



ПЕРЕТВОРЕННЯ ТА АКУМУЛЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий бакалаврський (освітньо-професійний)</i>		
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»		
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»		
Освітня програма	ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА		
Статус дисципліни	Навчальні дисципліни професійної та практичної підготовки		
Форма навчання	очна(денна)		
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр		
Обсяг дисципліни	150 годин / 5 кредитів ECTS		
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, ЛР, МКР, ПЗ		
Розклад занять	36 год. – лекцій, 18 год. – пратичні, 18 год – лабораторні (комп'ютерний практикум)		
Мова викладання	Українська		
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, доцент, Будько Василь Іванович, 0679785527, email: budko.vasyi@iit.kpi.ua Практичні: Карпчук Ганна Леонідівна, 0638436314, email: annakarpchuk@gmail.com		
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс: https://classroom.google.com/u/1/c/MTM0NTQ4MzEzNDEz		

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Перетворення та акумулювання енергії відновлюваних джерел» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування умінь у студентів користуватись науковою і технічною термінологією в сфері систем та пристроїв перетворення та акумулювання електричної енергії; користуватись довідковою і науково-технічною літературою з електроакумуляторів, володіти навиками пошуку необхідної інформації в бібліотеках та мережі Інтернету; порівнювати ефективність різних типів акумулюючих систем; користуватись теоретичними та методологічними основами досліджень новітніх технологій перетворення та акумулювання; здатність застосовувати акумулятори енергії в системах з різними видами відновлюваних джерел; володіти стандартизованою термінологією, що використовується при конструюванні енергетичних установок на базі відновлюваних джерел енергії та акумуляторів енергії; визначати, розраховувати основні параметри акумуляторів енергії; оцінювати ефективність перетворення та акумулювання електроенергії на використанні різних типів акумулюючих систем.

Предметом навчальної дисципліни є формування у студентів знань щодо питань, пов'язаних з існуючими та перспективними технологіями перетворення та акумулювання енергії електричної енергії з нетрадиційних та відновлюваних джерел. Ці питання в даному курсі розглядаються комплексно з урахуванням сучасних вимог до знань з технічних, технологічних і економічних аспектів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Програмні результати навчання:

Знання: термінології, що стосується основних понять дисципліни; основ та законів на яких базуються електрохімічні процеси; класифікації електрохімічних систем; винайдення та розвитку хімічних джерел енергії; сучасного стану, тенденцій та перспектив розвитку хімічних джерел енергії; кількісних та якісних характеристик кожного з хімічних джерел енергії; рівнів та пріоритетів використання хімічних джерел енергії в світі та на Україні; винайдення та розвитку водневої енергетики; сучасного стану, тенденцій та перспектив розвитку водневої енергетики; кількісних та якісних характеристик добування, акумулювання та транспортування водню, як відновлюваного джерела енергії; рівнів та пріоритетів використання водневої енергетики в світі та на Україні;

Уміння: володіти стандартною термінологією, що використовується для визначення ключових понять курсу; володіти основними законами та принципами електрохімічних систем; класифікувати види хімічних джерел енергії; на практиці проводити заряд та розряд хімічних джерел струму, аналізувати хід вольт-амперних та ампер-вольтних кривих; проводити обслуговування акумуляторних батарей; визначати та оцінювати енергетичні показники хімічних джерел енергії; визначати кількість енергії, отриманої при перетворенні кожного з хімічних джерел енергії в теплову та електричну енергію; визначати кількісні та якісні характеристики добування, акумулювання та транспортування водню; оцінювати переваги та недоліки різних методів отримання водню; оцінювати переваги різних методів акумулювання енергії за допомогою водневої енергетики та знаходити оптимальні рішення застосування кожного хімічного джерела енергії; знаходити ефективні технологічні рішення комплексного використання різних хімічних джерел енергії та водню; оцінювати вплив, що виникає в процесі використання кожного з хімічних джерел енергії та водню на оточуюче середовище; користуватися науково-технічною, довідковою літературою та володіти навиками пошуку необхідної інформації в бібліотеках та в Інтернеті.

Досвід: аналізу енергетичних параметрів акумуляторів енергії при їх зарядженні та розрядженні; оцінки переваг та недоліків акумуляторів енергії різних електрохімічних систем; експлуатації електрохімічних акумуляторних батарей при їх роботі в системах з відновлюваними джерелами енергії; вибору режиму заряду акумуляторів енергії.

1. Зміст навчальної дисципліни

- 1. Витоки електрохімії та основні поняття. Стандартні електродні потенціали. Електрохімічний ряд напруг.*
- 2. Електроліз. Принципова відмінність гальванічного елементу та електролізера. Електроліз в водному розчині. Рівняння Нернста.*
- 3. Закони електролізу. Перший та другий закони Фарадея. Вихід за струмом.*
- 4. Основні компоненти електрохімічних систем. Особливості застосування та основні вимоги, що ставляться до електролітів та електродних матеріалів для ХДС.*
- 5. Класифікація ХДС. Основні електричні характеристики хімічних джерел струму.*
- 6. Випробування хімічних джерел струму. Стандартизація ХДС.*
- 7. Первинні хімічні джерела струму. Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва.*
- 8. Мангано-цинкові елементи (МЦ система). Будова та конструктивні особливості гальванічних елементів МЦ системи.*
- 9. Срібно-цинкові (СЦ) та ртутно-цинкові (РЦ) елементи.*
- 10. Повітряно-цинкові (ПЦ) та повітряно-мангано-цинкові (ПМЦ) елементи. Резервні (активовані) гальванічні елементи.*
- 11. Літієві гальванічні елементи (ЛЕ). Будова літієвих елементів.*
- 12. Вторинні хімічні джерела струму. Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва. Саморозряд та зберігання. Вимоги по їх експлуатації.*
- 13. Загальні відомості про свинцево-кислотні акумулятори. Електродні процеси при розряді та заряді. Пасивація електродів та боротьба з нею. Термін дії свинцево-кислотних акумуляторних батарей та особливості їх експлуатації.*
- 14. Загальні відомості лужних нікель-залізних та нікель-кадмієвих акумуляторних батарей. Електродні процеси при розряді та заряді. Термін дії лужних акумуляторних батарей та особливості їх експлуатації.*
- 15. Загальні відомості нікель-цинкових, срібно-цинкових та срібно-кадмієвих акумуляторних батарей. Електродні процеси при їх роботі.*
- 16. Загальні відомості літієвих, літій-іонних та літій-іон-полімерних акумуляторних батарей. Особливості електродних процесів при розряді та заряді системи. Переваги та недоліки їх експлуатації.*
- 17. Загальні відомості метало-гідридних акумуляторних батарей. Особливості електродних процесів при розряді та заряді системи. Переваги та недоліки метало-гідридних акумуляторів.*

2. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

- 1. Байрачний Б. І. Технічна електрохімія: підручник для вищ. навч. закл. за напр. підготовки: «Технічна електрохімія» Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».- Харків.: Прапор, 2003.*
- 2. Горбачов А. К. Технічна електрохімія: підручник для вищ. навч. закл. за напр. підготовки: «Технічна електрохімія». Під ред. Б. І. Байрачного. – Харків .: Прапор, 2002.*
- 3. В. В. Романов, Ю. М. Хашев /Химические источники тока/. – М.: Советское радио, 1978.*
- 4. Кошель М. Д. Теоретичні основи електрохімічної енергетики. – Дніпропетровськ.: УДХТУ, 2002.*
- 5. Варламов В. Р. Современные источники тока: справ очник. – М.: ДМК, 2001.*

6. Кромптон Т. Р. Вторичные источники тока (пер. с англ. А. Г. Колесника, Р. П. Соболева): под. ред. Ю. А. Мазитова. – М.: 1985.
7. Федотьев Н. П. и др. Прикладная электрохимия. Ленинград.: «Химия», 1967.
8. Прикладная электрохимия: Учебник для вузов/Под. ред. А. П. Томилова. – 3-е изд. – М.: Химия, 1984.
9. Практикум по прикладной электрохимии: Учебн. пособие для вузов / Под. ред. В. Н. Варыпаева, В. Н. Кудрявцева. – 3-е изд. – Л.: Химия, 1990.

Допоміжна література

10. Н. М. Мхитарян. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. К.: Наукова думка, 1999.
11. Кубасов В. Л., Банников В. В. Электрохимическая технология неорганических веществ.
12. Якименко Л. М. Получение водорода, кислорода, хлора и щелочей. – М.: Химия, 1981.
13. Антропов Л. И. Теоретична електрохімія. – К.: Либідь, 1993.
14. Центер Б. И., Лызлов Н. Ю. Металл-водородные электрохимические системы. Теория и практика. – Л.: Химия, 1989.
15. Квасников Л. А., Тазетдинов Р. Г. Регенеративные топливные элементы. – М.: Атомиздат, 1978.
16. Лидоренко Н. С., Мучник Г. Ф. Электрохимические генераторы. – М.: Энергоиздат, 1982.
17. Подгорный и др. Водород и энергетика. – Киев.: Наук. думка, 1984.
18. Нетрадиційні електрохімічні системи перетворення енергії. Монографія. Кузмінський, Колбасов, Тевтуль, Голуб. – К.: Академперіодика, 2002.
19. Шпильрайн Э. Э. и др. Введение в водородную энергетику. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
20. Накопители энергии: Учебное пособие для электроэнергетических и электромеханических спец. вузов. Бут Д. Н., Алиевский Б. Л., и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
21. Закон України «Про альтернативні види рідкого та газового палива». Указ Президента № 1391-XIV від 14.01.200 р.
22. Закон України «Про альтернативні джерела енергії», затверджений Президентом України 20 лютого 2003 року №555-IV (друга редакція) – 8 стор.
23. ДСТУ 4034-2001 (ГОСТ 30757-2001) «Енергозбереження. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Колектори сонячні плоскі. Методи випробування».
24. Закон України «Про енергозбереження».
25. Концепция проекта Федерального закона Российской Федерации «О нетрадиционных возобновляемых источниках энергии». 2003. 8с.
26. «Проблеми загальної енергетики»
27. «Відновлювана енергетика».
28. «Новини енергетики».
29. «Зелена енергетика».
30. «Енергобізнес».

Навчальний контент

1. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Вступ. Структура курсу. Витоки електрохімії та основні поняття. Стандартні електродні потенціали. Електрохімічний ряд напруг. Електрохімія як наука. Історія розвитку електрохімії та основні поняття. Предмет та зміст курсу. Стандартні електродні потенціали в електрохімії. Електрохімічний ряд напруг та його значення для електрохімічних процесів.

	<i>літературні джерела [1,3,4]</i>
2	<p>Визначення поняття електролізу. Принципова відмінність гальванічного елементу та електролізера. Електроліз в водному розчині. Рівняння Нернста.</p> <p>Визначення поняття електролізу та сфери його застосування. Принципова відмінність гальванічного елементу (хімічного джерела енергії) від електролізера. Електроліз в водному розчині. Використання рядів розряду катіонів та аніонів для визначення продуктів електролізу. Рівняння Нернста та його фізичний зміст.</p> <p><i>літературні джерела [1,2,7,9]</i></p>
3	<p>Закони електролізу. Відмінність хімічних та електрохімічних процесів. Перший та другий закони Фарадея. Вихід за струмом.</p> <p>Взаємоперетворення хімічної та електрохімічної форм енергії. Відмінність хімічних та електрохімічних процесів. Межа поділу фаз. Перший закон Фарадея. Фізичний зміст електрохімічного еквіваленту. Другий закон Фарадея та його наслідок. Вихід за струмом.</p> <p><i>літературні джерела [1,2,7,9]</i></p>
4	<p>Основні компоненти електрохімічних систем. Особливості застосування та основні вимоги, що ставляться до електролітів та електродних матеріалів для ХДС. Поняття пасивації електроду та шляхи її подолання.</p> <p>Особливості застосування та основні вимоги, що ставляться до електролітів та електродних матеріалів для ХДС. Схеми підключення електродів. Явище пасивації електродного матеріалу та шляхи її подолання.</p> <p><i>літературні джерела [1,3,4,9]</i></p>
5	<p>Класифікація ХДС. Основні електричні характеристики хімічних джерел струму. Класифікація гальванічних елементів. Класифікація акумуляторів. Паливні елементи. Електрорушійна сила ХДС. Внутрішній опір, ємність та потужність ХДС. Експлуатаційні характеристики.</p> <p><i>літературні джерела [1,3,5]</i></p>
6	<p>Випробування хімічних джерел струму. Стандартизація ХДС</p> <p>Загальні відомості. Випробування на величину ємності. Визначення ємності при низьких температурах. Визначення залишкової ємності та саморозряд. Визначення напрацювання, терміну дії та зберігання. Визначення коефіцієнту віддачі.</p> <p><i>літературні джерела [1,3,5,11]</i></p>
7	<p>Первинні хімічні джерела струму. Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва.</p> <p>Загальні відомості. Розвиток виробництва гальванічних елементів першого роду. Загальна характеристика та їх класифікація. Вимоги до конструкції типових апаратів.</p> <p><i>літературні джерела [3,4,7,11]</i></p>
8	<p>Мангано-цинкові елементи (МЦ система). Будова та конструктивні особливості гальванічних елементів МЦ системи. Електричні характеристики елементів МЦ системи.</p> <p>Загальна характеристика. Теорія елементів МЦ системи. Негативний електрод сольових елементів. Негативний електрод лужних систем. Позитивний електрод. Будова та конструктивні особливості гальванічних елементів МЦ системи. Електричні характеристики елементів МЦ системи.</p> <p><i>літературні джерела [4,5,6]</i></p>
9	<p>Срібно-цинкові (СЦ) та ртутно-цинкові (РЦ) елементи.</p> <p>Загальна характеристика срібно-цинкових (СЦ) та ртутно-цинкових (РЦ) елементів. Катодні та анодні процеси срібно-цинкового елементу. Будова СЦ елементів. Теорія та електричні характеристики РЦ елементів. Будова РЦ елементів.</p>

	<i>літературні джерела [4,5,6]</i>
10	<p>Повітряно-цинкові (ПЦ) та повітряно-мангано-цинкові (ПМЦ) елементи. Резервні (активовані) гальванічні елементи.</p> <p>Загальна характеристика ПЦ та ПМЦ елементів. Катодні та анодні процеси повітряно-цинкового та повітряно-мангано-цинкового елементів, можливі конструкції та області застосування цих системи. Резервні (активовані) гальванічні елементи. Ампельні елементи (АЕ). Водоактивовані елементи (ВЕ). Високотемпературні елементи (ВТЕ).</p> <p><i>літературні джерела [3,4,5,6]</i></p>
11	<p>Літєві гальванічні елементи (ЛЕ). Будова літєвих елементів.</p> <p>Коротка історична довідка розвитку літєвих гальванічних елементів. Струмоутворюючі реакції. Електричні характеристики літєвих елементів. Будова літєвих елементів. Переваги літєвих гальванічних елементів у порівнянні з іншими гальванічними елементами.</p> <p><i>літературні джерела [3,4,5,6,9]</i></p>
12	<p>Хімічні джерела енергії другого роду. Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва. Саморозряд та зберігання хімічних джерел енергії другого роду. Вимоги по їх експлуатації.</p> <p>Хімічні джерела енергії другого роду. Загальні відомості. Розвиток виробництва акумуляторних батарей. Загальна характеристика та їх класифікація. Саморозряд та зберігання хімічних джерел енергії другого роду. Вимоги до конструкції типових апаратів та до умов експлуатації.</p> <p><i>літературні джерела [3,4,5,6]</i></p>
13	<p>Загальні відомості про свинцево-кислотні акумулятори. Електродні процеси при розряді та заряді.</p> <p>Загальні відомості при свинцево-кислотні акумулятори. Теорія свинцевого акумулятору. Процеси при розряді та заряді та хід зарядних та розрядних кривих свинцевих акумуляторів. Електричні характеристики.</p> <p><i>літературні джерела [3,4,5,6,18]</i></p>
14-15	<p>Пасивація електродів та боротьба з нею. Процеси саморозряду в свинцевих акумуляторах. Термін дії свинцево-кислотних акумуляторних батарей.</p> <p>Пасивація електродів та боротьба з нею. Залежність ємності акумулятора при розряді від температури та густини струму. Конструкція та виробництво свинцевих акумуляторів. Термін дії свинцево-кислотних акумуляторних батарей. Електроліт. Експлуатація свинцевих акумуляторів.</p> <p><i>літературні джерела [3,4,5,6,18]</i></p>
16-17	<p>Загальні відомості лужних нікель-залізних та нікель-кадмієвих акумуляторних батарей. Електродні процеси при розряді та заряді. Електроліт для лужних акумуляторів. Термін дії лужних акумуляторних батарей.</p> <p>Загальні відомості. Різновид лужних нікель-залізних та нікель-кадмієвих акумуляторних батарей. Процеси при заряді та розряді окисно-нікелевого електроду. Процеси при заряді та розряді залізного електроду. Процеси при заряді та розряді кадмієвого електроду. Електрорушійна сила лужних акумуляторних батарей. Хід розряду та заряду лужних акумуляторів в залежності від температури та густини струму. Електроліт для лужних акумуляторів. Основні характеристики лужних акумуляторних батарей. Термін дії та догляд за лужними акумуляторними батареями. Особливості їх експлуатації.</p> <p><i>літературні джерела [3,4,5,6,15]</i></p>
18-19	<p>Загальні відомості нікель-цинкових, срібно-цинкових та срібно-кадмієвих акумуляторів. Електродні процеси при їх роботі.</p> <p>Загальні відомості. Різновид нікель-цинкових, срібно-цинкових та срібно-кадмієвих акумуляторних батарей. Особливості електродних процесів при заряді та розряді НЦ акумуляторів.</p>

	<p>Особливості електродних процесів при заряді та розряді СЦ акумуляторів. Особливості електродних процесів при заряді та розряді СК акумуляторів. Термін дії та догляд за акумуляторами.</p> <p><i>літературні джерела [5,6,15]</i></p>
20-21	<p>Загальні відомості літієвих, літій-іонних та літій-іон-полімерних акумуляторних батарей. Особливості електродних процесів при розряді та заряді системи. Переваги та недоліки їх експлуатації.</p> <p>Загальні відомості. Різновид літієвих акумуляторних батарей та їх принципові схеми. Електродні процеси при заряді та розряді літієвих акумуляторів. Переваги та недоліки літієвого акумулятору. Термін дії та особливості його експлуатації.</p> <p><i>літературні джерела [3,4,5,6]</i></p>
22-23	<p>Загальні відомості метало-гідридних акумуляторних батарей. Особливості електродних процесів при розряді та заряді системи. Переваги та недоліки метало-гідридних акумуляторів.</p> <p>Загальні відомості. Різновид метало-гідридних акумуляторних батарей та їх принципові схеми. Електродні процеси при заряді та розряді метало-гідридного акумулятора. Переваги та недоліки метало-гідридного акумулятора. Термін дії та особливості його експлуатації.</p> <p><i>літературні джерела [5,6,14]</i></p>

Практичні заняття

№ з/п	<i>Назва теми заняття та перелік основних питань</i>
1	Рівняння Нернста. Типові приклади розрахунків рівноважного потенціалу та електрорушійної сили хімічного джерела струму.
2	Перший та другий закони Фарадея. Вихід за струмом. Типові приклади розрахунків з застосуванням законів Фарадея та розрахунок виходу речовини за струмом.
3	Основні характеристики хімічного джерела струму. Типові приклади розрахунку основних характеристик хімічного джерела струму.
4	Акумуляування енергії з використанням свинцево-кислотних акумуляторних батарей. Типові приклади розрахунків коефіцієнту віддачі з використанням свинцево-кислотних акумуляторних батарей.
5	Акумуляування енергії з використанням свинцево-кислотних акумуляторних батарей. Типові приклади розрахунків саморозряду та кількісної віддачі ХДС з використанням свинцево-кислотних акумуляторних батарей.
6	Акумуляування енергії з використанням лужних нікель-кадмієвих акумуляторних батарей. Типові приклади розрахунку питомої зарядної та розрядної енергій.
7	Акумуляування енергії з використанням лужних нікель-залізних акумуляторних батарей. Типові приклади розрахунку питомої зарядної та розрядної ємності.
8	Типові приклади розрахунків системи акумуляування енергії для автономної вітроелектричної станції.
9	Типові приклади розрахунків резервної системи акумуляування енергії для мережевої фотоелектричної станції.

Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	Дослідження електричних параметрів марганцево-цинкових первинних елементів з сольовим електролітом	4
2	Дослідження електричних параметрів марганцево-цинкових первинних елементів з лужним електролітом	4
3	Дослідження робочих параметрів свинцево-кислотних акумуляторних батарей в режимі зарядження-розрядження	4
4	Дослідження робочих параметрів літєвих акумуляторних батарей	4

Самостійна робота студента

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	Витоки електрохімії та основні поняття. Стандартні електродні потенціали. Електрохімічний ряд напруг.	1
2	Електроліз. Принципова відмінність гальванічного елементу та електролізера. Електроліз в водному розчині. Рівняння Нернста.	1
3	Закони електролізу. Перший та другий закони Фарадея. Вихід за струмом.	1
4	Особливості застосування та основні вимоги, що ставляться до електродних матеріалів для процесів електролізу і для хімічних джерел енергії.	1
5	Проблеми енергетики та електрохімія. Хімічні джерела енергії. Класифікація та загальна характеристика.	1
6	Випробування хімічних джерел струму. Визначення ємності та саморозряду ХДС.	1
7	Первинні хімічні джерела струму. Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва.	1
8	Мангано-цинкові елементи (МЦ система). Будова та конструктивні особливості гальванічних елементів МЦ системи.	1
9	Срібно-цинкові (СЦ) та ртутно-цинкові (РЦ) елементи.	1
10	Повітряно-цинкові (ПЦ) та повітряно-мангано-цинкові (ПМЦ) елементи. Резервні (активовані) гальванічні елементи.	1
11	Літєві гальванічні елементи (ЛЕ). Будова літєвих елементів.	1
12	Хімічні джерела енергії другого роду. Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва.	1
13	Загальні відомості про свинцево-кислотні акумулятори. Електродні процеси при розряді та заряді.	1
14-15	Пасивація електродів та боротьба з нею. Термін дії свинцево-кислотних акумуляторних батарей та особливості їх експлуатації.	1

16-17	Загальні відомості лужних нікель-залізних та нікель-кадмієвих акумуляторних батарей. Електродні процеси при розряді та заряді. Термін дії лужних акумуляторних батарей та особливості їх експлуатації.	1
18-19	Загальні відомості нікель-цинкових, срібно-цинкових та срібно-кадмієвих акумуляторних батарей. Електродні процеси при їх роботі.	1
20-21	Загальні відомості літієвих, літій-іонних та літій-іон-полімерних акумуляторних батарей. Особливості електродних процесів при розряді та заряді системи. Переваги та недоліки їх експлуатації.	1
22-23	Загальні відомості метало-гідридних акумуляторних батарей. Особливості електродних процесів при розряді та заряді системи. Переваги та недоліки метало-гідридних акумуляторів.	1

Політика та контроль

2. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу І-273 від 14.09.2020 р. 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 лекційних та практичних заняттях.*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних 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;*
- *правила захисту індивідуальних завдань: захист домашньої контрольної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки ДКР (за умови дотримання календарного плану виконання ДКР);*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах з дисципліни «Перетворення та акумуляція енергії відновлюваних джерел», участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання ДКР.*
- *політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання ДКР та несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту лабораторних робіт та 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, у тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни « Передові технології у відновлюваній енергетиці »;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

3. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: МКР, розв'язання задач, захист лабораторних робіт

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за домашню контрольну роботу, зарахування усіх лабораторних робіт, модульну контрольну роботу, семестровий рейтинг більше 30 балів.

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

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- роботі на практичних заняттях;
- відпрацювання та захист лабораторних робіт;
- виконання домашньої контрольної роботи;
- написання модульної контрольної роботи;
- виконання завдань самостійної роботи;
- написання екзамену.

<i>ПЗ</i>	<i>ЛР</i>	<i>ДКР</i>	<i>МКР</i>	<i>Рс</i>	<i>Рекз</i>	<i>Р</i>
18	32	-	10	60	40	100

Відпрацювання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 8

*Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях – 8 бали * 4 = 32 бали*

Критерії оцінювання

- *правильно оформлений протокол, гарний і своєчасний захист лабораторної роботи – 8 балів;*
- *виконання завдань лабораторної роботи з певними неточностями при захисті – 6 балів;*
- *виконання завдань лабораторної роботи з окремими помилками, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті енергетичних процесів – 4 балів;*
- *невірне виконання завдань лабораторної роботи – 0 балів.*

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 2

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях –

*2 бали * 9 = 18 балів*

Критерії оцінювання

- *вірне виконання завдань практичного заняття, активна робота на практичному занятті – 2 бал;*
- *виконання завдань практичного заняття з певними неточностями – 1,5 бали;*
- *виконання завдань практичного заняття з окремими помилками, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті енергетичних процесів – 1 бал;*
- *невірне виконання завдань практичного заняття – 0 балів;*
- *невідпрацюванню практичних завдань нараховується штрафний – (-1) бал.*

Модульна контрольна робота

Для зручності проведення проміжної атестації студентів протягом навчального семестру МКР розбита на дві частини:

Ваговий бал кожної частини МКР – 5.

*Максимальний бал за МКР – 5 * 2 = 10.*

Критерії оцінювання

- *вірне виконання завдань модульної контрольної роботи – 5 балів;*
- *виконання завдань модульної контрольної роботи з певними неточностями при відповідях – 4 бали;*
- *виконання завдань модульної контрольної роботи з окремими помилками, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті енергетичних процесів – 2 бали;*
- *невірне виконання завдань модульної контрольної роботи – 0 балів.*

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент повинен мати не менш ніж 30 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «ідеальний» студент має отримати 50 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен мати не менш ніж 60 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «ідеальний» студент має отримати 100 балів).

Штрафні та заохочувальні бали:

- відсутність на лекціях без поважних причин (-2) бали;
- підготування реферату за темами лекційного заняття – 2 бали;
- презентаційне виконання завдань самостійної роботи – 3 бали.

Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з трьох запитань різних розділів силябусу з переліку тем, що виносяться на семестровий контроль.

Кожне питання екзаменаційної роботи оцінюється у 13,3 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 13,3 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 11-9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 8-7 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів

Критерії оцінювання екзамену

Рейтинг $R_c \geq 0,6 * R$, тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг R_c в межах $(0,4 - 0,59) * R$, тобто 40 – студенти складають екзамен.

Максимальний рейтинг екзамену $R_e = 40$ балів.

Рейтинг екзамену $R_z = 33 - 40$ балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг екзамену $R_z = 25 - 32$ балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть завдань.

Рейтинг екзамену $R_z = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на питання заліку, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену $R_z \leq 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє незрозуміння суті процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль:

1. Основні поняття. Стандартні електродні потенціали в електрохімії. Електрохімічний ряд напруг та його значення для електрохімічних процесів.
2. Визначення поняття електролізу та сфери його застосування. Принципова відмінність гальванічного елемента (хімічного джерела енергії) від електролізера. Електроліз в водному розчині. Використання рядів розряду катіонів та аніонів для визначення продуктів електролізу. Рівняння Нернста та його фізичний зміст.
3. Взаємоперетворення хімічної та електрохімічної форм енергії. Відмінність хімічних та електрохімічних процесів. Межа поділу фаз. Перший закон Фарадея. Фізичний зміст електрохімічного еквіваленту. Другий закон Фарадея та його наслідок. Вихід за струмом.
4. Особливості застосування та основні вимоги, що ставляться до електролітів та електродних матеріалів для ХДС. Схеми підключення електродів. Явище пасивації електродного матеріалу та шляхи її подолання.
5. Класифікація гальванічних елементів. Класифікація акумуляторів. Паливні елементи. Електрорушійна сила ХДС. Внутрішній опір, ємність та потужність ХДС. Експлуатаційні характеристики.
6. Загальні відомості. Випробування на величину ємності. Визначення ємності при низьких температурах. Визначення залишкової ємності та саморозряд. Визначення напрацювання, терміну дії та зберігання. Визначення коефіцієнту віддачі.
7. Розвиток виробництва гальванічних елементів першого роду. Загальна характеристика та їх класифікація. Вимоги до конструкції типових апаратів.
8. Загальна характеристика. Теорія елементів МЦ системи. Негативний електрод сольових елементів. Негативний електрод лужних систем. Позитивний електрод. Будова та конструктивні особливості гальванічних елементів МЦ системи. Електричні характеристики елементів МЦ системи.
9. Загальна характеристика срібно-цинкових (СЦ) та ртутно-цинкових (РЦ) елементів. Катодні та анодні процеси срібно-цинкового елемента. Будова СЦ елементів. Теорія та електричні характеристики РЦ елементів. Будова РЦ елементів.
10. Загальна характеристика ПЦ та ПМЦ елементів. Катодні та анодні процеси повітряно-цинкового та повітряно-мангано-цинкового елементів, можливі конструкції та області застосування цих системи. Резервні (активовані) гальванічні елементи. Ампельні елементи (АЕ). Водоактивовані елементи (ВЕ). Високотемпературні елементи (ВТЕ).
11. Коротка історична довідка розвитку літєвих гальванічних елементів. Струмоутворюючі реакції. Електричні характеристики літєвих елементів. Будова літєвих елементів. Переваги літєвих гальванічних елементів у порівнянні з іншими гальванічними елементами.
12. Хімічні джерела енергії другого роду. Загальні відомості. Розвиток виробництва акумуляторних батарей. Загальна характеристика та їх класифікація. Саморозряд та зберігання хімічних джерел енергії другого роду. Вимоги до конструкції типових апаратів та до умов експлуатації.
13. Загальні відомості при свинцево-кислотні акумулятори. Теорія свинцевого акумулятору. Процеси при розряді та заряді та хід зарядних та розрядних кривих свинцевих акумуляторів. Електричні характеристики.
14. Пасивація електродів та боротьба з нею. Залежність ємності акумулятора при розряді від температури та густини струму. Конструкція та виробництво свинцевих акумуляторів. Термін дії свинцево-кислотних акумуляторних батарей. Електроліт. Експлуатація свинцевих акумуляторів.

15. Загальні відомості. Різновид лужних нікель-залізних та нікель-кадмієвих акумуляторних батарей. Процеси при заряді та розряді окисно-нікелевого електроду. Процеси при заряді та розряді залізного електроду. Процеси при заряді та розряді кадмієвого електроду. Електрорушійна сила лужних акумуляторних батарей. Хід розряду та заряду лужних акумуляторів в залежності від температури та густини струму. Електроліт для лужних акумуляторів. Основні характеристики лужних акумуляторних батарей. Термін дії та догляд за лужними акумуляторними батареями. Особливості їх експлуатації.
16. Загальні відомості. Різновид нікель-цинкових, срібно-цинкових та срібно-кадмієвих акумуляторних батарей. Особливості електродних процесів при заряді та розряді НЦ акумуляторів. Особливості електродних процесів при заряді та розряді СЦ акумуляторів. Особливості електродних процесів при заряді та розряді СК акумуляторів. Термін дії та догляд за акумуляторами.
17. Загальні відомості. Різновид літієвих акумуляторних батарей та їх принципові схеми. Електродні процеси при заряді та розряді літієвих акумуляторів. Переваги та недоліки літієвого акумулятору. Термін дії та особливості його експлуатації.
18. Загальні відомості. Різновид метало-гідридних акумуляторних батарей та їх принципові схеми. Електродні процеси при заряді та розряді метало-гідридного акумулятора. Переваги та недоліки метало-гідридного акумулятора. Термін дії та особливості його експлуатації.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено завідувачем кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, д.т.н., доц., Будьком В.І., та асистентом кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА Карпчук Г.Л.

Ухвалено кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА (протокол № 10 від 28.05.2020)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол №10 від 23.06.20 р.)

¹Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.