



НОВІ ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОМИСЛОВОСТІ, ОХОРОНІ ДОВКІЛЛЯ ТА ЕНЕРГЕТИЦІ

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>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Лекції 2 години на тиждень (1 пара); лабораторні заняття 2 години на тиждень (1 пара)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Букет Олександр Іванович, <i>buket.oleksandr@ill.kpi.ua, Telegram @Aleksandr1268</i> Лабораторні: к.т.н., доцент Букет Олександр Іванович, <i>buket.oleksandr@ill.kpi.ua, Telegram @Aleksandr1268</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 навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Кредитний модуль «Нові електрохімічні системи і технології в промисловості, охороні довкілля та енергетиці» дисципліни «Нові електрохімічні системи і технології в промисловості, охороні довкілля та енергетиці» належить до нормативних дисциплін циклу природничо-наукової, професійної та практичної підготовки і являє собою систему теоретичних положень, що нададуть майбутньому науковцю широти кругозору, необхідного для кваліфікованого й осмисленого вибору майбутнього напрямку професійної діяльності та ефективної подальшої роботи за вибраним напрямом. Даний кредитний модуль дає можливість оцінити перспективність конкретного заданого комплексу робіт пов'язаних з прикладною електрохімією в найбільш важливих галузях сучасної науки та промисловості.

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- знання та розуміння предметної області і професійної діяльності (ЗКЗ);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК12)

- здатність використовувати знання та розуміння загальної хімічної технології, процесів і апаратів хімічних виробництв для аналізу, оцінювання і проектування технологічних процесів і устаткування (ФК4);
- навички безпечного поводження з хімічними матеріалами, з урахуванням їх фізичних та хімічних властивостей, у тому числі, небезпек, пов'язаних з їх використанням (ФК10).

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

знання :

- основ нанотехнологій;
- принципів моніторингу стану оточуючого середовища;
- методик оцінки впливу хімічних технологій на стан природного середовища й охорону живої природи;
- методів планування природоохоронної діяльності на виробництві;
- методик реалізації природоохоронних заходів;
- технічної електрохімії, необхідні для освоєння загальнопрофесійних дисциплін;
- ролі електрохімії в енергетиці.

уміння:

- вибирати методи моніторингу стану оточуючого середовища;
- оцінювати доцільність наноструктурування в електрохімічних технологіях;
- оцінювати екологічну безпечність електрохімічних виробництв;
- оцінювати вплив електрохімічних виробництв на природні середовища;
- планувати природоохоронну діяльність на виробництві;
- реалізовувати природоохоронні заходи на виробництві;
- оцінювати доцільність застосування технічної електрохімії в енергетиці;
- вибирати перспективні напрями дослідження.

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

Кредитний модуль базується на знаннях, одержаних при вивченні всіх дисциплін, що відносяться до природничих чи технічних наук, у т.ч. «Загальна та неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Фізична хімія», «Аналітична хімія», «Загальна хімічна технологія», «Теоретична електрохімія», «Технічна електрохімія» та «Корозія та захист металів від корозії».

Дисципліна є одною з заключних дисциплін циклу професійної підготовки. Дисципліни, які базуються на результатах навчання: «Науково-дослідна практика», «Робота над магістерською дисертацією».

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Теорія корозійних процесів та методи захисту металів від корозійного руйнування

Тема 1.1. Інгібітори корозії

Сучасний етап і перспективні напрямки розвитку інгібіторного захисту металів від корозії. Адсорбційний інгібітори та інгібітори - пасиватори. Методи прогнозування процесів адсорбції інгібіторів корозії на металах. Роль и в і Дш – ефектів у механізмі захисної дії органічних інгібіторів корозії. Вплив природи металу та природи агресивного середовища на ефективність дії інгібіторів. Комбіновані інгібітори корозії. Ефекти синергізму при їх використанні Техніко-економічне порівняння інгібіторів корозії та способів інгібіторного захисту металів. Хімічна та мікробіоіндукована корозія (MIK) металів у водних розчинах

електролітів. Характерні особливості хімічної корозії у водних розчинах електролітів. Квазітермодинамічний критерій хімічної корозії металів. Аномальні процеси корозії. Роль біологічного та електрохімічного факторів в аеробній та анаеробній МІС сталей.

Тема 1.2. Захисні дифузійні покриття

Сучасний стан і перспективні напрямки розвитку технології одержання дифузійних покриттів на базі карбідів та боридів металів. Однокомпонентні та багатокомпонентні дифузійні покриття. Механізм корозійного руйнування дифузійних покриттів у водних агресивних середовищах. Антикорозійні та електрохімічні властивості дифузійних покриттів.

Тема 1.3. Іонізація металів при катодній поляризації

Аномальне катодне розчинення металів при катодній поляризації. Електрохімічні методи захисту від корозії підземних металічних конструкцій та устаткування, що працює у морській воді. Електричні схеми. Сучасні анодні матеріали.

Тема 1.4. Прилади для визначення швидкості корозії

Поняття про поляризаційний опір. Теоретичні передумови, які використовують при розробці електричних схем корозіметрів. Типи приладів для оцінки швидкості корозії згідно методу поляризаційного опору, що розроблені на кафедрі ТЕХВ НТУУ „КПІ”. Типи електродів – датчиків і принципи конструювання електрохімічної комірки для вимірювання швидкості корозії. Використання корозіметрів в умовах катодного захисту підземних споруд. Створення комп'ютерної системи для безперервного моніторингу на великому підприємстві. Сучасні прилади, які суміщують функції вимірювача швидкості корозії та пристрою для катодного захисту металів при використанні схем із зворотнім зв'язком.

РОЗДІЛ 2. Анодне розчинення та катодне осадження металів

Тема 2.1. Анодна та хімічна пасивація металів

Електрохімічне формування оксидних плівок на поверхні алюмінієвої фольги. Природа анодних і хімічних процесів. Критерії вибору складу електролітів. Послідовність операцій при обробці алюмінієвої фольги. Фізичні і електрохімічні властивості оксидних плівок (напруга пробою, густина струму у зворотному напрямку, діелектрична проникність та питомий ефективний опір), їх залежність від складу електроліту й режимів електролізу.

Тема 2.2. Пасивація металів в технічній електрохімії

Визначення терміну "пасивація металів" в електрохімії. Електрохімічна та хімічна пасивація металів. Сольова пасивація. Пасивація поверхні катода в процесах електрокристалізації металів. Утворення оксидних сполук в процесах анодного окислення металів. Характерні параметри пасиваційних процесів. Склад

пасивуючих шарів та їх захисні властивості. Особливості пасивації сплавів.

Тема 2.3. Сучасні технології нанесення функціональних покриттів в радіоелектроніці та електротехніці

Склад електролітів та технологічні умови електрохімічної обробки поверхні електричних контактів з метою підвищення якості лудіння та монтажу елементів електротехніки та електроніки.

Тема 2.4. Прогресивні імпульсні та зміннострумові режими електролізу

Прогресивні імпульсні та зміннострумові режими електролізу. Використання таких режимів в гальванотехніці. Переваги нестаціонарних методів електролізу. Форма, амплітуда і тривалість імпульсів. Співвідношення між тривалістю періодів катодної і анодної поляризації при осадженні металів. Вплив умов поляризації на якість електролітичних осадів і на вихід за струмом.

Тема 2.5. Електрохімічне вилучення кольорових та цінних металів

Сучасні методи, технології та технологічне обладнання. Вилучення міді у виробництві друкованих плат. Використання полімерних матеріалів для вилучення кольорових металів. Принципи конструювання електролізерів.

Тема 2.6. Сучасні уявлення про процеси анодування металів

Пасивація як спосіб захисту металів від корозії. Пасивуюча дія неорганічних та органічних сполук. Катодні та анодні пасивуючі інгібітори. Пасивування анодів в гальванотехніці. Нерозчинні аноди в технічній електрохімії. Пасивація металів в процесах контактного обміну. Пригнічення контактного обміну методом анодного захисту. Попередня пасивація металів перед нанесенням гальванічних покриттів. Електроосадження металів на пасивну поверхню. Видалення металевих покриттів без розтравлювання поверхні металу-основи.

РОЗДІЛ 3. Електрохімічні прилади спеціального призначення

Тема 3.1. Прилади на основі електрохімічних сенсорів

Іонселективні електроди. Області використання іонселективних електродів. Основи теорії мембранних процесів. Електроди з рідинною та плівковою мембранами. Електроди на основі рідинних катіонітів і аніонітів. Електроди з твердими мембранами. Газові та ферментні електроди. Використання іонселективних електродів для визначення вмісту іонів ціану, фтору, хлору та інших окислювачів, сполук азоту та сірки у воді. Визначення важких металів.

Тема 3.2. Сучасний стан розвитку сенсорних технологій
Електрохімічні газові сенсори. Принципи дії напівпровідникових газових сенсорів. Електрохімічні

сенсори потенціометричного і амперометричного типів - будова і принцип дії. Використання амперометричних сенсорів для моніторингу повітряного середовища.

Тема 3.3. Проблемні питання вибору матеріалів, для сенсорів

Електроди з платинових металів та титану. Електрохімічна поведінка та стабільність таких електродів. Оксиди металів у якості допоміжних електродів. Конструкційні матеріали для виготовлення сенсорів.

Тема 3.4. Новітні технології виготовлення друкованих плат

Типи сучасних друкованих плат. Матеріали, що використовуються при виготовленні друкованих плат. Електрохімічні процеси, що використовуються у даній технології. Нанесення гальванічних покриттів (мідь, сплав олово-свинець, сплав олово-вісмут).

РОЗДІЛ 4. Електрохімічна енергетика

Тема 4.1. Сучасні хімічні джерела струму

Хімічні джерела струму нового покоління. Їх енергетичні характеристики та технологія виготовлення. Нові напрямки у галузі розробки хімічних джерел струму (літій-іонні акумулятори та суперконденсатори).

Тема 4.2. Останні досягнення у галузі розробки хімічних джерел струму

Високотемпературні хімічні джерела струму з розплавленими та твердими електролітами. Техніко-економічні вимоги, яким повинні задовольняти джерела живлення електромобіля. Натрій-сірчаний акумулятор та перспективи його використання. Концепція водневої енергетики.

Тема 4.3 Хімічні джерела струму в енергетичних комплексах

Джерела живлення, накопичення та зберігання електричної енергії, яку одержують від відновлювальних джерел (сонячної енергії, енергії вітру). Цинк ферро/ферроціанідний редокс-акумулятор як накопичувач енергії, яку одержують від вітроелектричного генератора.

4. Навчальні матеріали та ресурси

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

Базова:

1. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. - Київ: Либідь, 1993. - 583 с.
2. Кублановский В.С., Заблудовский В.А., Костин В.Н. Импульсный электролиз. - К.: Наукова думка. - 1994. - 225 с.
3. Коррозия. Справочное издание. Под ред. Шрайера Л. Л. Пер. с англ. - М.: Металлургия. -1981 .- 630 с.

4. Улиг Г.Г., Реві Р.У. Коррозія і боротьба з нею. Введення в корозійну науку і техніку. Пер. з англ. Під ред. А.М.Сухотина - Л.: Хімія.- 1989.-С. 707.
5. Чвирук В.П., Поляков С.Г., Герасименко Ю.С. Електрохімічний моніторинг техногенних середовищ. - Київ: 2007. – Академперіодика. - 320 с.

Додаткова

6. Лоскутов В.Ф., Хижняк В. Г., Куницький Ю.А., Кендрачук Я.В. Диффузійні карбідні покриття. -К.: Техніка. -1991. -168 с.
7. Кедринський І. А., Яковлев В. Г. Li-іонні акумулятори (Научно-популярне видання).- Красноярськ: Платина, 2002 - 268 с.
8. Кошель М.Д. Теоретичні основи електрохімічної енергетики. -Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002.- 430 с.
9. Антропов Л.И., Макушин Е.М., Панасенко В.Ф. Ингибиторы коррозии металлов. -К.: Техніка.- 1981.-182 с.
10. Байрачний Б.И., Андрющенко Ф.Н. Электрохимия вентиляльных металлов. - Харьков: Вища школа, изд-во при Харьковском университете, 1985. - 144с.
11. Кеше Г. Коррозия металлов. Физико-химические принципы и актуальные проблемы. Пер. с нем. М.: Металлургия.-1984. - С. 177-225.
12. Электрохимические методы в контроле окружающей среды /Р. Кальвода, Я. Зыка, К. Штулдик. Пер. с англ. п/р Е.Я. Неймана.- М.: Химия.-1990.-240 с.
13. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику. - М.: Высшая школа - 1985. - 400 с.
14. Ткаченко Д.А., Резцов В.Ф., Кошель Н.Д. Перспективы развития химических источников тока для энергетических систем на возобновляемых источниках. - Препринт №816. Институт электродинамики НАНУ. - Киев, 1998- с. 1-22.
15. Дудник А.Н., Корчевой Ю.П. и др. Развитие энергетических технологий с использованием электрохимических генераторов на топливных элементах. - Препринт №95- Институт проблем энергетики НАНУ. - Киев, 1997. с. 1-36.
16. Вольфович Ю.М., Сердюк Т.И. Электрохимические конденсаторы (обзор) //Электрохимия.-2002.- Т.38, №9.- С. 1043-1068.
17. Скундин А.М.. Литий-ионные аккумуляторы (обзор) //Электрохимическая энергетика. - 2001. –Т.1, №1-2. - С.5-25.

Інформаційні ресурси

18. 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 **vgtxgzl**.

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 [15]. 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 (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1 ^{*)}	<u>Лекція 1. Інгібітори корозії.</u> Сучасний етап і перспективні напрямки розвитку інгібіторного захисту металів від корозії. Адсорбційні інгібітори та інгібітори - пасиватори. Методи прогнозування процесів адсорбції інгібіторів корозії на металах. Роль u і $i_{\text{Дш}}$ – ефектів у механізмі захисної дії органічних інгібіторів корозії. Вплив природи металу та природи агресивного середовища на ефективність дії інгібіторів. Комбіновані інгібітори корозії. Ефекти синергізму при їх використанні. Техніко-економічне порівняння інгібіторів корозії та способів інгібіторного захисту металів. Хімічна та мікробіоіндукована корозія (МІК) металів у водних розчинах електролітів. Характерні особливості хімічної корозії у водних розчинах електролітів. Кваситермодинамічний критерій хімічної корозії металів. Аномальні процеси корозії. Роль біологічного та електрохімічного факторів в аеробній та анаеробній МІС сталей.
2 ^{*)}	<u>Лекція 2. Захисні дифузійні покриття.</u> Сучасний стан і перспективні напрямки розвитку технології одержання дифузійних покриттів на базі карбідів та боридів металів. Однокомпонентні та багатокомпонентні дифузійні покриття. Механізм корозійного руйнування дифузійних покриттів у водних агресивних середовищах. Антикоровісні та електрохімічні властивості дифузійних покриттів.
3 ^{*)}	<u>Лекція 3. Іонізація металів при катодній поляризації.</u> Аномальне катодне розчинення металів при катодній поляризації. Електрохімічні методи захисту від корозії підземних металічних конструкцій та устаткування, що працює у морській воді. Електричні схеми. Сучасні анодні матеріали.
4	<u>Лекція 4. Прилади для визначення швидкості корозії.</u> Поняття про поляризаційний опір. Теоретичні передумови, які використовують при розробці електричних схем корозіметрів. Типи приладів для оцінки швидкості корозії згідно методу поляризаційного опору, що розроблені на кафедрі ТЕХВ НТУУ „КПІ”. Типи електродів – датчиків і принципи конструювання електрохімічної комірки для вимірювання швидкості корозії. Використання корозіметрів в умовах катодного захисту підземних споруд. Створення комп’ютерної системи для безперервного моніторингу на великому підприємстві. Сучасні прилади, які суміщають функції вимірювача швидкості корозії та пристрою для катодного захисту металів при використанні схем із зворотнім зв’язком.
5	<u>Лекція 5. Анодна та хімічна пасивація металів.</u> Електрохімічне формування оксидних плівок на поверхні алюмінієвої фольги. Природа анодних і хімічних процесів. Критерії вибору складу електролітів. Послідовність операцій при обробці алюмінієвої фольги. Фізичні і електрохімічні властивості оксидних плівок (напруга пробою, густина струму у зворотному напрямку, діелектрична проникність та питомий ефективний опір), їх залежність від складу електроліту й режимів електролізу.
6	<u>Лекція 6. Сучасні технології нанесення функціональних покриттів в радіоелектроніці.</u> Склад електролітів та технологічні умови електрохімічної обробки поверхні електричних контактів з метою підвищення якості лудіння та монтажу елементів електротехніки та електроніки.
7	<u>Лекція 7. Прогресивні імпульсні та зміннострумові режими електролізу.</u> Прогресивні імпульсні та зміннострумові режими електролізу. Використання таких режимів в гальванотехніці. Переваги нестационарних методів електролізу. Форма, амплітуда і тривалість імпульсів. Співвідношення між тривалістю періодів катодної і анодної поляризації при осадженні металів. Вплив умов поляризації на якість електролітичних осадів і на вихід за струмом.

8	<u>Лекція 8. Теоретичні основи процесів пасивації металів.</u> Визначення терміну "пасивація металів" в електрохімії. Електрохімічна та хімічна пасивація металів. Сольова пасивація. Пасивація поверхні катода в процесах електрокристалізації металів. Утворення оксидних сполук в процесах анодного окислення металів. Характерні параметри пасиваційних процесів. Склад пасивуючих шарів та їх захисні властивості. Особливості пасивації сплавів.
9	<u>Лекція 9. Пасивація металів у технічній електрохімії.</u> Пасивація як спосіб захисту металів від корозії. Пасивуюча дія неорганічних та органічних сполук. Катодні та анодні пасивуючі інгібітори. Пасивування анодів в гальванотехніці. Нерозчинні аноди в технічній електрохімії. Пасивація металів в процесах контактного обміну. Пригнічення контактного обміну методом анодного захисту. Попередня пасивація металів перед нанесенням гальванічних покриттів. Електроосадження металів на пасивну поверхню. Видалення металевих покриттів без розтравлювання поверхні металу-основи.
10	<u>Лекція 10. Теорія та технологічні режими процесів вилучення кольорових та цінних металів з відпрацьованих розчинів.</u> Сучасні методи, технології та технологічне обладнання. Вилучення міді у виробництві друкованих плат. Використання полімерних матеріалів для вилучення кольорових металів. Принципи конструювання електролізерів.
11	<u>Лекція 11. Використання електрохімії при вирішенні питань охорони навколишнього середовища.</u> Очистка стічних вод електрохімічними методами. Теорія та технологічні режими процесів вилучення кольорових та цінних металів з відпрацьованих розчинів.
12	<u>Лекція 12. Прилади на основі електрохімічних сенсорів для визначення шкідливих домішок.</u> Іонселективні електроди. Області використання іонселективних електродів. Основи теорії мембранних процесів. Електроди з рідинною та плівковою мембранами. Електроди на основі рідинних катіонітів і аніонітів. Електроди з твердими мембранами. Газові та ферментні електроди. Використання іонселективних електродів для визначення вмісту іонів ціану, фтору, хлору та інших окислювачів, сполук азоту та сірки у воді. Визначення важких металів.
13	<u>Лекція 13. Сучасний стан і перспективи розвитку сенсорних технологій для моніторингу повітряного середовища.</u> Електрохімічні газові сенсори. Принципи дії напівпровідникових газових сенсорів. Електрохімічні сенсори потенціометричного і амперометричного типів - будова і принцип дії. Використання амперометричних сенсорів для моніторингу повітряного середовища.
14	<u>Лекція 14. Проблемні питання вибору матеріалів для робочих та допоміжних електродів газових сенсорів.</u> Електроди з платинових металів та титану. Електрохімічна поведінка та стабільність таких електродів. Оксиди металів у якості допоміжних електродів. Конструкційні матеріали для виготовлення сенсорів.
15	<u>Лекція 15. Новітні технології виготовлення гнучких друкованих плат та основні напрямки їх удосконалення.</u> Типи сучасних друкованих плат. Матеріали, що використовуються при виготовленні друкованих плат. Електрохімічні процеси,

	<i>що використовуються у даній технології. Нанесення гальванічних покриттів (мідь, сплав олово-свинець, сплав олово-вісмут).</i>
--	--

16	<u>Лекція 16. Сучасні хімічні джерела струму. Хімічні джерела струму нового покоління.</u> Їх енергетичні характеристики та технологія виготовлення. Нові напрямки у галузі розробки хімічних джерел струму (літій-іонні акумулятори та суперконденсатори).
17	<u>Лекція 17. Останні досягнення у галузі розробки хімічних джерел струму.</u> Високотемпературні хімічні джерела струму з розплавленими та твердими електролітами. Техніко-економічні вимоги, яким повинні задовольняти джерела живлення електромобіля. Натрій-сірчаний акумулятор та перспективи його використання. Концепція водневої енергетики.
18	<u>Лекція 18. Хімічні джерела струму в енергетичних комплексах.</u> Джерела живлення, накопичення та зберігання електричної енергії, яку одержують від відновлювальних джерел (сонячної енергії, енергії вітру). Цинк ферро/ферроціанідний редокс-акумулятор як накопичувач енергії, яку одержують від вітроелектричного генератора.

^{*)} – індивідуальні заняття.

Практичні заняття

Навчальним планом не передбачені.

Лабораторні роботи

Основне завдання лабораторних занять – відпрацювання методики розробки та виконання лабораторних робіт за темою магістерської дисертації. Роботи проводяться у рамках і за темою магістерської дисертаційної роботи кожного магістранта. Результати роботи, способи їх обробки та оформлення обговорюються з лекторам на щотижневих консультаціях. Кінцевий результат – протокол лабораторної роботи за темою близькою до теми магістерської дисертації, який є придатним для створення на його основі нової лабораторної роботи.

Індивідуальні заняття з лабораторного практикуму проводяться на початку семестру на другому, четвертому і шостому тижнях.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Вступне заняття. Техніка безпеки. Постановка задачі на проведення досліджень у рамках тематики магістерської дисертації.	4
2	Методичне заняття. Правила та підходи до розробки методики лабораторних робіт.	4
3	Завершальне заняття. Правила оформлення кваліфікаційних робіт, у т.ч. лабораторних робіт. Правила та підходи щодо підготовки та оформлення методичних вказівок до лабораторного практикуму.	4

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (СПС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, самостійне пророблення матеріалу відповідно до тематики лекцій №4-18 згідно п. 5, виконання самостійної лабораторної роботи та підготовка її протоколу. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять та самостійне пророблення лекційного матеріалу.	2 години на тиждень
Самостійна робота в рамках досліджень для магістреської дисертації з метою розробки лабораторної роботи й оформлення її протоколу.	2 години на тиждень
Підготовка до заліку	6 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 на консультаціях, 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..

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Запізнення на лабораторне заняття (за 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;
2. Несвоєчасне подання повністю оформленої курсової роботи на перевірку штрафується 5 балами.

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: опитування на лекціях, виконання та захист лабораторної роботи, написання МКР.

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:

- відповіді на лекціях (2 рази за семестр);
- виконання та захист лабораторної роботи.

Критерії нарахування балів:

1. Відповіді на лекціях

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

- безпомилкова відповідь - 15 балів;
- відповідь з деякими похибками або після невеликої навідної допомоги викладача чи іншого студента – 14...12 балів ;
- відповідь зі значущими помилками – 11...6 балів;
- відповідь з грубими помилками – 0...6 балів.

2. Лабораторні роботи

Ваговий бал – **70 балів**. Бали за лабораторну роботу розраховуються як сума балів за виконання окремих етапів роботи – допуск і власне виконання (35 балів), та якість оформленого протоколу і захисту роботи (35 балів).

Допуск та виконання лабораторної роботи

- при перевірці готовності до ЛР надаються вірні і вичерпні відповіді; підготовлено в повному обсязі схему протоколу лабораторної роботи; безпомилкове виконання завдання ЛР в повному обсязі з наявністю елементів творчого підходу при безумовному додержанні правил і норм техніки безпеки - 35 балів;
- при перевірці готовності студент має утруднення при формулюванні вірних відповідей; є зауваження щодо підготовки протоколу; виконання завдання ЛР в повному обсязі при додержанні правил і норм техніки безпеки – 34...25 балів;
- виконання завдань ЛР в повному обсязі при наявності зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок або щодо додержання вимог техніки безпеки – 24...12 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 – 11...0 балів.

Якість протоколу та захисту лабораторної роботи

- наявність впевнених знань і набутих вмінь з завдань виконаної ЛР; бездоганне оформлення протоколу та інших матеріалів - 35 балів (не менше 90 % потрібної інформації);
- не зовсім повне оволодіння знаннями і вміннями за підсумками виконання ЛР; зауваження щодо повноти і якості оформлення протоколу – 34...22 балів (не менше 75 % потрібної інформації);
- наявність суттєвих зауважень щодо повноти, грамотності і охайності при оформленні матеріалів з виконаної ЛР – 21...12 бали (не менше 60 % потрібної інформації);
- значні зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі – 11...0 балів.

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

$$RC = r_{\text{лек}} + r_{\text{мкр}} + r_{\text{лр}} = 30 + 70 = 100 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до заліку є зарахування лабораторної роботи та кількість рейтингових балів не менше 50.

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 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 Букетом Олександром Івановичем.

Ухвалено кафедрою технології електрохімічних виробництв (протокол № 13 від 30 червня 2021 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23 червня 2021 р.)