

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕМЕНТАХ
СИСТЕМ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ»



Ступінь освіти	бакалавр
Освітня програма	Хімічні технології та інженерія
Тривалість викладання	7-й семестр
Заняття:	2024 – 2025 навч. року
Лекції:	2 години
Лабораторні	2 години
Практичні	1 година
Мова викладання	українська

Кафедра, що викладає Хімії та хімічної інженерії

Викладач:

Светкіна Олена Юріївна, д.т.н.

Персональна сторінка

<http://chemistry.nmu.org.ua/ua/kafedra/netyaga.php>

1. Анотація до курсу

Дисципліна «Хімічні процеси перетворення енергії в елементах систем відновлюваної енергетики» належить до переліку вибіркових навчальних дисциплін за освітнім рівнем «бакалавр», що пропонуються для професійної підготовки студентів за освітньою програмою 161 «Хімічні технології та інженерія». Вона забезпечує формування у студентів фахової професійно-орієнтованої компетентності та спрямована на вивчення основних досягнень нанотехнологій в хімічній галузі, опанування нових знань для прогнозування їх властивостей, ознайомлення з перспективами розвитку нанотехнологій і тим самим розширення їх професійних здібностей.

У рамках курсу викладено основні знання з теоретичної та технічної електрохімії, які формують та розвивають загальні і професійні компетентності в галузі електрохімічної енергетики, екологічного захисту навколишнього середовища, що є необхідними для самореалізації, активної громадянської позиції, соціальної злагоди і здатності до працевлаштування у суспільстві

Опанування теоретичних і практичних основ н в галузі електрохімічної енергетики дозволить встановлювати взаємозв'язок між якісними параметрами теоретичної та технічної електрохімії.

Така компетентність сприяє формуванню і розвитку в здобувачів освіти комплексу знань для необхідного для кваліфікованого й осмисленого вибору майбутнього напрямку професійної діяльності та ефективної подальшої роботи за вибраним напрямом, необхідних для вдосконалення сучасних і створення новітніх технологій.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо використання фізико-хімічних процесів перетворення хімічної енергії в електричну, а також вивчення роботи сучасних хімічних джерел електричної енергії та способів її акумуляції при професійній підготовці бакалаврів за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Завдання курсу:

– Формувати наявність уявлення про найбільш актуальні напрями дослідження в сучасній теоретичній та експериментальній електрохімії: синтез і застосування наноструктурних та інших сучасних матеріалів в елементах систем відновлюваної енергетики;

– Вибирати, планувати, та обчислювати параметри роботи окремих видів електрохімічного обладнання, техніки на підставі знань:

– Оцінювати ступень ефективності застосування сучасних електрохімічних методів дослідження джерел струму для професійної підготовки та діяльності за фахом;

– Вміти аналізувати і прогнозувати наслідки електрохімічних перетворень;

– Опанувати нові знання з використанням технічної літератури на паперових та електронних носіях;

– Здійснювати пошук новітніх техніко-технологічних й організаційних рішень, спрямованих на впровадження у виробництво інноваційних розробок з наноматеріалів, які використовуються в електрохімії.

3. Результати навчання

Сформувати уявлення про фізичний зміст та природу електрохімічних явищ; ознайомити студентів із застосуванням законів хімічної термодинаміки та кінетики для опису процесів, які мають місце у електролізерах та гальванічних елементах; надати необхідний теоретичний базис для розуміння електрохімічних методів кількісного та якісного аналізу, здійснювати пошук новітніх техніко-технологічних й організаційних рішень у напрямку розвитку цієї перспективної галузі в Україні під час війни.

4. Структура курсу

ЛЕКЦІЇ

Лекція 1. Електронна теорія окислення-відновлення

Історія розвитку електрохімії. Класифікація ОВР. Упорядкування рівнянь ОВР. Вплив середовища розчину на перебіг ОВР. Окислювачі, відновники.

Лекція 2. Електродний потенціал.

Електрохімічні процеси. Рівновага в розчинах електролітів. Електролітична дисоціація. Активність електролітів. Залежність активності йонів від складу розчинів. Середня йонна активність електроліту, середній коефіцієнт активності, середня молярна концентрація електроліту. Основи теорії сильних електролітів. Рівняння Дебая-Гюккеля.

Лекція 3. **Електрохімічне перетворення енергії: теоретичні основи.** Перенесення електронів через межу поділу фаз (електрод-електроліт); основні засоби здійснення ОВР. Процеси взаємного перетворення двох видів енергії.

Лекція 4. **Типи електрохімічних перетворень.** Механізм виникнення електрорушійної сили гальванічного кола. Виникнення струму. Термодинаміка зворотніх електрохімічних систем.

Лекція 5. **Електродні потенціали та електрорушійна сила (ЕРС).** Хімічний та концентраційний гальванічні елементи. Вимірювання електродних потенціалів та ЕРС гальванічного елемента.

Лекція 6. **Типи електродів.** Водневий, каломельний, хінгидронний і окисно-відновні електроди. Електрометричні методи визначення речовини. Потенціометрія. Кондуктометрія.

Лекція 7. **Електроліз.** Механізм процесу. Закон Фарадея. Електроліз води. Дисоціація води. Воднева енергетика.

Лекція 8. **Кінетика електродних процесів.** Швидкість електрохімічної реакції. Електродна поляризація. Залежність струму від перенапруги. Рівняння Тафеля. Поляризаційні криві. Електрохімічне осідання металів.

Лекція 9. **Електрохімічна коррозія.** Механізм електрохімічної корозії. Термодинаміка процесу. Засоби захисту від корозії.

Лекція 10. **Пряме перетворення хімічної енергії на електроенергію в хімічних джерелах струму.** Первинні, вторинні та паливні елементи. Принципи конструювання ХІТ. Електроди. електроліти (водні, неводні, тверді, розплавлені). Термодинаміка ХІТ. Електродний потенціал. Максимальна

напруга. Напруга розімкнутого ланцюга. Поляризація (омічна, електрохімічна, концентраційна). Поляризаційна крива.

Лекція 11. **11. Первинні хімічні джерела струму.** Марганцево-цинкові елементи з сольовим та лужним електролітом. Літєві гальванічні елементи з твердим та рідким катодом. Резервні ХІТ. Метало-повітряні електрохімічні технології.

Лекція 12. **Вторинні хімічні джерела струму.** Свинцево-кислотний акумулятор. Термодинаміка електрохімічних процесів. Побічні процеси. Поляризація. Компоненти акумулятора. Особливості обслуговування. Переробка акумуляторного брухту. Нікель-металгідридні акумулятори. Електрохімічні процеси. Перезаряд та глибокий розряд. Термодинаміка гідриду металу на аноді. Криві заряду/розряду. Особливості твердофазних процесів на катоді. Літій-іонні акумулятори. Електрохімічні процеси. Інтеркаляція. Активні матеріали анода та катода. Вольтамперні властивості. Особливості заряду та розряду.

Лекція 13. **Високотемпературні паливні елемент.** Твердооксидні паливні елементи. Електрохімічні реакції. Тверді електроліти. Механізми електропровідності. Електроди. Продуктивність. Розплавні карбонатні паливні елементи. Електрохімічні процеси. Матеріали анода та катода. електроліт. Металокерамічна матриця. Розплави. Вольтамперна характеристика. Переваги і недоліки. Безмембранні паливні елементи. Однокамерні твердооксидні паливні елементи. Безкамерні твердооксидні паливні елементи. Твердооксидні паливні елементи із рідким олов'яним анодом. Біопаливні елементи.

Лекція 14 **Перспективи використання нових видів палив та розвиток відновлюваних джерел енергії.** Нові види рідкого та газоподібного палива. Синтетичне паливо із вугілля. Горючі сланці. Бітумінозні породи. Спиртове паливо. Воднева енергетика

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

ЛР-1. Техніка безпеки при роботі з джерелами іонізуючого випромінювання

ЛР-2 Окисно-відновні реакції..

ЛР-3. Електропровідність розчинів електролітів.

ЛР-4. Визначення чисел переносу іонів у розчинах сірчаної кислоти.

ЛР-5. Вимірювання ЕРС, електродних потенціалів і

ЛР-6. Вимірювання температури коефіцієнту ЕРС гальванічного ланцюгу й розрахунок термодинамічних величин електрохімічних реакцій.

ЛР-7. Електроліз

ЛР-8. Корозія металів і захист від неї

ЛР-9. Кулонометричний метод

ЛР-10 Визначення напруги розкладання розчинів електролітів

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

№ роботи (шифр)	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
ЛР-1–	Техніка безпеки при роботі з джерелами іонізуючого випромінювання	Мультимедійний проектор; Презентаційні слайди. Дистанційна платформа Moodle.
ЛР-2	Окисно-відновні реакції.	– Потенціометр - рН-метр (рН-150 МИ; рН-673-М); – Колориметр фотоелектричний концентраційний (КФК-2МП); – Кондуктометр (N-5721) – Електропіч камерна лабораторна ЧОЛ 8,2 / 1100. – Перемішувач магнітний ММ-2 Дистанційна платформа MOODL..
ЛР-3	Електропровідність розчинів електролітів.	– Потенціометр - рН-метр (рН-150 МИ; рН-673-М); – Колориметр фотоелектричний концентраційний (КФК-2МП); – Кондуктометр (N-5721) – Електропіч камерна лабораторна ЧОЛ 8,2 / 1100. – Перемішувач магнітний ММ-2 Дистанційна платформа MOODL.
ЛР-4	Визначення чисел переносу іонів у розчинах сірчаної кислоти	– Потенціометр - рН-метр (рН-150 МИ; рН-673-М);

№ роботи (шифр)	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
		– Колориметр фотоелектричний концентраційний (КФК-2МП); – Кондуктометр (N-5721) – Електропіч камерна лабораторна ЧОЛ 8,2 / 1100. – Перемішувач магнітний ММ-2 Дистанційна платформа MOODL.
ЛР-5	Вимірювання ЕРС, електродних потенціалів	– Потенціометр - рН-метр (рН-150 МИ; рН-673-М); – Колориметр фотоелектричний концентраційний (КФК-2МП); – Кондуктометр (N-5721) – Електропіч камерна лабораторна ЧОЛ 8,2 / 1100. – Перемішувач магнітний ММ-2 Дистанційна платформа MOODL.
ЛР-6	Вимірювання температури коефіцієнту ЕРС гальванічного ланцюгу й розрахунок термодинамічних величин електрохімічних реакцій	– Потенціометр - рН-метр (рН-150 МИ; рН-673-М);
ЛР7	Електроліз	– Колориметр фотоелектричний концентраційний (КФК-2МП);
ЛР-8	Корозія металів і захист від неї склад $LaMnO_3$	– Кондуктометр (N-5721)
ЛР-9	Кулонометричний метод	– Електропіч камерна лабораторна ЧОЛ 8,2 / 1100.
ЛР-10	Кондуктометричний метод	– Перемішувач магнітний ММ-2
ЛР-11	Визначення напруги розкладання розчинів електролітів	Дистанційна платформа MOODL

6. Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6.2. Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі **поточного оцінювання знань** за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та виконання і захисту лабораторних робіт складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Лабораторна частина		Бонус	Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні		
40	60	30		100

Теоретична частина оцінюється за результатами здачі 4 контрольних тестових робіт, кожна з яких містить тестові закриті запитання: вірна відповідь кожного оцінюється в 1 бал, максимальна кількість 10 балів, загалом за 4 контрольні –максимум 40 балів.

Виконання лабораторних робіт є обов'язковим. Лабораторні роботи оцінюються шляхом перевірки звіту лабораторної роботи і її захисту (кожна по 7 балів), крім першої, яка оцінюється в 4 бали. Загалом максимально 60 балів.

6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи

Теоретична частина оцінюється за результатами здачі ККР, яка містить 5 завдань, з яких 4 теоретичних і 1 задача.

1 правильна відповідь оцінюється у **8 бали (разом 40 балів)**. Опитування проводиться з використанням технології Microsoft Office 365.

2. Вирішена на папері робота сканується (фотографується) та відсилається на електронну пошту викладача впродовж часу, відведеного на задачу теоретичної частини. Несвоєчасно вислана відповідь враховується такою, що не задана.

3. Вирішена на папері робота сканується (фотографується) та відсилається на електронну пошту викладача впродовж часу, відведеного на задачу теоретичної частини. Несвоєчасно вислана відповідь враховується такою, що не задана.

Правильно вирішена **задача** оцінюється також в 8 балів, причому:

- **8 балів** – відповідність еталону, з одиницями виміру;
- **7 балів** – відповідність еталону, без одиниць виміру або помилками в розрахунках;
- **6 балів** – незначні помилки у формулах, без одиниць виміру;
- **4 бали** – присутні суттєві помилки у рішенні;
- **1 бал** – наведені формули повністю не відповідають еталону;
- **0 балів** – рішення не наведене.

7. Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікаційна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Відвідування занять

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Базові

1. Технічна електрохімія 2: Хімічні джерела струму [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів» / М. В. Бик, С. В. Фроленкова, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 321 с.

2. Електрохімічні процеси. Теорія та практикум : навчальний посібник / М. В. Євсєєва, А. П. Ранський, О. А. Гордієнко. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 111 с

3. Основи електрохімії : навч. посіб. / О. В. Кислова, І. С. Макеєва. – К. : КНУТД, 2017. – 128 с. ISBN 978-966-7972-95-0

4. Петрушина Г.О. Електрохімія: навч. посіб. / Г.О. Петрушина. – Дніпро: Пороги, 2018. – 84 с.