

1. [Ф-Каталог](#)
2. [XE PV06_25] Основи процесів осадження і розчинення металів



**Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

[XE PV06_25] ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ ОСАДЖЕННЯ І РОЗЧИНЕННЯ МЕТАЛІВ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

[Картка дисципліни](#) [PDF](#) [PDF](#) [Online](#)

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 Хімічна інженерія та біоінженерія
Спеціальність	161 Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Хімічні технології та інженерія
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 3-го курсу, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (120 годин)

Семестровий контроль/контрольні заходи	залік
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Мотронюк Тетяна Іванівна. К.т.н., доцент
Розміщення курсу	

Вихідні дані

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Освітня компонента (ОК) «Основи процесів осадження і розчинення металів» призначена для оволодіння теоретичними основами процесів осадження та розчинення металів, сплавів та композиційних електрохімічних покриттів.

Метою освітньої компоненти є формування у студентів компетентностей:

- K02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- K03 Знання та розуміння предметної області і професійної діяльності;
- K06 Прагнення до збереження навколишнього середовища;
- K09 Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач;
- K12 Здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії;
- K17 Здатність використовувати фундаментальні закономірності електрохімії для вирішення технологічних задач;
- K18 Здатність використовувати сучасні матеріали у електрохімічних технологічних процесах;
- K19 Здатність розраховувати економічний ефект електрохімічних технологій та їх вплив на навколишнє середовище;
- K20 Здатність формулювати завдання для автоматизації електрохімічних процесів.

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

- розробляти і реалізовувати проекти, що стосуються технологій та обладнання хімічних виробництв, беручи до уваги цілі, ресурси, наявні обмеження, соціальні та економічні аспекти та ризики (ПР05);
- розуміти основні властивості конструкційних матеріалів, принципи та обмеження їх застосовування в хімічній інженерії (ПР06);

- обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв (ПР07);
- забезпечувати безпеку персоналу та навколишнього середовища (ПР09);
- обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати власну позицію (ПР10);
- вільно спілкуватися з професійних питань усно і письмово державною та іноземною мовами (ПР11);
- розуміти основні електрохімічні закономірності та способи управління технологічними процесами (ПР14);
- розуміти основні способи і методи одержання металічних і неметалічних покриттів різного функціонального призначення (ПР15);
- розуміти основні способи і методи захисту металічних конструкцій від корозії (ПР17).

Зокрема, продемонструвати-

знання :

- основні положення кінетики електролітичного виділення водню та кисню;
- основи кінетики електрохімічного виділення металів;
- теоретичні закономірності перебігу процесів осадження і розчинення металів електрохімічним та хімічним способами;
- вплив різних чинників на якість одержуваних електрохімічним і хімічним способами металевих і неметалевих осадів; шляхи покращення якості вказаних осадів, збільшення продуктивності та економічної ефективності процесів їх нанесення;
- вимоги до процесів осадження та розчинення металів в гальванотехніці, гідроелектрометалургії та електрохімобробці;
- теоретичні передумови вибору електролітів та режимів електролізу для осадження металів, сплавів, композиційних електрохімічних покриттів та одержання неметалевих покриттів вказаних виробництв;
- теоретичні основи осадження металів із розбавлених розчинів з метою очистки промивних та стічних вод, збереження кольорових та коштовних металів, вилучення металів із розчинів в гідрометалургії

уміння:

- використовувати одержані знання з курсу "Теоретичної електрохімії" для аналізу та опису різноманітних електрохімічних реакцій;

- використовувати на практиці вивчені теоретичні закономірності перебігу процесів осадження та розчинення металів електрохімічним і хімічним способами;
- формулювати основні вимоги до процесів осадження і розчинення металів в гальванотехніці, гідроелектрометалургії та при електрохімобробці;
- записувати реакції основних та побічних процесів електрохімічного і хімічного осадження і розчинення металів вище вказаних виробництв;
- оцінити вплив різних чинників на якість одержуваних металевих і неметалевих осадів;
- проводити обґрунтований вибір металевих та неметалевих покриттів згідно умов експлуатації виробів та вимог споживача;
- вибирати склад електроліту та режим електролізу для нанесення електролітичних металевих та оксидних покриттів;
- виявляти причини браку при нанесенні гальванічних покриттів та визначати заходи для їх усунення;
- здійснювати контроль якості покриттів;
- розраховувати тривалість процесу нанесення гальванічного покриття, струмове навантаження на електролізері, товщину осаджуваного покриття;
- виявляти причини браку при нанесенні гальванічних покриттів та вміти визначати заходи для їх усунення;
- використовувати прогресивні способи покращення якості металевих та неметалевих осадів (подавлення контактного обміну при електроосадженні металів, зменшення дендритоутворення, пористості та ін.), підвищення продуктивності їх одержання.

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

Пререквізити. Для успішного засвоєння освітньої компоненти **«Основи процесів осадження і розчинення металів»** студенту необхідні знання та уміння, що були отримані під час вивчення ОК «Загальна та неорганічна хімія», «Фізична хімія», «Теоретична електрохімія», «Матеріалознавство», «Основи кристалографії та електрокристалізації металів» та на дисциплінах загальнонавчальної підготовки бакалаврів.

Постреквізити. Освітні компоненти, які базуються на результатах вивчення даної освітньої компоненти, відносяться до циклу професійної підготовки: **це гальванопластика, гідроелектрометалургія, нанесення гальванічних покриттів, очистка стічних вод.**

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 Вступ

Тема 1.1. Використання процесів розчинення і осадження металів у технічній електрохімії. Вимоги до осадів металів, сплавів та композиційних електрохімічних покриттів (КЕП)

Осадження та розчинення металів у виробництвах гальваностегії, гальванопластики, гідроелектрометалургії, порошкової металургії та електрохімічної обробки металів (ЕХО).

Вимоги до осадів. Структура металевих осадів: ознаки структури; методи вивчення структури; вимоги до структури осадів у виробництвах, вказаних у п. Відсутність пор, пітингу, мікротріщин у покриттях. Катодні та анодні металеві покриття, механізм захисної дії металу - основи цими покриттями.

Рівномірність за товщиною осадів металів на поверхні, що покривають. Адгезія металу-покриття з металом-основи; фактори, що впливають на міцність зчеплення. Сталість складу і структури сплавів та КЕП за товщиною. Спеціальні вимоги.

Розділ 2. Катодні покриття

Тема 2.1 Вплив різних чинників на перенапругу виділення металу, його структуру і властивості

Зв'язок перенапруги виділення металу, його структури і властивостей. Класифікація металів за величиною металічної перенапруги при їх виділенні із розчинів простих солей Вплив компонентів простих кислих і комплексних лужних електролітів, їх концентрації на перенапругу виділення металу, структуру і властивості одержуваного осаду.

Механізм дії ПАР на катодне виділення металу. Критерії вибору ПАР для електролітів осадження металів. Включення в катодний осадок металевих та неметалевих домішок. Текстура електролітичних осадів металів. Способи одержання блискучих покриттів. Блискоутворювачі, їх класифікація і механізм дії.

Вплив умов (режимів) електролізу: густини струму, температури, відносного руху електроліту і електроду, різних режимів поляризуючого струму - на перенапругу виділення металу, його структуру і властивості.

Умови електролітичного одержання губчатих (порошкоподібних) осадів металів.

Тема 2.2. Сумісне виділення металу і водню

Потенціали металевих електродів у розчинах їх солей та їх значення для процесів електроосадження. Застосування діаграми Пурбе води для прогнозування

можливості виділення водню при електроосадженні металів із електролітів різної природи (на прикладах осадження міді, цинку, нікелю, срібла, олова). Роль перенапруги при сумісному виділенні металу і водню. Негативний вплив побічного процесу виділення водню при електроосадженні металів. Способи зменшення швидкості виділення водню.

Тема 2.3. Сумісний розряд іонів металів і електрохімічне одержання сплавів

Основні закономірності суміщеного розряду іонів різних металів. Вплив різних факторів на електроосадження сплавів. Електрокристалізація сплавів. Структура і властивості електролітичних сплавів.

Тема 2.4. Композиційні електрохімічні покриття (КЕП) і матеріали

Види композиційних електрохімічних покриттів і сфери їх застосування. Електроліти - суспензії та їх властивості. Порошкові матеріали, що використовуються для одержання КЕП. Механізм і кінетика утворення КЕП. Вплив різних факторів на утворення і склад КЕП.

Композиційні електрохімічні матеріали (КЕМ). Особливості електроосадження металів в процесах одержання КЕМ.

Тема 2.5. Розподіл струму і металу на катодній поверхні

Загальні відомості. Природа розсіювальної здатності електролітів і механізм перерозподілу струму в них. Вплив різних факторів на розподіл струму і металу. Способи оцінки розсіювальної здатності електролітів.

Мікророзсіювальна здатність електролітів. Покривна здатність електролітів. Способи покращення рівномірності розподілу металу на катоді.

Тема 2.6. Адгезія електролітичних осадів металів до поверхні, яка покривається

Якість поверхні виробів, що покривають. Фактори, які впливають на адгезію осадів до поверхні, що покривають.

Підготовка поверхні виробів перед осадженням металів. Механічні способи підготовки: шліфування, полірування, галтування, вібраційні та струминноабразивні способи обробки, крацювання. Механізм перебігу вказаних процесів.

Хімічні та електрохімічні способи підготовки поверхні виробів перед осадженням металів: знежирення в органічних розчинниках; хімічне знежирення в лужних розчинах і миючих засобах; емульсійне знежирення; електрохімічне знежирення; хімічне травлення та електрохімічне травлення; суміщене знежирення і травлення; активація поверхні. Механізм перебігу вказаних процесів. Промивка поверхні, яку покривають, між підготовчими операціями.

Контактний обмін металів (цементация) в технічній електрохімії. Механізм і кінетика контактного обміну металів (цементації).

Способи збільшення швидкості процесу цементації при виділенні металів в гідрометалургії і очистці стічних вод. Способи подавлення чи зменшення швидкості контактного обміну металів у гальванотехніці.

Використання контактного обміну металів для одержання покриттів, внутрішній електроліз.

Хімічне відновлення металів.

Тема 2.7. Різне

Осадження металів на алюміній, магній, титан та їх сплави.

Осадження металів із неводних розчинів.

Теоретичні передумови вибору електролітів для осадження металів, сплавів.

Розділ 3 Анодні процеси

Тема 3.1. Анодні процеси. Анодна поведінка металів у процесах гальванотехніки, ГЕМ та ЕХО

Використання розчинних і нерозчинних анодів у гальванотехніці, ГЕМ та ЕХО. Анодне розчинення чистих металів і металів, які містять металеві і неметалеві домішки.

Розчинення анодів з утворенням катіонів різного заряду. Анодне розчинення сплавів.

Механізм пасивації металевих анодів. Пасивація розчинних анодів і способи її усунення. Матеріали нерозчинних анодів, які використовуються у гальванотехніці та гідрометалургії. Електрохімічні процеси на нерозчинних анодах.

Тема 3.2. Електрохімічне і хімічне полірування

Основи теорії процесів електрохімічного і хімічного полірування. Електрохімічне і хімічне полірування сталі.

Тема 3.3. Неметалеві покриття, які одержують при анодному розчиненні металу-основи

Загальні відомості. Теорія процесів утворення оксидних і фосфатних плівок на сталі. Механізм утворення анодних плівок на алюмінії та його сплавах.

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 та практичних заняттях.

Базова:

1. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. -К: Либідь, 1993.-544с.
2. Якименко Г.Я., Артеменко В.М. Технічна електрохімія. Ч.3. Гальванічні виробництва: Підручник / За ред.. Б.І. Байрачного. - Харків: НТУ "ХПІ", 2006. – 272 с.
3. Корж В.М., Кузнецов В.Д., Борисов Ю.С., Ющенко К.А. Нанесення покриття: Навчальний посібник. – К.: Арістей, 2005. – 204 с.

Додаткова:

4. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2004. - 236 с.
5. Антропов Л.І., Лебединський Ю.Н. Композиційні електрохімічні покриття і матеріали. - К: Техніка, 1986.-200с
6. The Anodization of Aluminum for Nanotechnology Applications // JOM: the journal of the Minerals, Metals & Materials Society, June 2010. DOI: 10.1007/s11837-010-0088-5.
7. Modern Electroplating / edited by Mordechai Schlesinger, Milan Paunovic. - Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2010. - 737 p.
8. Костін М.О., Кублановський В.С., Заблудовський В.А. Імпульсний електроліз. - К: Наукова думка, 1989.-168с
9. Мотронюк Т.І., Ущатовський Д.Ю., Лінючева О.В., Фроленкова С.В., Бик М.В. Основи процесів осадження і розчинення металів. Навчальний посібник. [Електронний ресурс] : Навчальний посібник. для здобувачів ступеня бакалавр за освітньою програмою «Електрохімічні технології неорганічних і органічних матеріалів» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського.Електронні текстові дані (1 файл: 3,49 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 116 с.

Інформаційні ресурси

Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код курсу rbngprv 4.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Редагувати..

Лекційні заняття

Проведення лекцій з освітньої компоненти **«Основи процесів осадження і розчинення металів»** проводиться паралельно з розглядом питань, що виносяться на самостійну роботу. При проведенні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо). Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Тема 1.1 <u>Осадження та розчинення металів у виробництвах гальваностегії, гальванопластики, гідроелектрометалургії, порошкової металургії та електрохімічної обробки металів (ЕХО).</u> <u>Загальні вимоги до осадів металів, сплавів та композиційних електрохімічних покриттів (КЕП) вище названих виробництв:</u> Структура металевих осадів: ознаки структури; методи вивчення структури; вимоги до структури осадів у виробництвах. Відсутність пор, пітингу, тріщин у покриттях. Катодні та анодні металеві покриття, механізм захисної дії металу-основи цими покриттями. Рівномірність за товщиною осадів металів на поверхні, що покривають. Адгезія металу-покриття з металом-основи; фактори, що впливають на міцність зчеплення. Сталість складу і структури сплавів та КЕП за товщиною.
2	(Тема 2.1) <u>Зв'язок перенапруги виділення металу, його структури і властивостей.</u> Класифікація металів за величиною металічної перенапруги при їх виділенні із розчинів простих солей. Призначення компонентів електролітів для електроосадження металів. Вплив компонентів простих і комплексних електролітів, концентрації іонів металу, який відновлюється, на перенапругу виділення металу, структуру і властивості одержуваного осаду. Механізм дії ПАР на катодне виділення металу. Критерії вибору ПАР для електролітів осадження металів. Включення в катодний осадок металевих та неметалевих домішок. Текстура електролітичних осадів металів. Способи одержання блискучих покриттів. Блискоутворювачі, їх класифікація і механізм дії.
3	Вплив умов (режимів) електролізу: густини струму, температури, відносного руху електроліту і електроду на перенапругу виділення металу, його структуру і властивості. Режими поляризуючого струму, які покращують якість електролітичних металевих осадів, механізм їх дії на якість електролітичних металевих осадів. Умови електролітичного одержання губчатих (порошкоподібних) осадів металів, використання останніх в різних виробництвах. Причини електроформування губчатих (порошкоподібних) осадів при нанесенні металевих покриттів, електроформуванні виробів.
4	(Тема 2.2) <u>Сумісне виділення металу і водню</u> Потенціали металевих електродів у розчинах їх солей та їх значення в процесах електроосадження. Роль перенапруги при сумісному виділенні металу і водню. Вплив складу електроліту та режиму електролізу на процеси сумісного осадження металу та виділення водню.

	Негативний вплив побічного процесу виділення водню на продуктивність процесу електроосадження металу та якість одержаних осадів. Способи зменшення негативного впливу водню в процесах електроосадження металів. Причини одержання пористих покриттів.
5	МКР
6	(Тема 2.3) <u>Основні закономірності суміщеного розряду іонів різних металів.</u> Вплив різних факторів на електроосадження сплавів. Електрокристалізація сплавів. Деполяризація і надполяризація в процесах сумісного виділення металів. Аноди в процесах електроосадження сплавів. Вплив металевих та неметалевих домішок електролітів для осаження металів, способи їх видалення. (Тема 2.4) <u>Види композиційних електрохімічних покриттів і сфери їх застосування.</u> Електроліти - суспензії та їх властивості. Порошкові матеріали, що використовуються для одержання КЕП. Механізм і кінетика утворення КЕП. Вплив різних факторів на утворення і склад КЕП. Композиційні електрохімічні матеріали (КЕМ). Особливості електроосадження металів в процесах одержання КЕМ.
7	(Тема 2.5) <u>Розподіл струму і металу на катодній поверхні.</u> Загальні відомості. Природа розсіювальної здатності електролітів і механізм перерозподілу струму в них. Вплив різних факторів на розподіл струму і металу. Способи оцінки розсіювальної здатності електролітів. Мікророзсіювальна здатність електролітів та способи її визначення. Криюча здатність електролітів. Способи покращення рівномірності розподілу металу на катоді. (Тема 2.6) <u>Адгезія електролітичних осадів металів до поверхні, яка покривається.</u> Якість поверхні виробів, що покривають. Фактори, які впливають на адгезію осадів до поверхні, що покривають. Підготовка поверхні виробів перед осаженням металів: Загальна характеристика механічних способів підготовки поверхні деталей перед нанесенням електролітичних покриттів. Механізм перебігу процесів механічного шліфування та полірування.
8	<u>Хімічні та електрохімічні способи підготовки поверхні сталевих виробів перед осаженням металів:</u> знежирення в органічних розчинниках; хімічне та електрохімічне знежирення в лужних розчинах; хімічне та електрохімічне травлення сталевих деталей; активація поверхні. Механізм перебігу вказаних процесів. Промивка поверхні, яку покривають, між підготовчими та основними операціями. <u>Контактний обмін металів (цементация) в технічній електрохімії.</u> Механізм і кінетика контактного обміну металів (цементації). Зміна швидкості цементації (КО) в часі. Способи збільшення швидкості процесу цементації при виділенні металів в гідрометалургії і очистці стічних вод. Способи подавлення чи зменшення швидкості контактного обміну металів у гальванотехніці: нанесення покриття в області катодного та анодного захисту металу-основи, при потенціалах активного розчинення металу-основи (на прикладах міднення та осаження срібла на сталеві деталі). <u>Осаження металевих покриттів на легкі метали.</u> Проблеми осаження металевих покриттів на алюміній із водних розчинів. Особливості осаження металів з неводних розчинів (на прикладі осаження алюмінію).
9	(Тема 3.1) <u>Анодна поведінка металів у процесах гальванотехніки, ГЕМ та ЕХО</u> Використання розчинних, частково розчинних, нерозчинних та комбінованих анодів у гальванотехніці, ГЕМ та ЕХО. Анодне розчинення чистих металів і металів, які містять металеві і неметалеві домішки.

	Розчинення анодів з утворенням катіонів різного заряду. Анодне розчинення сплавів. Механізм пасивації металевих анодів. Пасивація розчинних анодів і способи її усунення. Матеріали нерозчинних анодів, які використовуються у гальванотехніці та гідрометалургії. Електрохімічні процеси на нерозчинних анодах. Основи теорії процесів електрохімічного і хімічного полірування. Електрохімічне і хімічне полірування сталі. (Тема 3.3) <u>Неметалеві покриття, які одержують при анодному розчиненні металу-основи (на прикладі анодування алюмінію).</u> Загальні відомості. Механізм утворення анодних плівок на алюмінії та його сплавах. Вплив природи та складу електроліту та режиму електролізу на якість оксидних плівок..
--	--

Лабораторні роботи

Основні завдання циклу лабораторних занять – це використання одержаних на лекціях знань, ознайомлення з технічною реалізацією відомих з лекційного курсу процесів та закріплення теоретичного матеріалу..

Одна година першого лабораторного заняття присвячена інструктажу та навчанню з техніки безпеки в хімічній лабораторії.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Вплив підготовки поверхні металевих деталей на якість осаджуваних гальванічних покриттів	6
2	Визначення швидкості контактного обміну металів	6
3	Сумісне виділення металу і водню	9
4	Вплив складу електроліту та режиму електролізу на поляризацію виділення металу та його властивості	12
5	Визначення розсіювальної здатності електролітів	6
6	Електрохімічне полірування міді, латуні, сталі.	6
7	Вплив різних параметрів на отримання оксидних плівок на алюмінії	8

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (CPC) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт; виконання розрахункової роботи, підготовка до модульної контрольної роботи; підготовка до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид CPC	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу; проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт	30 годин
Виконання розрахункової роботи	10 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	2 години
Підготовка до заліку	6 годин

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекційні і лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні заняття – в навчальних лабораторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекційних і лабораторних занять є обов'язковим.

Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які виконали лабораторну роботу, правильно виконали розрахунки та вірно оформили протокол з лабораторної роботи (при неправильно виконаних розрахунках чи неякісному оформленні недоліки слід усунути).
2. Захист відбувається або на лабораторних заняттях під час технологічно обумовлених перерв, або на консультаціях з дисципліни, які проводяться щотижнево.
3. Після захисту лабораторної роботи, який полягає у виконанні індивідуального розрахункового завдання або теоретичному опитуванні по темі лабораторної роботи викладачем виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасний захист – наявність більше одної незахищеної роботи – в звичайному та змішаному режимах роботи Університету є підставою для недопуску до виконання наступної лабораторної роботи.

Правила написання модульної контрольної роботи

1. Модульна контрольна робота пишеться на 5-ому лекційному занятті.
2. У випадку дистанційного навчання студентів університету викладач надсилає білети через електронну пошту, Телеграм або через Google Classroom.
3. Модульна контрольна зараховується, якщо відповіді надіслані не пізніше 4-х годин після закінчення заняття.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з освітньої компоненти нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;

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)

Редагувати...

Поточний контроль: виконання та захист лабораторних робіт; написання модульної контрольної роботи; виконання розрахункової роботи, відповіді на лекційних заняттях.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з освітньої компоненти розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Протягом семестру студент отримує бали за:

- виконання та захист 7 лабораторних робіт;
- відповідей на лекційних заняттях;
- виконання модульної контрольної роботи;
- виконання розрахунково-графічної роботи.

Критерії нарахування балів:

1. Виконання лабораторних робіт

Ваговий бал – **7 балів**. Всього балів 7 лаб x 7 балів = 49 балів. Бали за лабораторну роботу розраховуються як сума балів за виконання окремих етапів роботи – допуск (1 бал), виконання роботи (3 бали), якість оформленого протоколу та захист роботи (3 бали). Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

Допуск до роботи

- при перевірці готовності до ЛР надаються вірні і вичерпні відповіді; підготовлено в повному обсязі схему протоколу лабораторної роботи - 1 бал;
- при перевірці готовності студент має утруднення при формулюванні вірних відповідей; є зауваження щодо підготовки протоколу – 0,5 балів;

Виконання лабораторної роботи

- безпомилкове виконання завдання ЛР в повному обсязі з наявністю елементів творчого підходу при безумовному додержанні правил і норм техніки безпеки – 3 бали;
- виконання завдання ЛР в повному обсязі при додержанні правил і норм техніки безпеки – 2 бали;
- виконання завдань ЛР в повному обсязі при наявності зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок або щодо додержання вимог техніки безпеки – 1 бал;

- невиконання завдань ЛР в повному обсязі за відведений час при наявності зауважень з боку викладача щодо вірності виконання роботи або додержання вимог техніки безпеки – 0...0,5 балів;

Захист лабораторної роботи та якість оформленого протоколу

- наявність впевнених знань і набутих вмінь з завдань виконаної ЛР; бездоганне оформлення протоколу та інших матеріалів – 3 бали (не менше 90 % потрібної інформації);
- наявність суттєвих зауважень щодо повноти, грамотності і охайності при оформленні матеріалів з виконаної ЛР – 2 бали (не менше 60 % потрібної інформації);
- значні зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі – 0,5...1,0 бал..

1. Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 3 бали. Кількість балів за МКР розраховується як сума балів за кожне питання (6 запитань x 3 бали = **18** балів). Оцінювання проводиться за наступною шкалою:

- бездоганна відповідь на завдання при наявності елементів продуктивного (творчого) підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знань з хімії при відповіді на контрольне завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 18-15 балів;
- загалом вірна відповідь, наявність 1-2 помилок при відповіді на завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 14-11 балів;
- наявність суттєвих помилок при відповіді на завдання (не менше 60% потрібної інформації) – 10-7 балів;
- наявність принципових помилок при відповіді на завдання (не менше 40% потрібної інформації) – 6-3;
- наявність принципових помилок при відповіді на завдання (менше 40% потрібної інформації, неохайне оформлення роботи) – 2-0 балів.

1. Розрахунково-графічна робота (РГР)

Ваговий бал – 24 бали. Кількість балів за РГР розраховується як сума балів за кожне питання (6 запитань x 4 бали = 24 бали). Оцінювання проводиться за наступною шкалою:

- бездоганна відповідь на завдання при наявності елементів продуктивного (творчого) підходу; демонстрація вміння впевненого застосування отриманих знань – 24-19 балів;

- вирішення розрахункової вправи з незначними, непринциповими помилками (в т.ч. математичного характеру); наявність 1-2 помилок при відповіді на завдання – 18-13 балів;
- вирішення завдань РГР з двома-трьома досить суттєвими помилками; (не менше 60% потрібної інформації) –12-7 бали;
- виконання завдань РГР менше, ніж на 40% потрібної інформації) -6-0 балів.

1. Опитування на лекційних заняттях

Ваговий бал – 3 бали. Планується проводити 3 опитування. Максимальна кількість балів 9.

Після закінчення розгляду теми у кінці наступної лекції проводиться опитування у вигляді експрес контрольної роботи із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, телеграм тощо). Так, по закінченні розгляду теми 1.1 та 2.1 студенти писатимуть експрес контрольну роботу в кінці лекції №4; по темі 2.3 – 2,5 – на лекції №8; по темі 2.6 (підготовка поверхні та КО металів) – на лекції №9.

Правила написання експрес контрольної роботи:

1. У звичайному режимі роботи університету експрес контрольна робота пишеться на лекції за 15 хвилин до кінця заняття; у випадку дистанційної роботи університету викладач надсилає через Телеграм запитання.
2. У випадку дистанційної роботи університету студент має у письмовій формі надіслати скан (фото) відповідей на запитання через Телеграм.
3. Експрес контрольна робота зараховується, якщо відповіді надіслані у визначений викладачем час, але не пізніше ніж 23:59 поточного дня опитування.

Оцінювання проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь на завдання –3 бали;
- відповідь з незначними, непринциповими помилками (в т.ч. математичного характеру або формулювання вірної відповіді після невеликої навідної допомоги викладача) – 2 бали;
- наявність суттєвих помилок при відповіді на контрольне запитання як наслідок слабких знань; високий процент плагіату – 1,0...0,5 балів;
- невірна відповідь; повне копіювання чужих відповідей або конспекту лекцій – 0 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є рейтинг студента 50 % від максимально можливого на час календарного контролю.

На першому календарному контролі (8-ий тиждень) студент отримує «атестований», якщо його максимальний поточний рейтинг складає 25 балів. Для отримання «атестований» студент повинен мати не менше ніж 18 балів.

На другому календарному контролі (14-ий тиждень) студент отримує «атестований», якщо його максимальний поточний рейтинг складає 56 балів. Для отримання «атестований» студент повинен мати не менше ніж 38 балів.

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з освітньої компоненти:

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

Розмір шкали рейтингу $R = 49 + 18 + 24 + 9 = 100$ балів.

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою отримання заліку є позитивна оцінка за експрес контрольні роботи (опитування на лекціях), написання модульної контрольної роботи, виконання РГР і виконання та захист лабораторних робіт. Для отримання заліку з освітньої компоненти «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. Завдання контрольної роботи складається з чотирьох питань різних розділів силабусу з переліку, що наданий у методичних рекомендаціях до засвоєння освітнього компонента. У разі отримання оцінки, більшої, ніж "автоматом" з рейтингу, студент отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи. У разі отримання оцінки меншої, ніж "автоматом" з рейтингу, попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку тільки за результатами залікової контрольної роботи.

$$R_{\text{зкр}} = 100 - 22 = 78 \text{ балів.}$$

Кожне з 4-х питань залікової контрольної роботи оцінюється у $78 : 4 = 19,5$ бала.

Критерії оцінювання питань залікової контрольної роботи:

18-19,5 балів (не менше 90 % потрібної інформації) - повна відповідь на запитання;

15-17 балів (не менше 75 % потрібної інформації) - повна і взагалі вірна відповідь на запитання з 1–3 незначними помилками або зауваженнями;

12-14 балів (не менше 60 % потрібної інформації) - взагалі вірна відповідь на запитання з незначними помилками та 1–2 зауваженнями принципового характеру;

0 балів - незадовільна відповідь

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 дисципліни (освітнього компонента).

Редагувати..

- Перелік завдань для підготовки до заліку наведені у Google Classroom **«Основи процесів осадження і розчинення металів»** (платформа Sikorsky-distance) та в системі «Електронний кампус», Телеграм.
- Перелік матеріалів, якими не дозволено користуватись під час екзамену – під час екзамену студенту заборонено використовувати будь-які допоміжні матеріали та літературу. За порушення вимог студенти усуваються від заліку.

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри технології електрохімічних виробництв, к.т.н., доцентом Мотронюк Тетяною Іванівною

Ухвалено кафедрою технології електрохімічних виробництв (протокол № 15 від 23.06.2025)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26.06.2025).