



# СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ

## Робоча програма освітньої компоненти (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>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Денна / змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ECTS / 150 годин (36 годин лекцій; 36 годин лабораторних робіт)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен усний / МКР, захист лабораторних робіт, ДКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції (2 години) 1 раз на тиждень; лабораторні заняття (4 години) 1 раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>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</i>
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 освітнього компонента, його мета, предмет вивчення та результати навчання

Силабус освітнього компонента «Сучасні технології функціональної обробки поверхні» складено відповідно до освітньо-наукової програми підготовки магістрів «Хімічні технології та інженерія» спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія.

Освітній компонент (ОК) «Сучасні технології функціональної обробки поверхні» є вибірковою ОК із циклу професійної підготовки, що викладаються кафедрою Технології електрохімічних виробництв. Знайомить студентів з одним із напрямків практичного використання електрохімії, який широко використовується в сучасній промисловості (приладобудування, машинобудування, радіоелектроніка, виробництво деталей побуту) та дозволяє забезпечити сталий розвиток промисловості.

**Метою освітнього компонента** є формування у студентів компетентностей:

- (ФК01) Здатність досліджувати, класифікувати і аналізувати показники якості хімічної продукції, технологічних процесів і обладнання хімічних виробництв;
- (ФК02) Здатність організовувати і управляти хіміко-технологічними процесами в умовах промислового виробництва та в науково-дослідних лабораторіях з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів;

- (ФКО6) Здатність ідентифікувати, аналізувати і з науково-обґрунтованою аргументацією планувати стратегію вирішення хіміко-технологічних проблем і задач виробництва неорганічних речовин та захисту металів від корозії.

#### **Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямований ОК:**

- (ПРН02) Здійснювати пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництва хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію;
- (ПРН06) Розробляти та реалізовувати проекти в сфері хімічних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів;
- (ПРН08) Застосовувати передові знання сучасних концепцій, практик та методів для вдосконалення існуючих матеріалів та функціональних покриттів для визначення та прогнозування ключових параметрів і властивостей нових матеріалів та функціональних покриттів, в умовах лабораторії або виробництва;
- (ПРН13) Вирішувати проблеми в області хімічної технології та інженерії як за стандартними підходами, так й власними оригінальними методиками.

**Предмет освітнього компонента:** технології формування електрохімічних та хімічних покриттів; вплив основних технологічних параметрів на якість отриманих покриттів; методи контролю якості покриттів покриттів.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студенту необхідні знання та уміння, набуті під час опанування ОП рівня бакалавр за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.

Освітній компонент «Сучасні технології функціональної обробки поверхні» є одним з заключних ОК циклу професійної підготовки. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення освітнього компонента є необхідними для подальшого вивчення ОК, в рамках яких необхідний вибір та розрахунок обладнання для електрохімічних виробництв – «Науково-дослідна практика», «Виконання магістерської дисертації».

## **3. Зміст освітньої компоненти**

### **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 (вольфрам, 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 література

1. Якименко Г.Я., Артеменко В.М. Технічна електрохімія. Ч.3. Гальванічні виробництва: Підручник / За ред.. Б.І. Байрачного. - Харків: НТУ "ХПІ", 2006. – 272 с.
2. Кунтий О. І. Гальванотехніка: Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2004. - 236 с.
3. Корж В.М., Кузнецов В.Д., Борисов Ю.С., Ющенко К.А. Нанесення покриття: Навчальний посібник. – К.: Арістей, 2005. – 204 с.

##### Додаткова література

4. *Electrodeposition of Composite Materials / Edited by Adel M. A. Mohamed and Teresa D. Golden. - Published by ExLi4EvA, 2016. – 283p.*
5. *Electrodeposition and Surface Finishing: Fundamentals and Applications / Editor Stojan S. Djokic', Elchem Consulting Ltd., Edmonton, AB, Canada. - Springer Science+Business Media New York, 2014. – 576 p.*
6. *Modern Electroplating / edited by Mordechai Schlesinger, Milan Paunovic. - Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2010. - 737 p.*
7. *Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings / Peter M. Martin. - Published by Elsevier Inc., 2010. – 918 p.*
8. *Handbook of deposition technologies for films and coatings / edited by Rointan F. Bunshah. - Published in the United States of America by Noyes Publications, Mill Road, Park Ridge, New Jersey, 1994. – 885 p.*
9. *Review on electroless plating Ni–P coatings for improving surface performance of steel / Hongyan Zhang, Jiaojuan Zou, Naiming Lin and Bin Tang // Surface Review and Letters, Vol. 21, No. 4 (2014) 1430002 (13 pages). DOI: 10.1142/S0218625X14300020*
10. *A Final Report on The Electrodeposition of Rhenium and Its Alloys / Grant No. FA9550-10-1-0520 / Sponsoring Agency - Air Force Office of Scientific Research (AFOSR), 2015. – 52 p.*
11. *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.*
12. *The Effect of Electroless Bath Parameters and Heat Treatment on the Properties of Ni-P and Ni-P-Cu Composite Coatings / Seyyed Hashem Mousavi Anijdan, Masoud Sabzi, Mostafa Roghani Zadeh, Mansour Farzam // Mat. Res. 21 (2) 2018. - DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2017-0973>.*

##### Інформаційні ресурси

13. 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**.

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Проведення лекцій з ОК 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 [13]. 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 (вольфраму, цирконію, ренію, молібдену, титану). 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). 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).
12	<u>Технологія одержання композиційних електрохімічних покриттів (КЕП)</u> 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.
13	<u>Контроль електролітів та покриттів.</u> 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.
14	<u>Методи випробування гальванічних покриттів.</u> 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.

### **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	Перелік лабораторних робіт
1	<b>Лабораторна робота №1. Осадження гальванічних покриттів на легкі метали</b> <u>Мета роботи</u> – ознайомитись з процесами нанесення гальванічних покриттів на алюміній, титан та їх сплави; дослідити вплив методів підготовки металів перед нанесенням гальванічних покриттів, вплив складу електролітів та режиму обробки на якість і структуру гальванічних покриттів та їх адгезію до металу, який покривають.
2	<b>Лабораторна робота №2. Гальванічні покриття у виробництві друкованих плат</b> <u>Мета роботи</u> – ознайомитись з технологічними процесами гальванічного міднення, електролітичного нанесення металорезисту та травлення міді з пробільних місць при виготовленні плат друкованого монтажу.

3	<b>Лабораторна робота №3. Електрохімічне одержання магнітних сплавів</b> <i>Мета роботи – ознайомитись із процесом електроосадження магнітних покриттів із металів та сплавів; дослідити умови сумісного осадження двох металів; дослідити вплив складу електролітів та режиму електролізу на співосадження металів групи заліза; визначити вихід за струмом одержаних сплавів.</i>
4	<b>Лабораторна робота №4. Хімічне осадження металевих покриттів</b> <i>Мета роботи – ознайомитись із процесом нанесення нікелю хімічним способом; дослідити вплив складу електроліту і режиму осадження на якість і структуру покриттів.</i>
5	<b>Лабораторна робота №5. Електрохімічне отримання сплавів на основі міді та олова</b> <i>Мета роботи – ознайомитись із процесом електроосадження металічних сплавів; дослідити умови сумісного осадження двох металів; дослідити вплив складу електролітів та режиму електролізу на якість і структуру гальванічних сплавів; визначити вихід за струмом одержаних сплавів.</i>
6	<b>Лабораторна робота №6. Індивідуальне лабораторне завдання</b> <i>Мета роботи – самостійно скласти схему технологічного процесу для нанесення металевого покриття на реальні об'єкти та відпрацювати технологічні режими функціональної обробки поверхні.</i>

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. Доцільним є проведення спочатку ознайомлювальної частини, де студенти за короткий час встановлюють вплив основних параметрів процесу на якість отриманих покриттів в малогабаритних установках; наступною частиною лабораторного практикуму має бути виконання роботи із нанесення покриттів на реальні об'єкти або опанування роботи на промислових/напівпромислових установках.

#### 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (СРС) 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 СРС	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 освітнього компонента

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила відвідування занять: заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лабораторних заняттях.*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР без поважної причини, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;*
- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

*У звичайному режимі роботи університету лекційні та 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 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. Викладач вправі не допустити до виконання лабораторної роботи (за умови їх проведення в звичайному та змішаному режимах роботи Університету) студента, який запізнився на лабораторне заняття більше ніж на 30 хвилин, тому що затримка призводить до порушення ритмічності виконання робіт та унеможливорює виконання роботи у відведений час.*

*Політика дедлайнів та перескладань:* визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського. Захист протоколів лабораторних робіт, виконання модульної контрольної роботи, яка була пропущена з поважних



причин, що підтверджено документально, приймання домашньої контрольної роботи проводиться виключно впродовж семестру, і припиняється після початку семестрового контролю (екзаменаційної сесії).

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: виконання та захист лабораторних робіт; виконання індивідуального лабораторного завдання або підготовка звіту із промислового використання досліджуваних процесів; виконання модульної контрольної роботи; виконання домашньої контрольної роботи.

### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

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

- виконання та захист 5 лабораторних робіт;
- виконання звіту з індивідуального лабораторного завдання або звіту з дослідження промислового процесу;
- 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 (0,5 бала), виконання роботи (1,5 бала), якість оформленого протоколу та захист роботи (1 бал). 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 - 0,5 бала;
- 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 – 1,5 бала;
- виконання завдання ЛР в повному обсязі при додержанні правил і норм техніки безпеки – 1,0 бал;
- виконання завдань ЛР в повному обсязі при наявності зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок або щодо додержання вимог техніки безпеки – 0,5 бала;
- 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 балів;

##### **Захист лабораторної роботи та якість оформленого протоколу**

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

#### **2. Виконання індивідуального лабораторного завдання або звіту з дослідження промислового процесу**

Ваговий бал – **15 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- завдання виконано на високому рівні; продемонстровано здатність до самостійної роботи; висока якість оформлення звіту (наведено повний опис дослідженої технології; контроль якості покриття; контроль параметрів процесу; опис конструкційних елементів та обладнання) – 14-15 балів;
- завдання виконано на високому рівні, але студент продемонстрував недостатню самостійність; зауваження щодо повноти та якості оформлення звіту – 11-13 балів;
- низький рівень виконання завдання; відсутність самостійності; низька якість оформлення звіту – 9-10 балів.

### **3. Домашня контрольна робота (ДКР)**

Ваговий бал – **16 балів**. Кожне завдання на ДКР складається з 3 питань теоретичного (ваговий бал 4) та 1 питання розрахункового характеру (ваговий бал 4). 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 – 4 бала;
- вирішення розрахункової вправи з незначними, непринциповими помилками (в т.ч. математичного характеру); наявність 1-2 помилок при відповіді на контрольне завдання – 3 бала;
- вирішення розрахункової вправи з двома-трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих помилок при відповіді на контрольне завдання - 2 бала;
- виконання розрахункової вправи менш, ніж на 50 %; наявність принципових помилок при відповіді на контрольне завдання – 0 балів.

### **4. Модульна контрольна робота**

Ваговий бал – **14 балів**. МКР складається із 70 тестових запитань, в яких з чотирьох відповідей необхідно обрати одну правильну відповідь, яка оцінюється в 0,2 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  $0,5 \cdot 8^1 = 4$  бали. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «атестований», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 28^2 = 14$  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);

<sup>1</sup> Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

<sup>2</sup> Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

- 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:

$$RC = r_{лр} + r_{ілр} + r_{пр} + r_{мкр} + r_{дкр} = 15 + 15 + 4 + 12 + 14 = 60 \text{ балів.}$$

**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 освітньої компоненти

- Перелік завдань до ДКР та для підготовки до екзамену наведені у Google Classroom «Гальванічні сплави і функціональні покриття» (платформа Sikorsky-distance) та в системі «Електронний кампус».
- 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 освітнього компонента (силабус):

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

Ухвалено кафедрою технології електрохімічних виробництв (протокол № 17 від 14.06.2024р.)

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