез каталізаторів/адсорбентів, наноматеріалів, функціональних покриттів/реагентів; створювати системи перетворення енергії та технології хімічної переробки відходів.

ПРН10 Реалізовувати технології неорганічних, електродних матеріалів та підготовки/очищення води із урахуванням захисту обладнання від корозії.

Згідно з вимогами програми освітньої компоненти студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

1. Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій (ПРН1).

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 (ПРН2).

3. 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 (ПРН7).

Знання:

- основних ознак та характеристик рівноважних та нерівноважних електродних процесів;
- основних понять та методів дослідження кінетики електродних процесів;
- видів електродної поляризації та електродної перенапруги;
- закономірностей протікання електродних процесів, теорій виникнення різних видів перенапруги;
- основних кінетичних характеристик електродних реакцій;
- способів впливу на кінетичні характеристики електродних реакцій та швидкість їх перебігу;

уміння:

- використовувати закони Фарадея для опису електрохімічних процесів;
- виявляти види електродної перенапруги на основі аналізу поляризаційних кривих;
- розраховувати кінетичні характеристики основних стадій електродних процесів;
- використовувати одержані знання для рішення різноманітних завдань теоретичної та практичної електрохімії.

досвід:

- у визначенні направленості та швидкості перебігу різноманітних електрохімічних реакцій, які мають місце в технології електрохімічних виробництв;
- у визначенні кількісної оцінки різних факторів, які впливають на перебіг електродних реакцій в електрохімічних виробництвах, засобах чи обладнанні;
- у визначенні шляхів керування електрохімічними реакціями з метою вибору оптимальних умов проведення процесів та прогресивних технологічних схем;
- в обґрунтуванні вибору електродних матеріалів, електролітів, умов проведення реакцій, виборі добавок та ПАР до електролітів, агресивних розчинів для різноманітних електрохімічних процесів, при розробці електрохімічних приладів, а також методів захисту металів від корозії тощо.

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

Для успішного засвоєння освітньої компоненти студенту необхідні знання та уміння, що були отримані під час вивчення дисциплін «Теоретична електрохімія», «Технічна електрохімія», «Корозії та захист металів», «Матеріалознавство».

Послідовне і систематичне вивчення цієї освітньої компоненти та завдань для самостійної роботи дозволяє студентам придбати спеціальні знання та вміння, необхідні при виконанні магістерських робіт та в їх подальшій інженерній і науковій діяльності за фахом на підприємствах і в наукових-дослідних інститутах.

3. Зміст освітньої компоненти

Розділ 1. Загальна характеристика нерівноважних електродних процесів

Тема 1.1. Ознаки та характеристики нерівноважних електродних процесів

Тема 1.2. Хімічна дія електричного струму

Тема 1.3. Загальна характеристика кінетики електродних процесів

Розділ 2. Види електродної перенапруги.

Тема 2.1 Дифузійна перенапруга

Тема 2.2. Реакційна (хімічна) перенапруга

Тема 2.3. Електрохімічна перенапруга

Тема 2.4. Фазова перенапруга

Розділ 3. Кінетика деяких електродних процесів

Тема 3.1. Основні закономірності електрохімічної кінетики виділення водню та кисню

Тема 3.2. Основні закономірності кінетики електрохімічних редоксіпроцесів

Тема 3.3. Основні закономірності електрохімічного виділення і розчинення металів

Розділ 4. Складні та суміщені електродні реакції

Тема 4.1. Складні електродні реакції

Тема 4.2. Суміщені електродні реакції

Тема 4.3. Наукові напрямки розвитку сучасної електрохімії

4. Навчальні матеріали та ресурси

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

Базова:

1. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. - Київ.: Либідь, - 1993, - 544 с.

2. Горбачов А.К. Технічна електрохімія. Ч.1. Електрохімічні виробництва хімічних продуктів. – Харків : Видавництво "Прапор", 2002. – 254 с;

3. Байрачний Б.І. Технічна електрохімія: Підруч. для вищ. навч. закл. за напрям. підг.: Хімічна технолог. та інженерія. - Харків: Прапор, 2003. - Ч.2.: Хімічні джерела струму. - 2002. 174 с;

4. Погребова І.С. Інгібітори корозії металів: Навчальний посібник. – К.: „Хай-Тек Прес”, 2012. – 296 с.

Додаткова:

5. Методичні вказівки «Кінетика електродних процесів. Лабораторний практикум». [Електронний ресурс] : лаб. практикум : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «[Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення](#)» спец.

«Хімічні технології та інженерія»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І.С. Погребова, Н.А. Білоусова, С.В. Фроленкова – Електрон. текст. дані (1 файл, 5,75 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 114 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/70864>

6. Методичні вказівки до організації лабораторних, практичних занять та самостійної роботи за темою „КІНЕТИКА СУМІЩЕНИХ РЕАКЦІЙ” для студентів спеціальностей „Технічна електрохімія” і „Хімічна технологія рідкісних розсіяних елементів та матеріалів на їх основі” денної та заочної форм навчання / Уклад. М.Д. Сахненко, В.М.Артеменко, В.В. Штефан.– Харків: НТУ "ХПІ", 2007. – 32 с.

7. Коробов, В.І. Посібник до вивчення курсу «Електрохімічна кінетика» [Текст]/ В.І. Коробов, І.А. Медведєва. –Д.: РВВ ДНУ, 2009. – 28 с.

Інформаційні ресурси:

- база даних Science Direct видавництва Elsevier:
- <https://www.goodreads.com/shelf/show/electrochemistry>;
- Petrovic, S. (2021). Electrochemical Kinetics. In: Electrochemistry Crash Course for Engineers. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61562-8_6.

6. Дистанційний курс «Кінетика електродних процесів»

<https://classroom.google.com/c/NzYwMjczOTQ3NzQy?cjc=irv4k2b>

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Проведення лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з розглядом питань, що виносяться на самостійну роботу. При проведенні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Zoom, Google Meet тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені в Кампус. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№ з/п	Опис заняття
1	Тема 1. Загальна характеристика кінетики електродних процесів Основні ознаки та характеристики рівноважних та нерівноважних електродних процесів. Закони Фарадея. Закон Фарадея і швидкість електрохімічних процесів. Основні поняття кінетики електродних процесів. Електрорушійна сила поляризації. Електродна поляризація та електродна перенапруга. Поняття сповільненої стадії. Стадійність електродних процесів. Види електродної поляризації та класифікація поляризаційних явищ. Основна література: [1] – с. 287-294;298-302;305-308;323-324;330-331
	Завдання на СРС: Електрохімічний еквівалент [1] – с. 287-290. Вихід речовини за струмом. [1] – с. 291-293. Стадійність процесу виділення металів. Виділення водню. [1] – с. 303-305
2	Тема 2. Дифузійна перенапруга. Поняття про дифузійну перенапругу. Шляхи доставляння частинок до поверхні електродів. Теорія дифузійної перенапруги без урахування конвекції (теорія Нернста-Бруннера). Основне рівняння, яке зв'язує дифузійну перенапругу та густину катодного струму. Гранична катодна дифузійна густина струму. Недоліки теорії Нернста-Бруннера.

	<p>Основні положення дифузійної перенапруги з урахуванням конвективної дифузії. Шар Прандтля. Обертний дисковий електрод та дисковий електрод з кільцем. Значення дифузійної перенапруги для електрохімічних процесів.</p>
	<p>Основна література: [1] – с. 309-316; 319-321</p>
	<p>Завдання на СРС: Вивід рівняння для анодної дифузійної перенапруги [1] – с. 317, 319. Деякі практично важливі випадки конвективної дифузії [1] – с. 322-329. Основи полярографії [1] – с. 324-330.</p>
3	<p>Тема 3. Реакційна (хімічна) перенапруга. Загальна характеристика реакційної перенапруги, її значення в електрохімії. Теорія реакційної перенапруги в умовах сповільненості гетерогенної хімічної реакції. Основне рівняння, яке зв'язує реакційну перенапругу та густину струму. Формула Тафеля. Гранична реакційна густина струму. Аналіз рівняння Тафеля та його використання для опису процесу виділення водню в умовах сповільнення гетерогенної хімічної реакції. Загальна характеристика реакційної перенапруги в умовах сповільненості гомогенної хімічної реакції. Концепція реакційного шару та її використання для розрахунків характеристик електрохімічних реакцій.</p>
	<p>Основна література: [1] – с. 331-338</p>
	<p>Завдання на СРС: Реакційна перенапруга в умовах сповільненої гомогенної реакції. [1] – с. 339-341</p>
4	<p>Тема 4. Електрохімічна перенапруга. Причини електрохімічної перенапруги. Основи теорії електрохімічної перенапруги, яка не враховує структуру подвійного електричного шару. Виведення основного рівняння електрохімічної перенапруги (рівняння Ердей-Груза і Фольмера). Три окремі випадки цього рівняння. Формула Тафеля при сповільненості електрохімічної стадії, розрахунок її основних констант. Теорія електрохімічної перенапруги, яка враховує структуру подвійного шару. Вплив структури подвійного електричного шару на межі електрод-електроліт на швидкість протікання електродних реакцій. Рівняння електрохімічної перенапруги, яке враховує структуру подвійного шару. Формула електрохімічної перенапруги Фрумкіна. Основні кінетичні характеристики електрохімічної стадії. Струм обміну і коефіцієнт переносу. Порядок електрохімічних реакцій і стехіометричні числа. Звичайний, безбар'єрний та безактиваційний процеси.</p>
	<p>Основна література: [1] – с. 358-373; 378-388</p>
	<p>Завдання на СРС: Адсорбційна теорія Штерна та її застосування в теорії електрохімічної реакції та стехіометричне число. [1] – с. 381-384. Безбар'єрний та безактиваційний процес. Подальший розвиток електрохімічної перенапруги. [1] – с. 386-389</p>
5	<p>Тема 5. Фазова перенапруга. Загальна характеристика фазових перетворень. Формула Томсона. Специфіка фазових перетворень в електрохімічних процесах. Зародження нової фази. Тривимірні та двовимірні зародки. Рівняння, які зв'язують фазову перенапругу та густину катодного струму при сповільненні утворення тривимірних та двовимірних зародків. Кристалохімічна теорія електрокристалізації. Роль мікроструктури і дефектів поверхні в процесах електрокристалізації. Роль явищ дегідратації в процесах катодного виділення металів. Адатоми і адіони. Поверхнева дифузія при електровиділенні металів.</p>
	<p>Основна література: [1] – с. 342-348; 350-356</p>

	Завдання на СРС: Загальна характеристика фазових перетворень [1] – с. 341-342. Роля явища дегідратації в процесі катодного виділення металів [1] – с. 353-356. Особливості катодного утворення полікристалічних осадів. [1] – с. 357
6	Тема 6. 1 Основні закономірності електрохімічної кінетики виділення водню та кисню. Загальна характеристика процесу виділення водню. Вплив різних факторів на процес виділення водню (густини струму та матеріалу, температури та складу розчину). Можливі стадії та шляхи виділення водню, види перенапруги. Основні причини різного механізму виділення водню на металах. Загальна характеристика процесу виділення кисню. Вплив різних факторів на перенапругу виділення кисню
	Основна література: [1] – с. 409-439; 432-440; [4] – с. 21-26
	Завдання на СРС: Джерела виділення водню [1] – с. 409-410. Можливі механізми електрохімічного виділення кисню. [1] – с. 436-440
7	Тема 6. 2 Основні закономірності кінетики електрохімічних редоксі - процесів. Загальна характеристика електрохімічних редоксі - процесів. Електровідновлення органічних та неорганічних сполук. Вибірковість електровідновлення органічних сполук. Вплив адсорбційних властивостей органічних сполук на процеси електровідновлення. Вплив каталітичних властивостей металів та механізму виділення водню та електросинтезу органічних сполук.
	Основна література: [1] – с. 441-446; 454-462
	Завдання на СРС: Електровідновлення неорганічних речовин [1] – с. 447-450;
8	Тема 6. 3. Основні закономірності електрохімічного виділення і розчинення металів. Загальна характеристика процесу електрохімічне виділення металів. Вплив різних факторів на процеси електровиділення металів (природи металу, складу розчину, густини струму, температури). Природа металевої перенапруги на різних металах. Дофазові осадження та електрохімічне впровадження металів. Загальна характеристика електрохімічного анодного розчинення металів. Вплив різних факторів на анодне розчинення металів. Пасивність металів, принципи її виникнення. Анодна поляризаційна крива металу, схильного до пасивації.
	Основна література: [1] – с. 470-482; 482-496; [4] – с. 29-35
	Завдання на СРС: Фактори, що визначають величину поляризації при катодному виділенні металів [1] – с. 482-491. Сучасні теорії пасивного стану металів [1] – с.496-501;
9	Тема 6. 4. Складні та суміщені електродні реакції. Аналіз основних видів перенапруги та їх накладання при протіканні електродних процесів. Загальна характеристика і приклади суміщених електродних реакцій. Основні положення теорії суміщених реакцій. Принцип незалежності перебігу суміщених реакцій (ПНПСР). Принцип суперпозиції поляризаційних кривих (ПСПК). Результуючі та часткові (парціальні) поляризаційні криві одержання результуючої поляризаційної кривої з часткових та їх розклад на часткові поляризаційні криві. Процеси електрохімічного осадження сплавів та процеси електрохімічної корозії як часткові випадки спряжених електродних реакцій.
	Основна література: [1] – с. 401-403;405-411; [4] – с. 35-41
	Завдання на СРС: Накладання концентраційної поляризації на електрохімічну перенапругу [1] – с. 390-392. Розклад результативної поляризаційної кривої на часткові поляризаційні криві [1] – с. 408

Лабораторні роботи

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях, а також придбання практичного досвіду..

Тиждень	Назва лабораторної роботи	Опис запланованої роботи	Години
1	Вступне заняття. Кінетика електрохімічного виділення водню	Загальна техніка безпеки в хімічній лабораторії. Особливості техніки безпеки при використанні спеціального обладнання. Основні прийоми роботи зі спеціальним обладнанням. Вплив природи металу та природи електроліту на перенапругу виділення водню . Розрахунки кінетичних характеристик процесу.	8
2	Кінетика електрохімічних редоксі- процесів	Дослідження редоксі - процесів, які відбуваються за участі неорганічних оксоаніонів різної природи	7
3	Дифузійна кінетика електрохімічних процесів в стаціонарних умовах та в умовах перемішування при використанні обертового дискового електроду	Дослідження дифузійної кінетики електрохімічних процесів в стаціонарних умовах та в умовах перемішування при використанні обертового дискового електроду	7
4	Кінетика анодного розчинення металів	Вивчення анодного розчинення металів в активній та пасивній області. Вплив галогенідів на анодне розчинення металу.	7
5	Кінетика суміщених електродних реакцій	Дослідження суміщених електрохімічних процесів при корозії металів з водневою та кисневою деполяризацією.	7
		Загальна кількість годин	36

6. Самостійна робота студента

Мета СРС – поглиблення знань освітньої компоненти спеціальності та осмислення матеріалу з курсу студентами під час їх самостійних позааудиторних занять. Вона включає: вивчення лекційного матеріалу по конспектам, підручникам та літературі, що рекомендована для самостійної роботи над розділами, які не були розглянуті на лекціях або потребують поглибленого вивчення.

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання протоколів для проведення лабораторних робіт, оформлення звітів з лабораторних робіт.	2-2,5 години на тиждень: 0,5-1 год. – підготовка до лекції, 1 год. – підготовка до лабораторної роботи та оформлення протоколу.
Виконання ДКР	8 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	8години
Підготовка до заліку	4 години
Загальна кількість годин на СРС	66 годин

7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, Meet, ZOOM тощо, лабораторні роботи – в лабораторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, Meet, ZOOM. Відвідування лекцій є бажаним, лабораторних робіт - обов'язковим.

На початку лекції може проводитися опитування за матеріалами попередніх лекцій. Після закінчення чергової теми лектор може провести експрес контроль з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Правила захисту лабораторних робіт та ДКР:

1. До захисту допускаються студенти, які виконували лабораторної роботи, правильно оформили протокол, представили повний та вичерпний висновок (при неправильно виконаних роботах їх слід виправити).
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5, захист ДКР – останнє лабораторне заняття. Але ДКР на перевірку подається за 3 тижні до цього.
3. Після перевірки ДКР викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною. Якщо студент бажає підвищити бал, він може захистити свою точку зору та відповісти на питання викладача та студентів.

Правила призначення заохочувальних балів:

1. За модернізацію лабораторних робіт нараховується від 1 до 7 заохочувальних балів;
2. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 7 заохочувальних балів;
3. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 10 балів на семестр).

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

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

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

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

1. Поточний контроль: опитування на лабораторних та практичних роботах, МКР, ДКР.
2. Календарний контроль: атестації проводяться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: письмовий залік

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

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

- лабораторні роботи;
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання домашньої контрольної роботи (ДКР).

2. Критерії нарахування балів:

Виконання і захист лабораторних робіт:

2.1. Кожна лабораторна робота – 8 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 8×5 бали = 40 балів.

- завдання виконано і оформлено на високому рівні; продемонстровано здатність до самостійної роботи; наведено докладний опис методики експерименту, обробки результатів – 7,5 – 8 балів;

- завдання виконано на високому рівні, але студент продемонстрував недостатню самостійність; незначні зауваження щодо повноти та якості оформлення роботи або розрахунків кінетичних характеристик (не менше 80 % інформації) – 6,4 -7,5 балів;

- низький рівень і якість виконання і оформлення завдання лабораторної роботи, неповні відповіді по захисту лабораторної роботи – 3,0- 4 бали:

- суттєві зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі - 0 балів.

2.2. Модульний контроль (додаток 1).

Модульна контрольна проводиться у вигляді контрольних завдань та поділяється на два контрольні заходи.

Ваговий бал за МКР – **8 балів**.

Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 8,0-7,3 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 7,2-6,3 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6,2-5,2 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2.3. Домашня контрольна робота .

Домашня контрольна робота (ДКР) проводиться в письмовій формі у вигляді контрольних завдань, для розв'язання яких необхідно провести домашню контрольну роботу. ДКР містить 3 запитання, кожне з яких оцінюється у 4 бали.

Ваговий бал за ДКР – **12 балів**.

Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 12,0-10,5 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 10,4-8,3 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9,2-6,0 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 21^1 = 10$ балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 42^2 = 21$ балу.

4. *На заліку студенти одержують оцінку відповідно набраним балам. У випадку, коли студента не влаштовує результуюча оцінка, він має право написати залікову контрольну роботу після анулювання раніше одержаного рейтингу. Питання на залік наявні у вільному доступі в Електронному кампусі КПІ. Залікова робота складається з двох питань і задачі, кожне з яких оцінюється за нижче наведеними критеріями.*

Система оцінювання теоретичних питань по 15 балів кожне:

1. «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15 балів;

¹Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

²Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

1. «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 13-14 балів;
2. «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 11-12 балів;
3. «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання (10 балів максимум):

4. «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 10 балів;
5. «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 8-9 балів;
6. «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 6-7 балів;
7. «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Умовою допуску до заліку автоматом є зарахування лабораторного практикуму, написання МКР, ДКР та кількість рейтингових балів не менше 60.

Якщо студент отримав допуск (виконав усі лабораторні, здав ДКР, виконав МКР), але не набрав 60 балів (чи набрав, але хоче більше), тоді він повинен писати ЗКР (його бали за МКР та лабораторні анулюються), і сумарна оцінка виставляється за його рейтингом, які складається з балів за ДКР та ЗКР.

$$RC = r_{\text{дкр}} + r_{\text{зкр}} = 8 + 92 = 100 \text{ балів}$$

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

Додаткова інформація з освітньої компоненти

- Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час заліку – під час заліку студенту заборонено використовувати будь-які допоміжні матеріали та літературу. За порушення вимог студенти усуваються від заліку
- Перелік запитань до МКР та заліку доступні для студентів у системі Електронного кампусу КПІ ім.Ігоря Сікорського.

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено, ст. викладачем, к.т.н. Білоусовою Н.А.; професором кафедри технології електрохімічних виробництв, д.т.н., професором Погребовою Інною Сергіївною.

Ухвалено кафедрою технології електрохімічних виробництв, протокол № 10 від 21.06.2024 р.

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 18 від 24 червня 2024 року)