



Новітні системи генерування енергії

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології неорганічних електродних матеріалів та водоочищення</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен усний</i>
Розклад занять	<i>Лекції 2 години на тиждень (1 пара); лабораторні заняття 2 години на тиждень (1 пара)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.х.н., доцент Бик Михайло Володимирович, byk.mykhailo@ill.kpi.ua, Telegram @Byk Mykhaylo</i> Лабораторні: <i>к.х.н., доцент Бик Михайло Володимирович, byk.mykhailo@ill.kpi.ua, Telegram @Byk Mykhaylo</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Освітня компонента «Новітні системи генерування енергії» є прикладною ОК із дисциплін за вибором студента, що викладаються кафедрою. Хімічні джерела струму - пристрої в яких реалізуються основні теоретичні закономірності, що розглядалися в курсах «Теоретичної електрохімії», «Фізичної хімії» та інших хімічних дисциплінах. В курсі розглядають основні типи існуючих хімічних джерел електричної енергії, принципи їх роботи та деякі технологічні питання їх виробництва.

Метою ОК є формування у студентів здатностей:

- здатність використовувати знання, уміння й навички в галузі природничо-наукових дисциплін для теоретичного освоєння загальнопрофесійних дисциплін і рішення практичних завдань хімічної технології (КСП-10);
- здатність застосовувати основні фізико-хімічні методи аналізу й оцінки стану хіміко-технологічних систем (КЗП-4);
- здатність планувати природоохоронну діяльність на виробництві й реалізувати відповідні заходи (КЗП-11);

2.2. Основні завдання ОК.

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

знання:

- основні типи електрохімічних систем, які використовують у ХДС;
- струмоутворюючі процеси на електродах ХДС при їх використанні;
- будову основних типів ХДС;

уміння:

- розраховувати та визначати головні характеристики ХДС;
- проводити обґрунтований вибір, згідно вимог споживача, необхідний тип ХДС.

досвід:

- класифікація ХДС, які відносять до кожного класу, їх характеристики;
- технології виробництва деяких типів ХДС.

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

Для успішного засвоєння ОК студенту необхідні знання та уміння, що були отримані під час вивчення дисциплін «Загальна та неорганічна хімія», «Фізична хімія», «Теоретична електрохімія», «Матеріалознавство».

Освітня компонента «Новітні системи генерування енергії» є одною з заключних ОК циклу професійної підготовки. ОК, які базуються на результатах навчання: ОК циклу професійної підготовки, в рамках яких необхідний вибір та розрахунок обладнання для електрохімічних виробництв.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Первинні хімічні джерела струму

Тема 1.1.ХДС. Загальні поняття, принцип дії, термінологія

Мета та завдання ОК. Визначення ХДС, їх класифікація. Стислі історичні відомості. Сучасний стан, перспективи розвитку ХДС. Створення екологічно чистих джерел електричної енергії.

Тема 1.2. Електричні характеристики ХДС

Принципова побудова ХДС та їх електричні характеристики. Хімічні реакції, які мають місце при розряді ХДС. Електрорушійна сила, напруга розімкнутого кола. Напруга при розряді та заряді. Види поляризації, пасивність електродів, вольт-амперні характеристики. Ємність, вплив на неї різних факторів. Коефіцієнти використання активних мас, струму енергії, потужності. Питомі характеристики ХДС. Видатність по струму, по енергії, по напрузі. Загальні вимоги до ХДС.

Тема 1.3. Первинні ХДС з цинковим анодом

Первинні ХДС (ХДС 1 роду). Класифікація первинних ХДС. Сухі марганець-цинкові (МЦ) елементи та батареї. Механізми струмоутворюючих процесів у слабо кислому та лужному середовищах на позитивному та негативному електродах. Особливості роботи цинкового електрода (аноду) в лужних електролітах. Експлуатаційні характеристики МЦ елементів різних типів. Конструкція та технологія виробництва МЦ елементів та батарей.

Повітряно-цинкові (ПЦ) та повітряно-марганець-цинкові (ПМЦ) елементи. Конструкційні та експлуатаційні особливості. Розрядні характеристики, струмоутворюючі реакції. Области використання. Переваги та недоліки по відношенню з МЦ елементами.

Окисно - ртутні (РЦ) первинні ХДС. Струмоутворюючі реакції. Розрядні характеристики. Конструктивні особливості. Переваги та недоліки по відношенню до других первинних ХДС. Области використання.

Тема 1.4. Первинні ХДС з іншими металами в якості анодів

Первинні ХДС з магнієвими анодами та з літієвими анодами. Особливості роботи магнієвих анодів. Експлуатація, характеристики, конструкції ХДС з магнієвими анодами; переваги та недоліки у порівнянні з ХДС з цинковими анодами.

Особливості фізико-хімічних властивостей літію і роботи літієвих анодів. Катодні активні маси, електроліти. Струмоутворюючі реакції в електролітах на основі апротонних розчинників; розрядні характеристики. Переваги та недоліки, області використання ХДС з літієвими анодами, технологія виробництва.

Резервні ХДС. Засоби активації ХДС. Особливості устрою та експлуатації резервних ХДС різних типів, області їх використання.

Мідно окисні елементи наливного типу довгого періоду дії. Конструктивні особливості. Струмоутворюючі реакції. Експлуатаційні характеристики, області використання. Первинні ХДС з твердим електролітом. Особливості устрою та експлуатації. Области використання.

Розділ 2. Паливні елементи і електрохімічні генератори

Тема 2. 1. Загальні поняття ПЕ, принцип дії, класифікація

Паливні елементи (ПЕ). Можливості прямого перетворення хімічної енергії у електричну. Принципова схема устрою ПЕ. Електрохімічні генератори (ЕХГ). Паливо, окислювач, електроліти.

Тема 2. 2. Електричні характеристики ПЕ, електроди ПЕ

Конструкції електродів, двошарові електроди. Переваги та недоліки ПЕ. Принципова схема, струмоутворюючі процеси, області використання ПЕ кожного класу. Особливості роботи, перспективи розвитку ПЕ.

Розділ 3. Вторинні ХДС (акумулятори)

Тема 3. 1. Загальні поняття, принцип дії, термінологія

Вторинні ХДС (акумулятори). Класифікація вторинних ХДС.

Тема 3. 2. Свинцеві кислотні акумулятори

Свинцеві кислотні акумулятори. Призначення акумуляторів різних типів. Побудова акумуляторів. Технологічна схема виробництва, формування електродів.

Теорія подвійної сульфатації. Розрядно - зарядні характеристики. Залежність ємності від різних факторів. Саморозряд. Строк використання. "Хвороби" свинцевих акумуляторів, їх профілактика.

Догляд за свинцевими акумуляторами. Техніка безпеки при їх виробництві та експлуатації. Подальше удосконалення свинцевих акумуляторів.

Тема 3. 3. Лужні акумулятори

Лужні нікель-залізні та нікель-кадмієві акумулятори. Побудова, технологічна схема виробництва, формування електродів. Механізм струмоутворюючих реакцій на позитивних електродах НЗ та НК акумуляторів.

Побічні процеси, саморозряд, розрядно - зарядні характеристики позитивного електрода, механізм процесів, які мають місце на негативних електродах НЗ та НК акумуляторів. Особливості роботи негативних електродів, окремі розрядно - зарядні криві.

Експлуатаційні характеристики ламельних лужних акумуляторів. Несправності та їх усунення. Догляд за лужними акумуляторами. Техніка безпеки.

Лужні акумулятори з безламельними електродами. Герметичні нікель-кадмієві (НКГ) акумулятори.

Металокерамічні, фольгові, пресовані, (пастовні) електроди. Особливості їх виготовлення, експлуатаційні характеристики. Переваги безламельних електродів. Області використання акумуляторів з безламельними пластинами різних типів. Акумулятори з комбінованими електродами.

Принципи герметизації НК акумуляторів. Малогабаритні НКГ акумулятори. Переваги та недоліки, області використання НКГ акумуляторів.

Срібно-цинкові (СЦ) та срібно-кадмієві (СК) лужні акумулятори. Особливості побудови, типи електродів. Особливості виготовлення електродів, сепарація. Реакції, які мають місце на позитивних електродах СЦ та СК акумуляторів при їх заряді та розряді, пояснення ходу розрядно-зарядних кривих.

Саморозряд СЦ та СК акумуляторів. Сумарні струмоутворюючі реакції в СК та СЦ акумуляторах. Порівняння експлуатаційних характеристик цих ХДС, їх переваги над вторинними ХДС других типів. Недоліки. Області використання СЦ та СК акумуляторів.

Тема 3.4. Сучасні акумулятори

Сучасні акумулятори. Літій-іонні, нікель - метал – гідридні акумулятори. Принцип роботи літій – іонних акумуляторів. Електричні характеристики. Будова акумуляторів. Нікель - метал – гідридні акумулятори. Характеристики. Струмоутворюючі реакції. Будова акумуляторів

4. Навчальні матеріали та ресурси

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

БАЗОВА:

1. 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. – 320 с.

2. Байрачний Б.І. Технічна електрохімія ч.2. Хімічні джерела струму, Харків, ВЦ НТУ «ХПІ». 2002, 174 с.

ДОДАТКОВА:

3. “Electrochemical Power Sources: Batteries, Fuel Cells, and Supercapacitors” By Vladimir S. Bagotsky, Alexander M. Skundin and Yury M. Volfkovich (A.N. Frumkin Institute of Physical

Chemistry and Electrochemistry of the Russian Academy of Science, Russia), John Wiley & Sons Inc, New Jersey, USA, 2015, 372 pages, ISBN: 978-1-118-46023-6.

4.

https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/60269108/DTU_International_Energy_Report_2013.pdf

Інформаційні ресурси

5. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance).

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Проведення лекцій з ОК проводиться паралельно з розглядом питань, що виносяться на самостійну роботу. При проведенні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance [5]. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Лекція 1. Визначення ХДС, їх класифікація. Мета та завдання ОК. Стислі історичні відомості. Сучасний стан, перспективи розвитку ХДС. Створення екологічно чистих джерел електричної енергії
2	Лекція 2. Будова ХДС та їх електричні характеристики. Принципова побудова ХДС та їх електричні характеристики. Хімічні реакції, які мають місце при розряді ХДС. Електрорушійна сила, напруга розімкнутого кола. Напруга при розряді та заряді. Види поляризації, пасивність електродів, вольт-амперні характеристики. Ємність, вплив на неї різних факторів. Коефіцієнти використання активних мас, струму енергії, потужності. Питомі характеристики ХДС. Видатність по струму, по енергії, по напрузі. Загальні вимоги до ХДС.
3	Лекція 3. Марганець – цинкові первинні ХДС Первинні ХДС (ХДС 1 роду). Класифікація первинних ХДС. Сухі марганець-цинкові (МЦ) елементи та батареї. Механізми струмоутворюючих процесів у слабо кислому та лужному середовищах на позитивному та негативному електродах. Особливості роботи цинкового електрода (анода) в лужних електролітах.
4	Лекція 4. Порівняльні характеристики МЦ ХДС Експлуатаційні характеристики МЦ елементів різних типів. Конструкція та технологія виробництва МЦ елементів та батарей.
5	Лекція 5. Повітряно-цинкові (ПЦ) та повітряно-марганець – цинкові (ПМЦ) елементи. Конструкційні та експлуатаційні особливості. Розрядні характеристики, струмоутворюючі реакції. Області використання. Переваги та недоліки по

	<i>відношенню з МЦ елементами.</i>
6	<i>Лекція 6. Окисно - ртутні (РЦ) первинні ХДС. Струмоутворюючі реакції. Розрядні характеристики. Конструктивні особливості. Переваги та недоліки по відношенню до других первинних ХДС. Области використання.</i>
7	<i>Лекція 7. Первинні ХДС з магнієвими анодами та з літієвими анодами. Особливості роботи магнієвих анодів. Експлуатація, характеристики, конструкції ХДС з магнієвими анодами; переваги та недоліки у порівнянні з ХДС з цинковими анодами. Особливості фізико-хімічних властивостей літію і роботи літієвих анодів. Катодні активні маси, електроліти. Струмоутворюючі реакції в електролітах на основі апротонних розчинників; розрядні характеристики. Переваги та недоліки, області використання ХДС з літієвими анодами, технологія виробництва.</i>
8	<i>Лекція 8. Резервні ХДС. Засоби активації ХДС. Особливості устрою та експлуатації резервних ХДС різних типів, області їх використання. Мідно окисні елементи наливного типу довгого періоду дії. Конструктивні особливості. Струмоутворюючі реакції. Експлуатаційні характеристики, області використання.</i>
9	<i>Лекція 9. Паливні елементи (ПЕ). Можливості прямого перетворення хімічної енергії у електричну. Принципова схема устрою ПУ. Електрохімічні генератори (ЕХГ). Паливо, окислювач, електроліти. Електричні характеристики ПЕ, електроди ПЕ. Конструкції електродів, двошарові електроди. Переваги та недоліки ПЕ. Принципова схема, струмоутворюючі процеси, області використання ПЕ кожного класу. Особливості роботи, перспективи розвитку ПЕ.</i>
10	<i>Лекція 10. Вторинні ХДС (акумулятори). Класифікація вторинних ХДС. Призначення акумуляторів різних типів. Побудова акумуляторів.</i>
11	<i>Лекція 11. Свинцеві кислотні акумулятори. Теорія подвійної сульфатації. Розрядно - зарядні характеристики. Залежність ємності від різних факторів. Саморозряд. Строк використання. "Хвороби" свинцевих акумуляторів, їх профілактика. Технологічна схема виробництва, формування електродів.</i>
12	<i>Лекція 12. Догляд за свинцевими акумуляторами. Техніка безпеки при їх виробництві та експлуатації. Подальше удосконалення свинцевих акумуляторів.</i>
13	<i>Лекція 13. Лужні акумулятори Лужні нікель-залізні та нікель-кадмієві акумулятори. Будова, технологічна схема виробництва, формування електродів. Механізм струмоутворюючих реакцій на позитивних електродах НЗ та НК акумуляторів.</i>
14	<i>Лекція 14. Побічні процеси, саморозряд, розрядно-зарядні характеристики позитивного електрода, механізм процесів, які мають місце на негативних електродах НЗ та НК акумуляторів. Особливості роботи негативних електродів, окремі розрядно-зарядні криві.</i>

15	<i>Лекція 15. Сучасні акумулятори. Нікель-метал гідридні та літій – іонні акумулятори. Основні типи, принцип дії, характеристики. Принцип роботи літій – іонних акумуляторів. Електричні характеристики. Будова акумуляторів.</i> <i>Нікель - метал – гідридні акумулятори. Характеристики. Струмоутворюючі реакції. Будова акумуляторів.</i>
----	---

Лабораторні роботи

Основні завдання циклу лабораторних занять – це використання одержаних на лекціях знань, ознайомлення з технічною реалізацією відомих з лекційного курсу процесів та закріплення теоретичного матеріалу.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Випробування первинних джерел струму.	7
2	Випробування свинцевого кислотного акумулятора.	7
3	Випробування нікель-кадмієвого лужного акумулятора.	7
4	Випробування паливного елемента.	7

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (СПС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт; підготовка до проведення практичних завдань та виконання розрахунків, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СПС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу; проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт; підготовка до проведення практичних завдань та виконання розрахунків, виконання розрахунково-графічної роботи, написання модульної контрольної роботи	4 – 5 годин на тиждень
Підготовка до екзамену	10 годин

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекційні, практичні та лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні та практичні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні заняття – в навчальних лабораторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекційних, практичних та лабораторних занять є обов'язковим.

Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які виконали лабораторну роботу, правильно виконали розрахунки та вірно оформили протокол з лабораторної роботи (при неправильно виконаних розрахунках чи неякісному оформленні недоліки слід усунути).
2. Захист відбувається або на лабораторних заняттях під час технологічно обумовлених перерв, або на консультаціях з дисципліни, які проводяться щотижнево.

3. Після захисту лабораторної роботи, який полягає у виконанні індивідуального розрахункового завдання або теоретичному опитуванні по темі лабораторної роботи викладачем виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасний захист – наявність більше одної незахищеної роботи – в звичайному та змішаному режимах роботи Університету є підставою для недопуску до виконання наступної лабораторної роботи.

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

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

Поточний контроль: робота на практичних заняттях, виконання та захист лабораторних робіт.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- виконання та захист 4 лабораторних робіт;
- написання МКР;
- написання та захист РГР.

Критерії нарахування балів:

1. Лабораторні роботи

1.1. в звичайному та змішаному режимах роботи Університету

Ваговий бал – **10 балів**. Бали за лабораторну роботу розраховуються як сума балів за виконання окремих етапів роботи – допуск і власне виконання (6 балів), та якість оформленого протоколу і захисту роботи (4 бали).

Допуск та виконання лабораторної роботи

- при перевірці готовності до ЛР надаються вірні і вичерпні відповіді; підготовлено в повному обсязі схему протоколу лабораторної роботи; безпомилкове виконання завдання ЛР в повному обсязі з наявністю елементів творчого підходу при безумовному додержанні правил і норм техніки безпеки - 6 балів;
- при перевірці готовності студент має утруднення при формулюванні вірних відповідей; є зауваження щодо підготовки протоколу; виконання завдання ЛР в повному обсязі при додержанні правил і норм техніки безпеки - 4 бали;
- виконання завдань ЛР в повному обсязі при наявності зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок або щодо додержання вимог техніки безпеки - 2 бали;
- невиконання завдань ЛР в повному обсязі за відведений час при наявності зауважень з боку викладача щодо вірності виконання роботи або додержання вимог техніки безпеки - 0 балів.

Якість протоколу та захисту лабораторної роботи

- наявність впевнених знань і набутих вмінь з завдань виконаної ЛР; бездоганне оформлення протоколу та інших матеріалів – 4 бали (не менше 90 % потрібної інформації);
- не зовсім повне оволодіння знаннями і вміннями за підсумками виконання ЛР; зауваження щодо повноти і якості оформлення протоколу - 2 бали (не менше 75 % потрібної інформації);
- наявність суттєвих зауважень щодо повноти, грамотності і охайності при оформленні матеріалів з виконаної ЛР – 1 бал (не менше 60 % потрібної інформації);

- значні зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі - 0 балів.

1.2. в дистанційному режимі роботи Університету

Ваговий бал – **10 балів**.

3. Модульна контрольна робота

Ваговий бал – **10 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- МКР складається із 10 теоретичних питань, ваговий бал кожного запитання – 1 бал.

4. Розрахунково-графічна робота

Ваговий бал – **10 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- безпомилкове виконання розрахункового завдання або розрахунок з деякими математичними похибками - 10 балів;
- виконання завдання з деякими математичними похибками або після невеликої навідної допомоги викладача - 8 балів ;
- проведення розрахункових вправ зі значущими помилками хімічного, стехіометричного чи математичного характеру - 6 балів;
- проведення розрахункових вправ з грубими помилками щодо хімічної чи хіміко-технологічної суті завдання - 0 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є рейтинг студента 50 % від максимально можливого на час календарного контролю. На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «атестований», якщо його поточний рейтинг не менше **28 балів**. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «атестований», якщо його поточний рейтинг не менше **41 бал**.

Семестровий контроль: письмовий екзамен.

На екзамені студенти мають відповісти на питання екзаменаційного білета. Кожен білет містить два теоретичних питання та задачу. Кожен із елементів білету оцінюється у **10 балів**. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

- повна відповідь на запитання з елементами оригінального, творчого підходу до пояснення прийнятих рішень, обґрунтування цих рішень на основі демонстрації вмінь залучати фундаментальні знання з хімії - 9-10 балів (не менше 90 % потрібної інформації);
- повна і взагалі вірна відповідь на запитання з 1–5 незначними помилками або зауваженнями - 7-8 балів (не менше 75 % потрібної інформації);
- взагалі вірна відповідь на запитання з 5–6 незначними помилками та 1–2 зауваженнями принципового характеру, пов'язаного з неповнотою знань з фундаментальних основ - 6 балів (не менше 60 % потрібної інформації);
- незадовільна відповідь - 0 балів.

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

$$RC = r_{лр} + r_{мкр} + r_{дкр} = 40 + 10 + 10 = 60 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, написання МКР, написання і захист ДКР та кількість рейтингових балів не менше 30.

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

<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Вимоги для підготовки до екзамену наведені у Google Classroom «Новітні системи генерування енергії» (платформа Sikorsky-distance).*
- *Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час екзамену – під час екзамену студенту заборонено використовувати будь-які допоміжні матеріали та літературу. За порушення вимог студенти усуваються від екзамену.*
- *Під час захисту курсової роботи студент має право для уточнення фізичних параметрів процесів скористатись власною курсовою роботою.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри технології електрохімічних виробництв, к.х.н., доцентом Биком Михайлом Володимировичем.

Ухвалено кафедрою технології електрохімічних виробництв (протокол № 15 від 23.06.2025р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26.06.2025р.)