



ПЕРЕТВОРЕННЯ ТА АКУМУЛЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший бакалаврський (освітньо-професійний)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Денна
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	150 годин / 5 кредитів ECTS (36 год. – лекцій, 18 год. – практичні, 18 год – лабораторні (комп'ютерний практикум), 78 год – самостійна робота)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, ЛР, ПЗ, МКР, РР
Розклад занять	1 лекція – 1 раз на тиждень, 1 практичне заняття – 1 раз на 2 тижні, 1 лабораторне заняття – 1 раз на 2 тижні.
Мова викладання	Українська
Інформація керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, доцент, Будько Василь Іванович, 0679785527, email: budko.vasyl@iit.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MTM0NTQ4MzEzNDEz?cjc=3bwa4xe

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 бакалаврів за освітньо-професійною програмою «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних здатностей: K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналіз інформації з різних джерел; K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; K07. Здатність працювати в команді; K08. Здатність працювати автономно; K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки; K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії; K17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання; K18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища, K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності

електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; К20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; К22. Здатність застосовувати методи діагностики стану обладнання та устаткування відновлюваної енергетики, проводити сертифікацію та експертизу об'єктів відновлюваної енергетики; К23. Здатність перевіряти технічний стан, організовувати обслуговування та ремонт електроенергетичних та електротехнічних систем, пристроїв, комплексів та устаткування традиційної та відновлюваної енергетики; К24. Здатність використовувати нові технології в електроенергетиці, брати участь в модернізації та реконструкції електричного обладнання, електричних машин та апаратів, електричних пристроїв, систем та комплексів традиційної та відновлюваної енергетики; К25. Здатність застосовувати методи стандартизованих випробувань щодо визначення електротехнічних характеристик і конструктивних особливостей використовуюваного електроенергетичного та електротехнічного обладнання і систем на його основі; К26. Здатність забезпечувати моделювання електротехнічних об'єктів і технологічних процесів виробництва, передачі та розподілу електричної енергії з використанням стандартизованих пакетів і засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.

Предмет навчальної дисципліни.

Визначення та класифікація систем накопичення енергії; основні процеси, що відбуваються в хімічних джерел струму; процеси зарядження та розрядження електрохімічних акумуляторів енергії; особливості роботи електрохімічних генераторів; процеси перетворення енергії відновлюваних джерел при застосуванні технології водневого акумуляування енергії.

Програмні результати навчання:

ПР04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок; ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем; ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність; ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни; ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні; ПР20. Знати існуючі підходи до проектування, виготовлення, випробувань та експлуатації обладнання та устаткування нетрадиційної та відновлюваної енергетики; ПР21. Знати методи і порядок проектування об'єктів нетрадиційної та відновлюваної енергетики; ПР22. Знати електрофізичні та теплотехнічні процеси і явища, що відбуваються в обладнанні та устаткуванні нетрадиційної та відновлюваної енергетики; ПР23. Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергії; ПР24. Знати методи вирівнювання електротехнічних характеристик обладнання та устаткування нетрадиційної та відновлюваної енергетики; ПР25. Знати заходи підтримки та зміни режимів роботи систем електроживлення, обладнання електричних станцій та об'єктів відновлюваної енергетики, систем блискавкозахисту та захисту від перенапруг; ПР26. Знати фактори, що призводять до виникнення незворотних процесів в устаткуванні та обладнанні електричних станцій та об'єктів відновлюваної енергетики.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен мати знання з дисциплін «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Вступ до спеціальності», «Технічна термодинаміка». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого вивчення дисциплін «Перетворення та акумулювання енергії відновлюваних джерел енергії», «Комплексне використання відновлюваних джерел 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. *Паливні елементи (ПЕ) або електрохімічні генератори енергії (ЕХГЕ).*

13. *Вторинні хімічні джерела струму. Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва. Саморозряд та зберігання. Вимоги по їх експлуатації. 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.*

18. *Вступ до водневої енергетики. Характеристики водню як енергоносія. Виробництво водню.*

2. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. *Перетворення та акумулювання енергії відновлюваних джерел: Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. І. Будько., М. О. Будько, О. В. Козачук – Електронні текстові дані (1 файл: 3,72 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 150 с. Доступ : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/12991>*

2. *Технічна електрохімія. Частина 2. Хімічні джерела струму [Електронний ресурс] : підручник для студентів 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. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23888>*
3. Байрачний Б. І. *Технічна електрохімія: підручник для вищ. навч. закл. за напр. підготовки: «Технічна електрохімія» Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».- Харків.: Прапор, 2003.*
4. Горбачов А. К. *Технічна електрохімія: підручник для вищ. навч. закл. за напр. підготовки: «Технічна електрохімія». Під ред. Б. І. Байрачного. – Харків.: Прапор, 2002.*
5. Кошель М. Д. *Теоретичні основи електрохімічної енергетики. – Дніпропетровськ.: УДХТУ, 2002.*
6. Миронюк І. Ф., Микитин І. М. *Електрохімія та її практичні аспекти: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2016. - 174 с.*
7. Кузьмінський Є. *Нетрадиційні електрохімічні системи перетворення енергії / Є. Кузьмінський, Г. Колбасов, Я. Тевтуль, Н. Голуб. – К.: Академперіодика, 2002. – 181с.*

Допоміжна література

8. *Нетрадиційні електрохімічні системи перетворення енергії. Монографія. Кузьмінський, Колбасов, Тевтуль, Голуб. – К.: Академперіодика, 2002.*

Навчальний контент

1. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)</i>
1	Тема 1.1. 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 [1,3,4,6]</i>
2	Тема 1.2. Визначення поняття електролізу. Принципова відмінність гальванічного елемента та електролізера. Електроліз в водному розчині. Рівняння Нернста. 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. <i>літературні джерела [1,2, 3,4,7]</i>
3	Тема 1.3. Закони електролізу. Відмінність хімічних та електрохімічних процесів. Перший та другий закони Фарадея. Вихід за струмом. 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. <i>літературні джерела [1,2,6]</i>
4	Тема 1.4. 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. Особливості застосування та основні вимоги, що ставляться до електролітів та електродних

	<p>матеріалів для ХДС. Схеми підключення електродів. Явище пасивації електродного матеріалу та шляхи її подолання.</p> <p><i>літературні джерела [1,3,6]</i></p>
5	<p>Тема 1.5. 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 [1,3,5,6]</i></p>
6	<p>Тема 1.6. Випробування хімічних джерел струму. Стандартизація ХДС 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 [1,3,6]</i></p>
7	<p>Тема 2.1. Первинні хімічні джерела струму. Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва. Мангано-цинкові елементи (МЦ система). Будова та конструктивні особливості гальванічних елементів МЦ системи. Електричні характеристики елементів МЦ системи.</p> <p>Загальні відомості. Розвиток виробництва гальванічних елементів першого роду. Загальна характеристика та їх класифікація. Вимоги до конструкції типових апаратів. 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 [1,2, 3,4,6]</i></p>
8	<p>Тема 2.2. 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> <p><i>літературні джерела [1,2, 3,4,6]</i></p>
9	<p>Тема 2.3. 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. Ампульні елементи (АЕ). Водоактивовані елементи (ВЕ). Високотемпературні елементи (ВТЕ).</p> <p><i>літературні джерела [1,2, 3,4,6]</i></p>
10	<p>Тема 2.4. 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 [1,2, 3,4,6]</i></p>
11	<p>Тема 3.1. Паливні елементи (ПЕ) або електрохімічні генератори енергії (ЕХГЕ). Загальна характеристика, класифікація та розвиток їх виробництва. Принципова схема киснево-водневого паливного елементу. Особливості будови протон-обмінних (РЕМ) та твердо-окисних (SOFC) паливних елементів.</p> <p><i>літературні джерела [1,2,3,4,6,8]</i></p>

12	<p>Тема 4.1. 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. <i>літературні джерела [1,2,5,6]</i></p>
13	<p>Тема 4.2. Загальні відомості про свинцево-кислотні акумулятори. Електродні процеси при розряді та заряді.</p> <p>Загальні відомості про свинцево-кислотні акумулятори. Теорія свинцевого акумулятору. Процеси при розряді та заряді та хід зарядних та розрядних кривих свинцевих акумуляторів. Електричні характеристики. 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. <i>літературні джерела [1,2,6,8]</i></p>
14	<p>Тема 4.3. 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. <i>літературні джерела [1,2,7]</i></p>
15	<p>Тема 4.4. 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. Особливості електродних процесів при заряді та розряді СЦ акумуляторів. Особливості електродних процесів при заряді та розряді СК акумуляторів. Термін дії та догляд за акумуляторами. <i>літературні джерела [1,2,7]</i></p>
16	<p>Тема 4.5. Загальні відомості літєвих, 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 літєвих акумуляторних батарей та їх принципові схеми. Електродні процеси при заряді та розряді літєвих акумуляторів. Переваги та недоліки літєвого акумулятору. Термін дії та особливості його експлуатації. <i>літературні джерела [1,2,7]</i></p>
17	<p>Тема 4.5. 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. <i>літературні джерела [1,2,7]</i></p>

18	<p>Тема 5.1. Воднева енергетика</p> <p>Вступ до водневої енергетики. Характеристики водню як енергоносія. Виробництво водню. Зберігання та транспортування водню. Застосування водню в нетрадиційній енергетиці. Електролізер-акумулятор літературні джерела [1,2,7]</p>
----	---

Практичні заняття

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

Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

№з/п	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<p>Дослідження електричних параметрів марганцево-цинкових первинних елементів з сольовим електролітом.</p> <p><i>Мета роботи</i> – вивчити принцип роботи та конструкції первинних марганцевоцинкових елементів з сольовим електролітом та дослідити процеси їх розряду при різних зовнішніх навантаженнях.</p> <p><i>Завдання на роботу</i></p> <p>1. Зняти залежність розрядної напруги елементу від часу розряду та побудувати відповідні графіки.</p> <p>2. Визначити ємність, потужність та енергію досліджуваного елементу.</p>	2

	<p>3. Підготувати звіт з роботи з врахуванням додаткових завдань, наведених у методичних вказівках з конкретних розділів роботи. <i>Порядок виконання роботи.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зібрати схему розряду первинного елемента з обов'язковою перевіркою всіх контактів та з'єднань. 2. За вказівкою викладача встановити задане навантаження на ХДС (за допомогою постійного опору). 3. Проводити періодичне вимірювання (протягом заданого інтервалу часу) напруги на клеммах елемента та перевіряти значення струму. 4. Виміряні значення занести до таблиці. 5. Побудувати на міліметровому папері розрядні криві первинних елементів $U_p = f(\tau_p)$, $C_p = f(\tau_p)$ та $U_p = f(I_p)$. 6. Розрахувати кількість електрики Q, енергію W та потужність P, що віддав ХДС при даному режимі розряду та порівняти його з іншими значеннями. 7. Порівняти розрядні криві МЦС та на їх основі дати рекомендації по області використання. 8. Підготувати контрольні питання та протокол до задачі на наступне заняття. <p>https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48356/1/Peretvorennia.pdf https://vde.kpi.ua/?page_id=351</p>	
2	<p>Дослідження електричних параметрів марганцево-цинкових первинних елементів з лужним електролітом. <i>Мета роботи</i> – вивчити принцип роботи та конструкції первинних марганцевоцинкових елементів з лужним електролітом та дослідити процеси їх розряду при різних зовнішніх умовах. <i>Завдання на роботу</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зняти залежність розрядної напруги елемента від часу розряду та побудувати відповідні графіки. 2. Визначити ємність, потужність та енергію досліджуваного елемента. 3. Підготувати звіт з роботи з врахуванням додаткових завдань, наведених у методичних вказівках з конкретних розділів роботи. <i>Порядок виконання роботи</i> 1. Зібрати схему розряду первинного елемента з обов'язковою перевіркою всіх контактів та з'єднань. 2. За вказівкою викладача встановити задане навантаження на ХДС (за допомогою реостату). 3. Проводити періодичне вимірювання (протягом заданого інтервалу часу) напруги на клеммах елемента та перевіряти значення струму. 4. Виміряні значення занести до таблиці. 5. Побудувати на міліметровому папері розрядні криві первинних елементів $U_p = f(\tau_p)$, $C_p = f(\tau_p)$ та $U_p = f(I_p)$. 6. Розрахувати кількість електрики Q, енергію W та потужність P, що 	2

	<p>віддав ХДС при даному режимі розряду та порівняти його з іншими значеннями.</p> <p>7. Підготувати контрольні питання та протокол до задачі на наступне заняття.</p> <p>https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48356/1/Peretvorennia.pdf https://vde.kpi.ua/?page_id=351</p>	
3	<p>Дослідження робочих параметрів свинцево-кислотних акумуляторних батарей в режимі зарядження-розрядження.</p> <p><i>Мета роботи</i> - дослідити процеси розряду свинцево-кислотних акумуляторних батарей; дослідити вплив різних режимів розряду на робочі параметри свинцево-кислотних акумуляторних батарей.</p> <p><i>Завдання на роботу</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зняти розрядні залежності напруги свинцево-кислотних акумуляторів від часу розряду та від ємності, і побудувати відповідні графіки. 2. Дослідити зміну густини електроліту в акумуляторі в залежності від часу розряду. 3. Визначити ємність, потужність та енергію досліджуваного акумулятору. 4. Підготувати звіт з роботи з врахуванням додаткових завдань, наведених у методичних вказівках. <p>Порядок виконання роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зібрати схему розрядження свинцево-кислотного акумулятору згідно рис. 1.18. 2. Включить батарею на розряд. 3. Струм заряду встановити на рівні за вказівкою викладача. 4. Розряд батареї вести до нижньої межі встановленої викладачем. 5. Під час розряду періодично перевіряйте температуру електроліту та слідкуйте за тим, щоб вона не перевищувала 35 °С. Проводити періодичне вимірювання напруги на клеммах елемента (протягом заданого інтервалу часу) та перевіряти значення струму. 6. Виміряні значення занести до таблиці. 7. Побудувати на міліметровому папері розрядні криві вторинних елементів $U_p = f(\tau_p)$, $C_p = f(\tau_p)$. 8. Розрахувати кількість електрики Q, енергію W та потужність P, що віддав ХДС при даному режимі розряду та порівняти його з теоретичними значеннями, приведеними в літературі для заданих навантажень. 9. Підготувати контрольні питання та протокол до задачі та захисту на наступне заняття. <p>https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48356/1/Peretvorennia.pdf https://vde.kpi.ua/?page_id=351</p>	2
4	<p>Дослідження робочих параметрів літєвих акумуляторних батарей.</p> <p><i>Мета роботи</i> - дослідити процеси розряду та заряду літєвих акумуляторних батарей; дослідити вплив різних режимів заряду (для процесу заряду) та режимів розряду (для процесу розряду) на робочі параметри літєвих акумуляторних батарей.</p>	2

	<p><i>Завдання на роботу</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Зняти розрядно-зарядні залежності металогідридних акумуляторів від часу розряду та побудувати відповідні графіки. Визначити ємність, потужність та енергію досліджуваного акумулятору. Підготувати звіт з роботи з врахуванням додаткових завдань, наведених у методичних вказівках з конкретних розділів роботи. <p><i>Порядок виконання роботи</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Зібрати схему заряду (розряду) літійового акумулятору згідно рис. Включити батарею на заряд (розряд). Струм заряду (розряду) встановити на рівні за вказівкою викладача. Заряд (розряд) батареї вести до значення напруги за вказівкою викладача. Проводити періодичне вимірювання (протягом заданого інтервалу часу) напруги на клеммах елементу та перевіряти значення струму. Виміряні значення занести до таблиць. Побудувати на міліметровому папері зарядні криві вторинних елементів $U_p = f(\tau_p)$, $C_p = f(\tau_p)$. Розрахувати кількість електрики Q, енергію W та потужність P, що отримав (віддав) ХДС при даному режимі заряду (розряду) та порівняти його з іншими значеннями. Підготувати контрольні питання та протокол до задачі на наступне заняття. <p>https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48356/1/Peretvorennia.pdf https://vde.kpi.ua/?page_id=351</p>	
--	--	--

1. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	9
2	Підготовка до лабораторних робіт та опрацювання експериментальних вимірювань.	8
3	Підготовка до практичних занять та виконання практичних завдань	9
4	Виконання РР	20
5	Підготовка до МКР	2
6	Підготовка до екзамену	30
	ВСЬОГО	78

Політика та контроль

2. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 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 розрахункової роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РР (за умови дотримання календарного плану виконання РР);*
- *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 акумулювання енергії відновлюваних джерел», участь у факультетських та інститутських наукових конференціях.*
- *політика дедлайнів та перескладань: 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 «Перетворення та акумулювання енергії відновлюваних джерел»;*
- *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 (РСО)

Поточний контроль: МКР, РР, ПЗ, ЛР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

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:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
<i>100-95</i>	<i>Відмінно</i>
<i>94-85</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>84-75</i>	<i>Добре</i>
<i>74-65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64-60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

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

- роботи 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>МКР</i>	<i>РР</i>	<i>Рс</i>	<i>Рекз</i>
<i>18</i>	<i>16</i>	<i>10</i>	<i>16</i>	<i>60</i>	<i>40</i>

Відпрацювання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 4

Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях – 4 бали* 4= 16 балів

Критерії оцінювання

- правильно оформлений протокол, гарний і своєчасний захист лабораторної роботи – 4 балів;
- виконання завдань лабораторної роботи з певними неточностями при захисті – 3 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 – 2 балів;
- невірне виконання завдань лабораторної роботи – 0 балів.

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 2

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях –
 $2 \text{ бали} * 9 = 18 \text{ балів}$

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.

Індивідуальне семестрове завдання (розрахункова робота)

Згідно з робочим навчальним планом кожен студент виконує розрахункову роботу. Максимальна кількість балів за виконання РР – 16 і складається з максимального балу за оформлення – 8, за захист – 8.

За кожен день запізнення здачі РР на перевірку знімається 0,5 бали із максимальної кількості балів, що можна отримати за РР, але не більше 5.

Критерії оцінювання

За оформлення:

- дотримання вимог оформлення – 8 балів;
- незначне відхилення від вимог щодо оформлення – 5 балів;
- значне відхилення від вимог щодо оформлення – 3 бали;
- РР не оформлена належним чином – 0 балів та повертається на переробку.

За захист:

- розуміння представленого матеріалу, повні відповіді на запитання до захисту – 8 балів;
- розуміння представленого матеріалу, повні відповіді на запитання до захисту з деякими неточностями – 5–7 балів;
- неповні відповіді на запитання до захисту – 3–4 балів;
- робота виконана з суттєвими помилками, студент не може дати відповіді до захисту – 0 балів.

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).

Заохочувальні бали:

- підготування реферату за темами лекційного заняття – 1 бал;
- презентаційне виконання завдань самостійної роботи – 3 бали.

Форма семестрового контролю – екзамен

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

Перше питання екзаменаційної роботи оцінюється у 14 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 13-10 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 9-5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів

Наступні два питання екзаменаційної роботи оцінюються у 13 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 13 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 12-9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 8-5 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 $R_3 = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на питання заліку, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену $R_3 \leq 15$ 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 рідів 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. Загальна характеристика, класифікація та розвиток виробництва паливних елементів. Принципова схема киснево-водневого паливного елемента. Особливості будови протон-обмінних (PEM) та твердо-окисних (SOFC) паливних елементів.

13. 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.
14. Загальні відомості при свинцево-кислотні акумулятори. Теорія свинцевого акумулятору. Процеси при розряді та заряді та хід зарядних та розрядних кривих свинцевих акумуляторів. Електричні характеристики.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. Загальні відомості. Різновид літєвих акумуляторних батарей та їх принципові схеми. Електродні процеси при заряді та розряді літєвих акумуляторів. Переваги та недоліки літєвого акумулятору. Термін дії та особливості його експлуатації.
19. 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.
20. Вступ до водневої енергетики. Характеристики водню як енергоносія. Виробництво водню. Зберігання та транспортування водню. Застосування водню в нетрадиційній енергетиці. Електролізер-акумулятор

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено завідувачем кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, д.т.н., доц., Будьком В.І.

Ухвалено кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА (протокол № 10 від 17.05.2022)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол №10 від 16.06.2022 р.).