



ТЕХНОЛОГІЯ НАНЕСЕННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ ПОКРИТТІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Освітній ступінь	бакалавр
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Електрохімічні технології неорганічних і органічних матеріалів
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)/змішана
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	6 кредитів (180 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен усний
Розклад занять	Лекції 4 години на тиждень (1 пара); лабораторні заняття 6 годин на тиждень
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент, к.т.н., доцент Мотронюк Тетяна Іванівна, Telegram @t_motroniuk, motroniuk.tetiana@ill.kpi.ua Лабораторні: к.т.н., доцент Мотронюк Тетяна Іванівна, motroniuk.tetiana@ill.kpi.ua , Telegram @t_motroniuk; доцент, к.х.н., доцент Бук Михайло Володимирович
Розміщення курсу	Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Технологія нанесення гальванічних покриттів» належить до циклу професійної підготовки. Вона 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 дисципліни (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 «**Технологія нанесення гальванічних покриттів**» студенту необхідні знання та уміння, що були отримані під час вивчення дисциплін «Загальна та неорганічна хімія», «Фізична хімія», «Теоретична електрохімія», «Матеріалознавство», «Основи кристалографії та електрокристалізації металів», «Основи процесів осадження і розчинення металів» та на дисциплінах загальнонавчальної підготовки бакалаврів.

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

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Підготовка поверхні перед нанесенням гальванічних покриттів.

Тема 1.1. Вступ

Види гальванічних покриттів і їх призначення. Вимоги, які пред'являються до металевих покриттів. Позначення гальванічних покриттів на кресленнях. Схеми технологічних процесів нанесення гальванічних і хімічних покриттів. Фактори, які впливають на якість покриттів і продуктивність процесів електроосадження металів.

Тема 1.2. Механічна підготовка поверхні деталей перед нанесенням гальванічних і хімічних покриттів

Способи механічної обробки поверхні деталей. Шліфування абразивними кругами й стрічками. Шліфування (галтування) у барабанних установках. Шліфування у вібраційних установках. Струменеві-абразивні і гідро-абразивні методи обробки поверхні.

Крацювання поверхні деталей. Полірування кругами й стрічками з полірувальними пастами. Полірування в барабанних і вібраційних установках. Інтенсифікація процесів механічної обробки поверхні деталей.

Тема 1.3. Хімічна підготовка поверхні деталей перед нанесенням гальванічних і хімічних покриттів

Способи знежирення поверхні деталей. Знежирення органічними розчинниками. Хімічне знежирення у лужних розчинах та у розчинах на основі миючих засобів. Емульсійне знежирення. Хімічне травлення чорних та кольорових металів. Сумісне знежирення та травлення металів. Хімічне полірування чорних і кольорових металів. Активація поверхні деталей.

Тема 1.4. Електрохімічна підготовка поверхні деталей перед нанесенням гальванічних і хімічних покриттів

Електрохімічне знежирення в лужних розчинах. Катодне, анодне і комбіноване знежирення. Вплив технологічних параметрів на якість знежирення. Методи визначення повноти знежирення поверхні деталей. Електрохімічне травлення. Електрохімічне полірування чорних і кольорових металів. Промивка деталей. Інтенсифікація процесів хімічної та електрохімічної обробки поверхні деталей.

РОЗДІЛ 2. Технологія нанесення гальванічних покриттів.

Тема 2.1 .Захисні покриття.

Властивості цинкових покриттів і галузі їх застосування. Порівняльна характеристика електролітів цинкування. Прості кислі електроліти: сульфатні, хлоридні, борфторидні. Їх застосування. Аноди, які застосовуються при цинкуванні. Приготування та корегування простих електролітів. Вплив технологічних параметрів на якість покриттів при цинкуванні в простих електролітах.

Комплексні електроліти цинкування: ціанисті, цинкатні, аміакатні, пірофосфатні. Приготування та експлуатація комплексних електролітів цинкування. Вплив технологічних параметрів при цинкуванні в комплексних електролітах. Пасивація, забарвлення та фосфатування цинкових покриттів. Зняття неякісних покриттів. Зневоднення сталевих деталей після нанесення цинкових покриттів.

Властивості та галузі застосування кадмієвих покриттів. Порівняльна характеристика електролітів кадмування. Прості кислі електроліти кадмування: сульфатні та борфторидні. Комплексні електроліти: ціанисті, амонійні, пірофосфатні. Їх приготування та експлуатація. Аноди, які застосовуються при кадмуванні. Вплив технологічних параметрів на якість кадмієвих покриттів. Пасивація та фосфатування кадмієвих покриттів. Зняття неякісних покриттів.

Властивості та галузі застосування олов'яних покриттів. Прості та комплексні електроліти лудіння. Їх приготування та експлуатація. Аноди, які застосовуються при лудінні. Вплив технологічних параметрів на якість олов'яних покриттів. Оплавлення, пасивація та декоративна обробка олов'яних покриттів. Зняття неякісних покриттів.

Властивості та галузі застосування свинцевих покриттів. Фторборатні, кремнійфторидні, фенолсульфонові та плюмбітні електроліти свинцювання. Їх приготування й експлуатація. Аноди, які застосовуються при свинцюванні. Вплив технологічних параметрів на якість свинцевих покриттів. Зняття неякісних покриттів.

Тема 2.2. Захисно-декоративні покриття

Властивості та галузі застосування мідних покриттів. Порівняльна характеристика електролітів міднення. Прості кислі електроліти: сульфатні, фторборатні електроліти міднення. Одержання блискучих мідних покриттів. Швидкісні нітратні електроліти міднення. Приготування електролітів та їх експлуатація .

Комплексні електроліти міднення: ціанисті, пірофосфатні, етилен- діамінові та амонійні електроліти. Їх приготування та експлуатація. Вплив технологічних параметрів на якість мідних покриттів. Аноди, які застосовуються при мідненні. Зняття неякісних покриттів.

Властивості та галузі застосування нікелевих покриттів. Сірчаноокислі електроліти матового нікелювання. Сульфамінові електроліти нікелювання. Електроліти для одержання блискучих нікелевих покриттів. Приготування електролітів та їх експлуатація.

Одержання багатошарових та декоративних нікелевих покриттів: бінікель, трінікель, сілнікель та ін. Чорне нікелювання. Аноди, які застосовуються при нікелюванні. Вплив технологічних параметрів на якість нікелевих покриттів. Зняття неякісних покриттів.

Властивості та галузі застосування залізних покриттів. Хлоридні та сульфатні електроліти залізнення. Їх приготування та експлуатація. Аноди, які застосовуються при залізненні. Вплив технологічних параметрів на якість залізних покриттів. Зняття неякісних покриттів.

Технологія нанесення кобальтових покриттів. Властивості та галузі застосування кобальтових покриттів. Хлоридні, сульфатні та фторборатні електроліти кобальтування, їх приготування та експлуатація. Технологічні режими процесу кобальтування та їх вплив на якість покриттів.

Типи хромових покриттів. Властивості та галузі застосування хромових покриттів. Електроліти хромування: сульфатні, кремнійфторидні, тетрахромовий. Саморегулюючі електроліти хромування. Приготування електролітів та їх експлуатація. Аноди, які застосовуються при хромуванні.

Технологічні особливості процесу хромування. Методи підвищення рівномірності покриттів. Вплив технологічних параметрів на процес хромування і якість хромових покриттів. Додаткова обробка хромових покриттів, поруває хромування. Додаткова обробка деталей після хромування. Зняття неякісних покриттів.

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.-391с.
6. Справочник гальваника / Б.И. Байрачный, В.В. Орехова, Э.П. Харченко и др. - Харьков:Прапор,1988.-180с.
7. Якименко Г.Я., Артеменко В.М. Технічна електрохімія. Ч.3. Гальванічні виробництва: Підручник /За ред. Б.І. Байрачного.- Харків: НТУ "ХПІ", 2006.- 272с.
8. Практикум по прикладной электрохимии / Н.Г. Бахчисарайцян, Ю.В. Борисоглебский, Г.К. Буркат и др. Под ред. В.Н. Варыпаева, В.Н. Кудрявцева.-3-е изд.-Л:Химия,1990,-304с.
9. Гальванические покрытия. Методические указания к лабораторным занятиям по прикладной электрохимии / Сост. В.Ф. Панасенко, Ю.Ф. Фатеев, Л.А. Яцюк, Т.И. Мотронюк.-К:КПИ,1990,-56с.
10. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт кредитного модуля "Захисні і декоративно-захисні покриття" для студентів спеціальності 7.05130103

"Технічна електрохімія" усіх форм навчання, Укладачі: Панасенко В.Ф., Яцюк Л.А., Мотронюк Т.І., Косогін О.В., Бик М.В., Фатєєв Ю.Ф. Київ, НТУУ "КПІ", 2011. 60с.

Додаткова:

11. Прикладная электрохимия / Под ред. А.Л. Ротиняна. – Л.: Химия, 1974. – 536 с.
12. Прикладная электрохимия / Под ред. Н.Т. Кудрявцева. – М.: Химия, 1975.-551 с.
13. Беленький М.А., Иванов А.Ф. Электроосаждение металлических покрытий. – М.:Металлургия, 1985. – 288 с.
14. Лабораторный практикум по технологии электрохимических покрытий / Т.Е.Цупак, В.Т.Новиков, Г.Н.Начинов и др. – М.: Химия, 1980. – 160 с.
15. Флеров В.Н. Сборник задач по прикладной электрохимии. – М.: Высшая школа, 1987. – С.144-230.
16. Вишомирский Р.М. Кинетика осаждения металлов из комплексных электролитов.- М.: Наука, 1969. – 244 с.
17. Кудрявцев Н.Т. Электрохимические покрытия металлами.- М.: Химия, 1979.– 352 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 njmocyе.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Проведення лекцій з дисципліни «**Технологія нанесення гальванічних покриттів**» 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 []. 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>Вступ</u> Види гальванічних покриттів і їх призначення. Вимоги, які ставлять до металевих покриттів. Контактна взаємодія покриттів з іншими металами та сплавами. Схеми технологічних процесів нанесення гальванічних і хімічних покриттів. Фактори, які впливають на якість покриттів і продуктивність процесів електроосадження металів. Вибір виду та товщини покриття.
2	<u>Механічна підготовка поверхні деталей перед нанесенням гальванічних і хімічних покриттів</u> Вимоги, які ставлять до поверхні деталей перед нанесенням покриттів. Способи механічної обробки поверхні деталей. Шліфування абразивними кругами й стрічками. Шліфування (галтовка) у барабанних установках. Шліфування у вібраційних установках. Струмін'абразивні і гідроабразивні методи обробки поверхні.
3	<u>Полірування поверхні деталей.</u>

	<i>Полірування кругами й стрічками з полірувальними пастами. Полірування в барабанних і вібраційних установках. Інтенсифікація процесів механічної обробки поверхні деталей. Крацювання поверхні деталей.</i>
4	<u>Хімічна підготовка поверхні деталей перед нанесенням гальванічних і хімічних покриттів</u> Способи знежирення поверхні деталей. Знежирення органічними розчинниками. Хімічне знежирення у лужних розчинах та у розчинах на основі миючих засобів. Хімічне травлення чорних та кольорових металів. Хімічне полірування чорних і кольорових металів. Активація поверхні деталей.
5	<u>Електрохімічна підготовка поверхні деталей перед нанесенням гальванічних і хімічних покриттів</u> Електрохімічне знежирення поверхні деталей в лужних розчинах. Катодне, анодне і комбіноване знежирення. Вплив технологічних параметрів на якість знежирення. Методи визначення повноти знежирення поверхні деталей. Електрохімічне травлення. Електрохімічне полірування чорних і кольорових металів. Промивка деталей. Інтенсифікація процесів хімічної та електрохімічної обробки поверхні деталей.
6	<u>Технологія нанесення цинкових покриттів</u> Властивості цинкових покриттів і галузі їх застосування. Порівняльна характеристика електролітів цинкування. Прості кислі електроліти: сульфатні, хлоридні, борфторидні. Їх застосування. Аноди, які застосовуються при цинкуванні. Приготування та корегування сульфатних електролітів. Вплив технологічних параметрів на якість покриттів при цинкуванні в простих електролітах.
7	<u>Комплексні електроліти цинкування.</u> Ціанисті, цинкатні, аміакатні, пірофосфатні електроліти цинкування. Вплив технологічних параметрів при цинкуванні в комплексних електролітах. Пасивація, забарвлення та фосфатування цинкових покриттів. Зняття неякісних покриттів. Зневоднення сталевих деталей після нанесення цинкових покриттів.
8	<u>Технологія нанесення кадмієвих покриттів</u> Властивості та галузі застосування кадмієвих покриттів. Порівняльна характеристика електролітів кадмування. Прості кислі електроліти кадмування: сульфатні та борфторидні. Комплексні електроліти: ціанисті, амонійні, пірофосфатні. Аноди, які застосовуються при кадмуванні. Вплив технологічних параметрів на якість кадмієвих покриттів. Пасивація та фосфатування кадмієвих покриттів. Зняття неякісних покриттів.
9	<u>Технологія нанесення олов'яних покриттів</u> Властивості та галузі застосування олов'яних покриттів. Прості та комплексні електроліти для нанесення олова на сталеві деталі. Аноди, які застосовуються при олов'януванні. Вплив технологічних параметрів на якість олов'яних покриттів. Оплавлення, пасивація та декоративна обробка олов'яних покриттів. Зняття неякісних покриттів.
10	<u>Технологія нанесення свинцевих покриттів</u> Властивості та галузі застосування свинцевих покриттів. Фторборатні, кремнійфторидні, фенолсульфонові та плюмбітні електроліти свинцювання. Аноди, які застосовуються при свинцюванні. Вплив технологічних параметрів на якість свинцевих покриттів. Зняття неякісних покриттів.
11	<u>Технологія нанесення мідних покриттів</u>

	<i>Властивості та галузі застосування мідних покриттів. Порівняльна характеристика електролітів міднення. Прості кислі електроліти: сульфатні, фторборатні електроліти міднення. Одержання блискучих мідних покриттів. Швидкісні нітратні електроліти міднення.</i>
12	<i><u>Комплексні електроліти міднення</u> Ціанисті, пірофосфатні, етилендіамінові та амонійні електроліти. Їх приготування та експлуатація. Вплив технологічних параметрів на якість мідних покриттів. Аноди, які застосовуються при мідненні. Зняття неякісних покриттів.</i>
13	<i><u>Технологія нанесення нікелевих покриттів</u> Властивості та галузі застосування нікелевих покриттів. Сірчаноокислі електроліти матового нікелювання. Сульфамінові електроліти нікелювання. Електроліти для одержання блискучих нікелевих покриттів. Особливості катодного і анодного процесів при осадженні нікелю шляхом електролізу. Приготування електролітів та їх експлуатація.</i>
14	<i><u>Одержання багатошарових та декоративних нікелевих покриттів.</u> Характеристика та технології одержання покриттів: бі-нікель; три-нікель та сил-нікель. Вплив технологічних параметрів на якість нікелевих покриттів. Зняття неякісних нікелевих покриттів. Неполадки при нікелюванні та способи їх усунення.</i>
15	<i><u>Технологія нанесення залізних покриттів</u> Властивості та галузі застосування залізних покриттів. Особливості процесів електроосадження заліза. Хлоридні та сульфатні електроліти залізнення. Їх приготування та експлуатація. Аноди, які застосовуються при залізненні. Вплив технологічних параметрів на якість залізних покриттів. Зняття неякісних покриттів.</i>
16	<i><u>Технологія нанесення кобальтових покриттів .</u> Властивості та галузі застосування кобальтових покриттів. Хлоридні, сульфатні та фторборатні електроліти кобальтування. Їх приготування та експлуатація. Аноди для кобальтування. Технологічні режими процесу кобальтування та їх вплив на якість покриттів.</i>
17	<i><u>Технологія нанесення хромових покриттів</u> Типи хромових покриттів. Властивості та галузі застосування хромових покриттів. Електроліти хромування: сульфатні, кремнійфторидні, тетрахроматний. Приготування електролітів та їх експлуатація. Аноди, які застосовуються при хромуванні.</i>
18	<i><u>Технологічні особливості процесу хромування.</u> Особливості процесу електроосадження хрому. Методи підвищення рівномірності покриттів. Вплив технологічних параметрів на процес хромування і якість хромових покриттів. Додаткова обробка хромових покриттів, поруває хромування. Неполадки при хромуванні та способи їх усунення. Зняття неякісних покриттів.</i>

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	Технологія нанесення цинкових покриттів	7

2	Технологія нанесення олов'яних покриттів. Одержання покриттів типу "кристаліт"	7
3	Технологія нанесення мідних покриттів	8
4	Технологія нанесення захисно-декоративного нікелевого покриття	12
5	Технологія нанесення хромового покриття на сталеві та мідні деталі	12
6	Технологія нанесення кадмієвих покриттів	7

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (CPC) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт; підготовка до виконання індивідуального завдання; підготовка до екзамену. 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	1,5 години на тиждень
Підготовка до лабораторних занять	1 година на тиждень
Підготовка до екзамену	30 годин
Виконання завдань CPC (лекційні)	0,8 години на тиждень

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекційні, 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. 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 (РСО)

Поточний контроль: виконання та захист лабораторних робіт; відповіді на лекційних заняттях (при дистанційному навчанні виконання 5-х експрес контрольних робіт), виконання індивідуальних завдань.

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:

- виконання та захист 6 лабораторних робіт;
- виконання 5-х експрес контрольних (відповідей на лекційних заняттях);
- виконання індивідуального завдання.

Критерії нарахування балів:

1. Виконання лабораторних робіт

Ваговий бал – 4 бали. Всього балів 6 лаб x 4 бали = 24 бали. Бали за лабораторну роботу розраховуються як сума балів за виконання окремих етапів роботи – допуск (1 бал), виконання роботи (2 бали), 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 - 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 – 2 бали;
- 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 бали;
- 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 вмінь 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 бали (не менше 60 % потрібної інформації);
- значні зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі - 0 балів.

2. Індивідуальне завдання

Ваговий бал – 4 бали. Максимальна кількість балів складає 4 бали x 5 завдань = 20 .
Оцінювання завдання 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) – 4 бали;
- загалом вірна відповідь, наявність 1-2 помилок при відповіді на завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 3 бали;
- наявність суттєвих помилок при відповіді на завдання (не менше 60% потрібної інформації) – 1 бал;
- наявність принципових помилок при відповіді на завдання (не менше 40% потрібної інформації) – 0-2 бали;
- наявність принципових помилок при відповіді на завдання (менше 40% потрібної інформації, неохайне оформлення роботи) – 0 балів.

Один бал заохочувальний.

3. Виконання експрес контрольної роботи (опитування на лекційних заняттях)

Ваговий бал – 3 бали. Максимальна кількість балів за 5 ЕКР дорівнює: 5 робіт x 3 бали = 15 балів. 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;
- неповна відповідь або відповідь з велими принциповими помилками, або неспроможність студента сформулювати вірну відповідь навіть при наявній допомозі лектора чи іншого студента – 1 бал;
- невірна відповідь; повне копіювання чужих відповідей або конспекту лекцій - 0 балів;
- (штрафний): відмова від відповіді на запитання – (- 1 бал).

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.

Для отримання допуску до екзамена студент повинен мати не менше ніж 36 балів.

Семестровий контроль: усний екзамен.

На екзамені студенти мають відповісти на питання екзаменаційного білета. Кожен білет містить два теоретичних питання, які оцінюються у **13 балів** кожне, та одне практичне, яке оцінюється у **14 балів**. Кожне запитання 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 - 13-10 (14-11) балів (не менше 90 % потрібної інформації);
- повна і взагалі вірна відповідь на запитання з 1–5 незначними помилками або зауваженнями - 9-6 (10-6) 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 - 5-2 (5-2) балів (не менше 60 % потрібної інформації);
- незадовільна відповідь – 1-0 балів.

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

$$RC = 15 + 24 + 21 = 60 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, виконання РГР, МКР та відповіді на лекційних заняттях; кількість рейтингових балів не менше 36.

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 РГР та для підготовки до екзамену наведені у Google Classroom «**Основи процесів осадження і розчинення металів**» (платформа Sikorsky-distance).
- 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 екзамену.

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 30 червня 2021 року)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № __ від _____)