



Електрохімічні системи генерування енергії

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Перший бакалаврський</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Електрохімічні технології неорганічних і органічних матеріалів</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити (120 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Лекції 1,3 години на тиждень; практичні заняття 2,7 годин на тиждень.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника освітньої компоненти / викладачів	Лектор: к.х.н., доцент Бик Михайло Володимирович, byk.mykhailo@ill.kpi.ua , Telegram @Byk Mykhaylo Лабораторні: к.х.н., доцент Бик Михайло Володимирович, byk.mykhailo@ill.kpi.ua , Telegram @Byk Mykhaylo
Розміщення освітньої компоненти	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

Програма освітньої компоненти

1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Освітня компонента (ОК) «Електрохімічні системи генерування енергії» належить до вибіркової ОК. Вона знайомить студентів з одним із напрямків практичного використання електрохімії. При засвоєнні ОК студенти знайомляться із теорією виникнення електродних потенціалів, принципами роботи і будовою найпоширеніших типів хімічних джерел струму. З тенденціями покращення екологічності та економічності технологій виробництва і вторинного використання хімічних джерел струму.

Метою освітньої компоненти є формування у студентів компетентностей:

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях,

K03. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності,

K06. Прагнення до збереження навколишнього середовища,

права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

Фахові компетентності (ФК)

K09. Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.

K10. Здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції,

K13. Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв,

K16. Здатність оформлювати технічну документацію, згідно з чинними вимогами,

К17. Здатність використовувати фундаментальні закономірності електрохімії для вирішення технологічних задач,

К18. Здатність використовувати сучасні матеріали у електрохімічних технологічних процесах.

Програмні результати навчання

ПРО2. Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі.

ПРО3. Знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості.

ПРО5. Розробляти і реалізовувати проекти, що стосуються технологій та обладнання хімічних виробництв, беручи до уваги цілі, ресурси, наявні обмеження, соціальні та економічні аспекти та ризики.

ПРО7. Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

ПРО9. Забезпечувати безпеку персоналу та навколишнього середовища

ПР15. Розуміти основні способи і методи одержання металічних і неметалічних покриттів різного функціонального призначення.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти також мають продемонструвати такі результати навчання:

знання :

- основних типів хімічних джерел струму, які використовуються у сучасних виробництвах;
- принципів вибору електродних матеріалів для хімічних джерел струму;
- впливу основних складників на характеристики хімічних джерел струму;
- методів визначення характеристик хімічних джерел струму;
- основного обладнання для виготовлення хімічних джерел струму;

уміння:

- проводити обґрунтований вибір електродних матеріалів для хімічних джерел струму;
- вибрати склад електроліту та режими роботи хімічних джерел струму;
- вибрати систему контролю характеристик хімічних джерел струму;
- здійснити контроль якості хімічних джерел струму;

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

Для успішного засвоєння освітньої компоненти «Електрохімічні системи генерування енергії» студенту необхідні знання та уміння, що були отримані під час вивчення ОК «Загальна та неорганічна хімія», «Фізична хімія», «Теоретична електрохімія», «Матеріалознавство», «Кристалографія та електрокристалізація металів», «Основи процесів осадження і розчинення металів» та на дисциплінах загальнонавчальної підготовки бакалаврів.

Освітні компоненти, які базуються на результатах навчання відносять до циклу професійної підготовки, в рамках яких необхідний вибір типу хімічних джерел струму для забезпечення роботи пристроїв та для подальшої професійної діяльності.

3. Зміст освітньої компоненти

РОЗДІЛ 1. Електрохімічні системи

Тема 1.1. Теорія виникнення електродного потенціалу

РОЗДІЛ 2. Електроди електрохімічних систем. Електричні кола

Тема 2.1. Види електродів. Вимоги до електродів електрохімічних систем хімічних джерел струму

Тема 2.2. Порівняльна характеристика електролітів, які застосовуються у хімічних джерелах струму

Тема 2.3. Внутрішній опір хімічного джерела струму

РОЗДІЛ 3. Типи хімічних джерел струму

Тема 3.1. Первинні хімічні джерела струму

Тема 3.2. Вторинні хімічні джерела струму (акумулятори)

Тема 3.3. Паливні елементи.

РОЗДІЛ 4. Виробництво і життєвий цикл хімічних джерел струму

Тема 4.1. Виробництво первинних і вторинних джерел струму

Тема 4.2. Переробка відпрацьованих хімічних джерел струму

Тема 4.3. Перспективні електрохімічні системи

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.

ДОДАТКОВА:

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

Інформаційні ресурси

3. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код курсу yehlcel .

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

При читанні лекцій з освітньої компоненти «Електрохімічні системи генерування енергії» застосовуються засоби для проведення відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій та слайдів, а також наочні експонати зразків з джерелами струму та їх складовими.

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	<u>Електродний потенціал. Характеристики різних електродів.</u>
2	<u>Електрохімічні кола. Типи електрохімічних кіл. Характеристики електрохімічних кіл.</u>
3	<u>Електроди хімічних джерел струму. Види електродів та їх характеристики.</u>
4	<u>Порівняльна характеристика електролітів, які застосовуються у хімічних джерелах струму. Водні, неводні і розплавлені електроліти, переваги і недоліки.</u>
5	<u>Первинні джерела струму. Класифікація. Переваги і недоліки різних систем.</u>
6	<u>Вторинні джерела струму (акумулятори). Переваги і недоліки різних систем.</u>
7	<u>Паливні елементи. Види пального. Використання повітря як окисника у паливних елементах.</u>
8	<u>Технологічні процеси виробництва первинних і вторинних джерел струму.</u>

Лабораторні заняття

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 практичного заняття	Кількість ауд.годин
1	Визначення електродних потенціалів елементів	10
2	Вплив складу електродів і електролітів на ЕРС електрохімічної системи	10
3	Вплив геометричних параметрів на характеристики електрохімічної системи	10
4	Визначення потужнісних характеристик електрохімічної системи	10

6. Самостійна робота студентів

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків; підготовка до МКР та заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу; проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт	1,25 години на тиждень
Підготовка до лабораторних занять	1 година на тиждень
Підготовка до МКР	3 години
Підготовка до заліку	5 годин

Політика та контроль

7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекційні та практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні та практичні заняття проводяться через

платформу дистанційного навчання Сікорський. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, конференції ZOOM. Відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковим.

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: виконання та захист лабораторних робіт, розрахункової роботи, виконання модульної контрольної роботи.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Для допуску до отримання заліку рейтинг студента повинен становити не менше 60 балів. Рейтинг протягом семестру складається з балів, що студент отримує за:

- виконання лабораторних робіт ;
- виконання розрахунково-графічної роботи;
- виконання модульної контрольної роботи.

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 дотриманні 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 дотриманні 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 дотримання 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 дотримання 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**.

2. Розрахунково-графічна робота

в звичайному, змішаному та дистанційному режимах роботи Університету
Ваговий бал – **40 балів**. Бали за розрахункову роботу розраховуються як сума балів за виконання окремих етапів роботи - власне виконання (16 балів), якість оформленого протоколу (8 балів) і захисту роботи (16 балів).

Виконання розрахункової роботи

- виконання завдань РР в повному обсязі при без зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок - 16 балів;
- виконання завдань РР в неповному обсязі при наявності зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок – 6-12 балів;
- невиконання завдань РР в повному обсязі за відведений час при наявності зауважень з боку викладача щодо вірності виконання роботи - 0 балів.

Якість протоколу та захисту розрахункової роботи

- наявність впевнених знань і набутих вмінь з завдань виконаної РР; бездоганне оформлення протоколу та інших матеріалів - 24 бали (не менше 90 % потрібної інформації);
- не зовсім повне оволодіння знаннями і вміннями за підсумками виконання РР; зауваження щодо повноти і якості оформлення протоколу - 16 балів (не менше 75 % потрібної інформації);
- наявність суттєвих зауважень щодо повноти, грамотності і охайності при оформленні матеріалів з виконаної РР - 6 балів (не менше 60 % потрібної інформації);
- значні зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі - 0 балів.

3. Модульна контрольна робота

в звичайному, змішаному та дистанційному режимах роботи Університету виконується у вигляді он-лайн тестування із застосуванням google-форм. Ваговий бал – **20 балів**. Передбачає тест із 20 питань. Вага кожного питання – 1 бал. Сумарний бал складається із суми набраних балів.

Семестровий контроль: залік.

На заліку студенти, що набрали 60 і більше балів, мають можливість:

- 1) отримати залікову оцінку відповідно до набраного рейтингу
- 2) виконувати залікову контрольну роботу з метою підвищення рейтингу. У разі отримання оцінки, більшої, ніж “автоматом” з рейтингу, студент отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи. У разі отримання оцінки меншої, ніж “автоматом” з рейтингу, студент отримує оцінку згідно попереднього рейтингу.

Залікова контрольна робота виконується у вигляді тесту на платформі g-suite. Тест містить 20 питань, вага кожного питання – 2 бали. Оцінка за виконання залікової роботи складається із суми набраних балів за вірні відповіді.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 100 балів:

$$RC = r_{\text{пр}} + r_{\text{мкр}} + r_{\text{рр}} = 40 + 20 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до заліку є зарахування всіх практичних занять, написання МКР, виконання РР та кількість рейтингових балів не менше 60.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре

84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

- Перелік завдань до МКР та для підготовки до заліку наведені у Google Classroom «Електрохімічні системи генерування енергії» (платформа Sikorsky-distance) та в системі «Електронний кампус».
- Перелік матеріалів, якими не дозволено користуватись під час екзамену – під час екзамену студенту заборонено використовувати будь-які допоміжні матеріали та літературу. За порушення вимог студенти усуваються від екзамену.

Робочу програму освітньої компоненти (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.*).