



ГАЛЬВАНІЧНІ СПЛАВИ І ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОКРИТТЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

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>Електрохімічні технології неорганічних і органічних матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>8 кредитів (240 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен усний</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)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Косогін Олексій Володимирович, kosohin.oleksii@ill.kpi.ua , Telegram @Kosohin Лабораторні: к.т.н., доцент Косогін Олексій Володимирович, kosohin.oleksii@ill.kpi.ua , Telegram @Kosohin
Розміщення курсу	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Гальванічні сплави і функціональні покриття» знайомить студентів з одним із напрямків практичного використання електрохімії, який широкого використовується в сучасній промисловості (приладобудування, машинобудування, радіоелектроніка, виробництво деталей побуту) та дозволяє забезпечити сталий розвиток промисловості.

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- знання та розуміння предметної області і професійної діяльності;
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність використовувати знання та розуміння загальної хімічної технології, процесів і апаратів хімічних виробництв для аналізу, оцінювання і проектування технологічних процесів і устаткування;
- здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю хімічних виробництв;
- навички безпечного поводження з хімічними матеріалами, з урахуванням їх фізичних та хімічних властивостей, у тому числі, небезпек, пов'язаних з їх використанням.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання :

- основних типів гальванічних покриттів, які використовуються у сучасних виробництвах;
- технології нанесення електрохімічних та хімічних покриттів;
- впливу основних технологічних параметрів на якість гальванічних покриттів;
- методів контролю якості гальванічних покриттів;
- основного обладнання для нанесення металевих покриттів.

уміння:

- орієнтуючись у теорії осадження металевих покриттів, обирати склади електролітів;
- обґрунтовано обирати режими електролізу та методику контролю і корегування складу електроліту;
- за умовами роботи об'єкта обирати тип і метод отримання захисного покриття;
- обирати покриття для спеціальних областей техніки та мікроелектроніки.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студенту необхідні знання та уміння, що були отримані під час вивчення дисциплін «Загальна та неорганічна хімія», «Фізична хімія», «Теоретична електрохімія», «Матеріалознавство», «Технічна електрохімія», «Основи процесів осадження і розчинення металів», «Гальванопластика», «Технологія нанесення гальванічних покриттів», «Гідроелектрометалургія».

Дисципліни, які базуються на результатах навчання: дисципліни циклу професійної підготовки, в рамках яких необхідний вибір типу нанесених покриттів з метою захисту від корозії чи надання певних функціональних властивостей та для подальшої професійної діяльності.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Технологія нанесення функціональних покриттів

Тема 1.1. Технологія нанесення дорогоцінних металів

Властивості та галузі застосування срібних покриттів. Ціаністі та не ціаністі електроліти сріблення. Електроліти блискучого сріблення. Їх приготування та експлуатація. Аноди для сріблення. Технологічні особливості процесу сріблення. Обробка срібних покриттів. Вилучення срібла з відпрацьованих електролітів та стічних (промивних) вод.

Властивості та галузі застосування золотих покриттів. Ціаністі та не ціаністі електроліти золочення. Електроліти блискучого золочення. Їх приготування та експлуатація. Аноди, які застосовуються при золоченні. Вплив технологічних параметрів на процес золочення та якість покриттів. Вилучення золота з відпрацьованих електролітів та стічних (промивних) вод.

Властивості та галузі застосування покриттів із платини та паладію. Електроліти для нанесення цих покриттів. Технологічні особливості нанесення платини та паладію. Технологія нанесення інших платинових металів.

Тема 1.2. Технологія осадження рідкісних металів

Галузі використання рідкісних металів. Технологія осадження легкоплавких металів (індію, галію, талію, вісмуту). Технологія осадження тугоплавких металів (вольфраму, цирконію, ренію, молібдену). Технологія осадження корозійностійких металів (титану, ніобію, танталу, ванадію).

Тема 1.3. Технологія нанесення гальванічних покриттів на легкі метали

Особливості нанесення гальванічних покриттів на алюміній, магній, титан та їх сплави, а також на нержавіючі сталі. Способи підготовки алюмінію та його сплавів перед нанесенням гальванічних покриттів: цинкатний та електрохімічний. Електроліти й режими осадження гальванічних покриттів. Способи зміцнення адгезії гальванічних покриттів до алюмінію і його сплавів.

Способи підготовки поверхні магнію та його сплавів перед нанесенням гальванічних покриттів. Нанесення гальванічних покриттів на титан та його сплави, а також на корозійностійкі сталі. Електроліти й режими осадження гальванічних покриттів на ці метали та сплави. Способи зміцнення адгезії покриттів до магнію, титану та їх сплавів.

Тема 1.4. Одержання гальванічних сплавів

Властивості та галузі застосування мідних сплавів (латунь, бронза). Електроліти для нанесення цих сплавів. Їх приготування та експлуатація. Аноди, які застосовуються при осадженні мідних сплавів. Вплив технологічних параметрів на склад і якість мідних сплавів.

Властивості та галузі застосування сплавів на основі олова (олово-свинець, олово-вісмут, олово-цинк та ін.). Електроліти для осадження цих сплавів. Їх приготування й експлуатація. Аноди при осадженні сплавів олова. Вплив технологічних параметрів на склад, властивості та якість сплавів.

Магнітні сплави і електроліти для їх одержання. Режими осадження.

Тема 1.5. Хімічне осадження металів

Властивості та галузі застосування хімічно осаджених металів (нікель, мідь та ін.). Технологія одержання хімічно осаджених металів. Компоненти електролітів і їх призначення. Одержання нікелевих покриттів (нікель-фосфор, нікель-бор). Електроліти, склад і режими одержання. Корегування й регенерація електролітів для одержання нікелю.

Одержання хімічних осадів міді. Електроліти для осадження міді й режими процесу. Корегування й регенерація електролітів для хімічного осадження міді. Одержання хімічних осадів інших металів (срібло, золото, хром та інші).

Тема 1.6. Технологія нанесення композиційних електрохімічних покриттів (КЕП)

Види КЕП і галузі їх застосування. Механізм утворення КЕП. Компоненти електролітів і їх призначення. Вплив параметрів процесу осадження КЕП на склад осаду. Способи нанесення КЕП.

КЕП на основі нікелю, електроліти і режими їх, одержання. Вплив параметрів процесу на склад і якість нікелевих КЕП. КЕП на основі міді, срібла, заліза, хрому та інші. Електроліти для їх одержання й режими нанесення.

РОЗДІЛ 2. Методи випробування електролітів та покриттів

Тема 2.1. Методи контролю електролітів і покриттів

Методи аналізу складу електролітів. Контроль рН електролітів. Визначення розсіювальної здатності електролітів. Контроль електролітів із блискоутворюючими добавками.

Контроль зовнішнього вигляду покриттів. Вимірювання товщини гальванічних покриттів. Руйнівні (фізичні й хімічні) і неруйнівні (фізичні) методи вимірювання товщини покриттів. Прилади для вимірювання товщини покриттів.

Тема 2.2. Методи випробування гальванічних покриттів

Визначення поруватості покриттів. Контроль міцності зчеплення покриттів з основою (якісні й кількісні методи вимірювання). Вимірювання твердості покриттів. Прилади для вимірювання твердості. Вимірювання внутрішніх напруг у покриттях. Вимірювання блиску покриттів.

Визначення корозійної стійкості покриттів. Натурні й прискорені методи випробування. Прилади для вимірювання швидкості корозії. Деякі механічні випробування покриттів. Контроль електричних характеристик покриттів.

Тема 2.3. Основні напрямки удосконалення технологій та інтенсифікації процесів нанесення гальванічних і хімічних покриттів

Розробка технологічних процесів з новими блискоутворюючими та вирівнюючими добавками. Розробка універсальних автоматичних автооператорних ліній. Розробка автоматичних ліній в однованновому варіанті. Автоматизація гальванічних процесів.

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. Прикладная электрохимия / Под ред. А.Г.Томилова. – М: Химия, 1984. - 520с.
2. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник в 2-х томах / Под ред. М.А. Шлугера. - М: Машиностроение, 1985, т.1. - 240с.
3. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник в 2-х томах / Под ред. М.А. Шлугера. - М: Машиностроение, 1985, т.2. - 248с.
4. Гальванотехника. Справочное издание / Ф.Ф. Ажогин, М.А. Беленький и др. М. : Металлургия, 1987. - 736с.
5. Технология электрохимических покрытий / М.А. Дасоян, И.Я. Пальмская и др. – Л. : Машиностроение, 1989. – 391 с.

Додаткова

6. Справочник гальваника / Б.И. Байрачный, В.В. Орехова, Э.П. Харченко и др. - Харьков: Прапор, 1988. - 180с.
7. Каданер Л.И. Электроосаждение благородных и редких металлов. – К: Техніка, 1968. – 192 с.
8. Якименко Г.Я., Артеменко В.М. Технічна електрохімія. Ч.3. Гальванічні виробництва: Підручник / За ред.. Б.І. Байрачного. - Харків: НТУ "ХПІ", 2006. – 272 с.
9. Орехова В.В. Защитно-декоративные покрытия и изделия народного потребления. – К.: Техніка, 1989. – 152 с.
10. Шмелева Н.М. Контролер работ по металлопокрытиям. - М.: Машиностроение, 1985. – 176 с.
11. Беленький М.А., Иванов А.Ф. Электроосаждение металлических покрытий. – М.: Металлургия, 1985. – 288 с.
12. Бородин И.Н. Порошковая гальванотехника.- М.: Машиностроение, 1990. – 240 с.
13. Кудрявцев Н.Т. Электрохимические покрытия металлами.- М.: Химия, 1979. – 352 с. Якименко Л.М., Серышев Г.А., Мазанко А.Ф. Электрохимический синтез неорганических соединений. - М.: Химия, 1984. - 158 с.

Інформаційні ресурси

14. 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 **m4mfwge**.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Проведення лекцій з дисципліни проводиться паралельно з розглядом питань, що виносяться на самостійну роботу. При проведенні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance [14]. 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	<u>Технологія нанесення срібних покриттів.</u> Властивості та галузі застосування срібних покриттів. Ціаністи та не ціаністи електроліти сріблення. Електроліти блискучого сріблення. Їх приготування та експлуатація. Аноди для сріблення.
2	<u>Технологія нанесення срібних покриттів.</u> Технологічні особливості процесу сріблення. Обробка срібних покриттів. Вилучення срібла з відпрацьованих електролітів та стічних (промивних) вод.
3	<u>Технологія нанесення золотих покриттів.</u> Властивості та галузі застосування золотих покриттів. Ціаністи та не ціаністи електроліти золочення. Електроліти блискучого золочення. Їх приготування та експлуатація. Аноди, які застосовуються при золоченні. Вплив технологічних параметрів на процес золочення та якість покриттів. Вилучення золота з відпрацьованих електролітів та стічних (промивних) вод.
4	<u>Технологія нанесення платинових металів.</u> Властивості та галузі застосування покриттів із платини та родію. Електроліти для нанесення цих покриттів. Технологічні особливості нанесення платини та родію.
5	<u>Технологія осадження рідкісних металів.</u> Галузі використання рідкісних металів. Технологія осадження легкоплавких металів (індію, галію, талію, вісмуту)
6	<u>Технологія осадження тугоплавких металів.</u> Галузі використання тугоплавких металів (вольфрам, цирконій, реній, молибден, титан). Технологія і способи осадження тугоплавких металів.
7	<u>Технологія нанесення гальванічних покриттів на легкі метали і сплави та нержавіючі сталі.</u> Особливості нанесення гальванічних покриттів на алюміній, магній, титан та їх сплави, а також на нержавіючі сталі. Способи підготовки алюмінію та його сплавів перед нанесенням гальванічних покриттів: цинкатний та електрохімічний. Електроліти й режими осадження гальванічних покриттів. Способи зміцнення адгезії гальванічних покриттів до алюмінію і його сплавів.
8	<u>Технологія нанесення гальванічних покриттів на магнієві і титанові сплави.</u> Способи підготовки поверхні магнію та його сплавів перед нанесенням гальванічних покриттів. Нанесення гальванічних покриттів на титан та його сплави. Електроліти і режими осадження гальванічних покриттів на ці метали та сплави. Способи зміцнення адгезії покриттів до магнію, титану та їх сплавів.
9	<u>Технологія електролітичного осадження сплавів міді.</u> Властивості та галузі застосування мідних сплавів (латунь, бронза). Електроліти для нанесення цих сплавів. Їх приготування та експлуатація. Аноди, які застосовуються при осадженні мідних сплавів. Вплив технологічних параметрів на склад і якість мідних сплавів.
10	<u>Технологія нанесення сплавів олова.</u> Властивості та галузі застосування сплавів на основі олова (олово-свинець, олово-вісмут, олово-цинк та ін.). Електроліти для осадження цих сплавів. Їх приготування й експлуатація. Аноди при осадженні сплавів олова. Вплив технологічних параметрів на склад, властивості та якість сплавів.
11	<u>Хімічні методи осадження металів.</u> Властивості та галузі застосування хімічно осаджених металів (нікель, мідь та ін.). Технологія одержання хімічно осаджених металів. Компоненти електролітів і їх призначення. Одержання нікелевих покриттів (нікель-фосфор, нікель-бор).

	<i>Електроліти, склад і режими одержання. Одержання хімічних осадів міді. Електроліти для осадження міді і режими процесу. Корегування й регенерація електролітів для хімічного осадження міді. Одержання хімічних осадів інших металів (срібло, золото, хром та інші).</i>
12	<u><i>Технологія одержання композиційних електрохімічних покриттів (КЕП)</i></u> <i>Види КЕП і галузі їх застосування. Механізм утворення КЕП. Компоненти електролітів і їх призначення. Вплив параметрів процесу осадження КЕП на склад осаду. Способи нанесення КЕП. КЕП на основі нікелю, електроліти і режими їх, одержання. Вплив параметрів процесу на склад і якість нікелевих КЕП. КЕП на основі міді, срібла, заліза, хрому та інші. Електроліти для їх одержання і режими нанесення.</i>
13	<u><i>Контроль електролітів та покриттів.</i></u> <i>Методи аналізу складу електролітів. Контроль рН електролітів. Визначення розсіювальної здатності електролітів. Контроль електролітів із блискоутворюючими добавками.</i> <i>Контроль зовнішнього вигляду покриттів. Вимірювання товщини гальванічних покриттів. Руйнівні (фізичні й хімічні) і неруйнівні (фізичні) методи вимірювання товщини покриттів. Прилади для вимірювання товщини покриттів.</i>
14	<u><i>Методи випробування гальванічних покриттів.</i></u> <i>Визначення поруватості покриттів. Контроль міцності зчеплення покриттів з основою (якісні й кількісні методи вимірювання). Вимірювання твердості покриттів. Прилади для вимірювання твердості. Вимірювання внутрішніх напруг у покриттях. Вимірювання блиску покриттів. Визначення корозійної стійкості покриттів. Натурні й прискорені методи випробування. Прилади для вимірювання швидкості корозії. Деякі механічні випробування покриттів.</i>

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять -це навчити студентів використовувати набуті раніше знання для складання рівнянь основних та побічних електродних реакцій, що перебігають при одержанні неорганічних продуктів; складання балансу робочої напруги на електролізері та проведення інших технологічних розрахунків.

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми заняття</i>
1	<u><i>Технологія нанесення срібних покриттів.</i></u> <i>Розрахунок поляризації при осадженні срібних покриттів. Розрахунок тривалості осадження срібних покриттів. Розрахунок параметрів процесу вилучення срібла с відпрацьованих електролітів та утилізації відпрацьованих електролітів.</i>
2	<u><i>Технологія нанесення гальванічних покриттів на легкі метали.</i></u> <i>Вибір технологічної схеми нанесення гальванічних покриттів на легкі метали. Особливості конструювання підвісних пристосувань та проведення енергетичних розрахунків.</i>
3	<u><i>Технологія одержання гальванічних сплавів.</i></u> <i>Вплив технологічних параметрів на енергетичні характеристики електролізу. Розрахунок електрохімічних еквівалентів сплавів.</i>
4	<u><i>Хімічні методи осадження металів.</i></u> <i>Технологія одержання хімічно осаджених металів. Розрахунок витрат основних компонентів розчинів.</i>
5	<u><i>Технологія одержання композиційних електрохімічних покриттів (КЕП)</i></u> <i>Вплив параметрів процесу осадження КЕП на склад осаду. Розрахунок властивостей суспензій. Розрахунковий метод визначення складу КЕП.</i>
6	<u><i>Контроль електролітів та покриттів.</i></u> <i>Розрахунок величини і складу матеріальних потоків: сировини, основних і побічних продуктів, матеріалів і відходів, розрахунок питомих витрат сировини і матеріалів, питомої виходу готового продукту.</i>

7	<u>Контроль електролітів та покриттів.</u> Розрахунок витрат матеріалів на початковий запуск обладнання та на виконання річної виробничої програми. Розрахунок витрат води. Розрахунок скидання хімікатів на очисні споруди гальванічного виробництва
8	<u>Контроль електролітів та покриттів.</u> Розрахунок параметрів пристроїв для нагрівання ванн та енергоносіїв для виконання річної виробничої програми. Розрахунок витрат електроенергії та потужності теплоелектронагрівачів для нагрівання гальванічної ванни. Розрахунок витрат стиснутого повітря на перемішування електроліту.
9	Написання модульної контрольної роботи

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.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Осадження гальванічних покриттів на легкі метали	12
2	Гальванічні покриття у виробництві друкованих плат	8
3	Технологія відновлення зношених сталевих деталей	8
4	Технологія хімічного нанесення нікелю	8
5	Технологія нанесення гальванічних сплавів	8

Лабораторне завдання повинно формуватись таким чином, щоб змусити студентів продемонструвати вміння самостійно пропонувати способи нанесення захисних та функціональних покриттів та розробляти технологічний процес нанесення покриття.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

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

Вид СПС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу; проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт; підготовка до проведення практичних завдань та виконання розрахунків	5 – 6 годин на тиждень
Виконання домашньої контрольної роботи	15 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	4 години
Підготовка до екзамену	30 годин

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекційні, практичні та лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні та практичні 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, практичних та 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 призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Запізнення на лабораторне заняття (умови їх проведення в звичайному та змішаному режимах роботи Університету) штрафується 0,25 бала за кожні 15 хвилин запізнення, тому що призводять до затримки виконання усієї бригадою студентів;

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)

Поточний контроль: робота на практичних заняттях, виконання та захист типових лабораторних робіт; виконання індивідуального лабораторного завдання; написання модульної контрольної роботи; виконання розрахункової роботи.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

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

- відповіді на практичних заняттях (в середньому 1 раз за семестр);
- виконання та захист 5 лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи;
- виконання домашньої контрольної роботи.

Критерії нарахування балів:

1. Виконання лабораторних робіт

Ваговий бал – **3 бали**. Бали за лабораторну роботу розраховуються як сума балів за виконання окремих етапів роботи – допуск (1 бал), виконання роботи (2 бала), якість оформленого протоколу та захист роботи (2 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 бали;
- 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 – 2,0 бала;

- виконання завдання ЛР в повному обсязі при додержанні правил і норм техніки безпеки – 1,5 бала;
- виконання завдань ЛР в повному обсязі при наявності зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок або щодо додержання вимог техніки безпеки – 1,0 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 – 0,5 балів;

Захист лабораторної роботи та якість оформленого протоколу

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

2. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – **2 бали**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- безпомилкове виконання розрахункового завдання або розрахунок з деякими математичними похибками – 2,0 бала;
- виконання завдання з деякими математичними похибками або після невеликої навідної допомоги викладача чи іншого студента – 1,5 бала ;
- проведення розрахункових вправ зі значущими помилками хімічного, стехіометричного чи математичного характеру – 1,0 бал;
- проведення розрахункових вправ з грубими помилками щодо хімічної чи хіміко-технологічної суті завдання - 0 балів.

3. Домашня контрольна робота (ДКР)

Ваговий бал – **12 балів**. Кожне завдання на ДКР складається з 3 питань теоретичного (ваговий бал 3) та 1 питання розрахункового характеру (ваговий бал 3). Кількість балів за ДКР розраховується як сума балів за кожне питання. Оцінювання проводиться за наступною шкалою:

- безпомилкове вирішення розрахункової вправи і бездоганна відповідь на завдання при наявності елементів продуктивного (творчого) підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знань з хімії при відповіді на контрольне завдання – 3 бала;
- вирішення розрахункової вправи з незначними, непринциповими помилками (в т.ч. математичного характеру); наявність 1-2 помилок при відповіді на контрольне завдання – 2 бала;
- вирішення розрахункової вправи з двома-трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих помилок при відповіді на контрольне завдання - 1 бал;
- виконання розрахункової вправи менш, ніж на 50 %; наявність принципових помилок при відповіді на контрольне завдання – 0 балів.

4. Модульна контрольна робота

Ваговий бал – **21 бал**. МКР складається із 70 тестових запитань, в яких з чотирьох відповідей необхідно обрати одну правильну відповідь, яка оцінюється в 0,3 бала.

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-й тиждень) студент отримує «атестований», якщо його поточний

рейтинг не менше $0,5 \cdot 10^1 = 5$ балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «атестований», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 22^2 = 11$ балів.

Семестровий контроль: усний екзамен.

На екзамені студенти мають відповісти на питання екзаменаційного білета. Кожен білет містить два теоретичних питання, які оцінюються у **15 балів** кожне, та одна задача, яка оцінюється у **10 балів**. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

- повна відповідь на запитання з елементами оригінального, творчого підходу до пояснення прийнятих рішень, обґрунтування цих рішень на основі демонстрації вмінь залучати фундаментальні знання з хімії - 14-15 (9-10) балів (не менше 90 % потрібної інформації);
- повна і взагалі вірна відповідь на запитання з 1–5 незначними помилками або зауваженнями - 11-13 (7-8) балів (не менше 75 % потрібної інформації);
- взагалі вірна відповідь на запитання з 5–6 незначними помилками та 1–2 зауваженнями принципового характеру, пов'язаного з неповнотою знань з фундаментальних основ - 9-10 (6) балів (не менше 60 % потрібної інформації);
- незадовільна відповідь - 0 балів.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = r_{лр} + r_{ілр} + r_{мкр} + r_{рр} = 15 + 8 + 16 + 21 = 60 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, написання ДКР, виконання МКР та кількість рейтингових балів не менше 30.

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)

- Перелік завдань до ДКР та для підготовки до екзамену наведені у Google Classroom «Гальванічні сплави і функціональні покриття» (платформа Sikorsky-distance).
- Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час екзамену – під час екзамену студенту заборонено використовувати будь-які допоміжні матеріали та літературу. За порушення вимог студенти усуваються від екзамену.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри технології електрохімічних виробництв, к.т.н., доцентом Косогінім Олексієм Володимировичем.

Ухвалено кафедрою технології електрохімічних виробництв (протокол № 13 від 31.05.2021р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 9 від 19.05.2021)

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

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