



Хімічні та електрохімічні методи в матеріалознавстві мікро- і нанорозмірних об'єктів

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

1) Реквізити освітньої компоненти

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 та інженерія</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>120 годин / 4 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / модульна контрольна робота / домашня контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Лекції 1 година на тиждень (1 пара раз на 2 тижні); практичні заняття 2 години на тиждень (2 пари раз на 2 тижні)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., доцент Васильєв Георгій Степанович, g.vasyliiev@kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Електронний кампус</i>

2) Програма освітньої компоненти

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

В сучасному світі відбувається постійний розвиток нових матеріалів з унікальними властивостями, що дозволяють використовувати їх у різних галузях, таких як енергетика, медицина, транспорт, електроніка та інші. Вивчення сучасних методів дослідження дозволяє розуміти структуру, властивості та поведінку цих матеріалів, що важливо для їх раціонального використання та розробки нових технологій.

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів компетентностей:

- Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК1);*
- ЗК4. Здатність оцінювати і адаптувати освоєні наукові методи і способи діяльності до умов сталого розвитку. (ЗК4);*

Фахових компетентностей спеціальності:

- Здатність використовувати сучасне спеціальне наукове обладнання та програмне забезпечення при проведенні експериментальних досліджень і здійсненні дослідно-конструкторських розробок у сфері хімічних технологій та інженерії (ФК4);
- Здатність використовувати сучасні методи досліджень, проводити наукові експерименти та вирішувати актуальні технічні задачі в області хімічних технологій та інженерії (ФК7);
- Здатність планувати і виконувати наукові дослідження у галузі хімічної інженерії (ФК8).

Здобувачі вищої освіти рівня магістр після засвоєння освітньої компоненти «Хімічні та електрохімічні методи в матеріалознавстві мікро- і нанорозмірних об'єктів» мають продемонструвати знання:

- Застосовувати передові знання сучасних концепцій, практик та методів для вдосконалення існуючих матеріалів та функціональних покриттів для визначення та прогнозування ключових параметрів і властивостей нових матеріалів та функціональних покриттів, в умовах лабораторії або виробництва (ПРН8).

- Знання сучасних методів дослідження, приладів та обладнань, програмного забезпечення в області хімічних технологій та інженерії (ПРН9).

- Вміти застосовувати методи і підходи передових досліджень в сфері хімічних технологій та інженерії (ПРН12)

зокрема знання:

- розуміти природу окисно-відновних процесів;
- визначати, які системи можна досліджувати електрохімічними методами;
- планувати, виконувати та обробляти результати електрохімічних досліджень;
- працювати на сучасному обладнанні для електрохімічних досліджень.

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

Пререквізитами до вивчення освітньої компоненти є освітні компоненти першого (бакалаврського) рівня підготовки.

Постреквізити:	
<p>Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 2.</p> <p>Наукова робота за темою магістерської дисертації,</p> <p>Науково-дослідна практика,</p> <p>Виконання магістерської дисертації</p>	<p>ПРН1. Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій.</p> <p>ПРН2. Здійснювати пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.</p> <p>ПРН3. Організовувати свою роботу і роботу колективу в умовах промислового виробництва, проектних підрозділів, науково-дослідних лабораторій, визначати цілі і ефективні способи їх досягнення, мотивувати і навчати персонал.</p> <p>ПРН4. Оцінювати технічні і економічні характеристики результатів наукових досліджень, дослідно-конструкторських розробок, технологій та обладнання хімічних виробництв.</p> <p>ПРН5. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення і презентації результатів професійної</p>

діяльності, досліджень та проектів.

ПРН6. Розробляти та реалізовувати проекти в сфері хімічних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

ПРН7. Здійснювати у науково-технічній літературі, патентах, базах даних, інших джерелах пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, і аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.

ПРН8. Застосовувати передові знання сучасних концепцій, практик та методів для вдосконалення існуючих матеріалів та функціональних покриттів для визначення та прогнозування ключових параметрів і властивостей нових матеріалів та функціональних покриттів, в умовах лабораторії або виробництва.

ПРН9. Знання сучасних методів дослідження, приладів та обладнань, програмного забезпечення в області хімічних технологій та інженерії.

ПРН10. Планувати та виконувати експериментальні і теоретичні дослідження в сфері хімічних технологій і інженерії, формулювати і перевіряти гіпотези, аргументувати висновки, презентувати результати досліджень.

ПРН11. Розробляти і викладати спеціальні дисципліни з хімічних технологій і інженерії у закладах вищої освіти.

ПРН12. Вміти застосовувати методи і підходи передових досліджень в сфері хімічних технологій та інженерії.

ПРН13. Вирішувати проблеми в області хімічної технології та інженерії як за стандартними підходами, так й власними оригінальними методиками.

3. Зміст освітньої компоненти

РОЗДІЛ 1. Предмет та зміст курсу

Тема 1.1. Вступ до курсу

1.1.1. Основні мета, задачі та загальний зміст курсу. Структура та сітка годин. Контрольні завдання, строки та вимоги до якості їх виконання.

1.1.2. Значення курсу в системі підготовки магістра.

РОЗДІЛ 2. Основні відомості про мікро- і нанооб'єкти

Тема 2.1. Використання мікро- і нанооб'єктів в сучасних технологіях

2.1.1. Наноконструкції;

2.1.2. Нанонаповнювачі;

2.1.3. Мікроелектроніка;

2.1.4. Сенсорні технології

Тема 2.2. Будова та класифікація мікро та нанооб'єктів

2.2.1. Площа поверхні наноматеріалів, дисперсність.

2.2.2. Способи класифікації дисперсних систем.

2.2.3. Класифікація за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища, ступенем дисперсності, формою частинок, ступенем структурованості.

Тема 2.3. Методи одержання дисперсних систем

2.3.1. Диспергаційні та конденсаційні методи одержання дисперсних систем.

2.3.2. «Зелений» синтез наноматеріалів. Структура частинок дисперсної фази.

2.3.3. Будова міцел та їх заряд. Механізм виникнення подвійного електричного шару.

РОЗДІЛ 3. Теоретичні основи електрохімічних методів аналізу та синтезу мікро і наноб'єктів

Тема 3.1. Будова електрохімічних систем та її складових

3.1.1. Іони, електропровідність, переносу струму в розчині.

3.1.2. Подвійний електричний шар, електродний потенціал.

3.1.3. Будова електродів, перенос струму через міжфазну межу.

Тема 3.2. Будова та принципи роботи обладнання для електрохімічних процесів

3.2.1. Електрохімічні комірки.

3.2.2. Прилади для статичної поляризації.

3.2.3. Прилади для динамічної поляризації.

РОЗДІЛ 4. Електрохімічні методи мікроаналізу та мікрофабрикації

Тема 4.1. Метод скануючої електрохімічної мікроскопії.

3.1.1. Принципи методу, обладнання, режими роботи.

3.1.2. Конструкція експертментальної установки: розчинники, датчики, медіатори.

Тема 4.2. Застосування методу скануючої електрохімічної мікроскопії

3.2.1. Застосування скануючої електрохімічної мікроскопії для дослідження біологічних об'єктів.

3.2.2. Застосування скануючої електрохімічної мікроскопії в корозійних дослідженнях.

3.2.3. Застосування скануючої електрохімічної мікроскопії в розробці джерел струму.

3.2.4. Застосування скануючої електрохімічної мікроскопії для модифікації поверхні.

Тема 4.3. Адитивні технології для мікро і нанофабрикації

4.3.1. Виготовлення мікро і нанооб'єктів з металу методами спікання порошку лазером чи електронним пучком.

4.3.2. Електроосадження з маскою та без.

Тема 4.4. Електрохімічний 3Д-друк

4.4.1. Виготовлення мікро і нанооб'єктів з металу методами локального електроосадження.

4.4.2. Виготовлення мікро і нанооб'єктів з металу методами електроосадження в меніску.

4.4.3. Виготовлення мікро і нанооб'єктів з металу за допомогою рідинного силового мікроскопа.

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 з.в.о. має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних заняттях.

БАЗОВА:

1. Scholz F. *Electroanalytical Methods Guide to Experiments and Applications* / Fritz Scholz. – Berlin: Springer-Verlag, 2010. – 366 с. – (Springer). – (Second, Revised and Extended Edition).
2. Bard A. *Electrochemical methods. Fundamentals and Applications* / A. Bard, L. Faulkner. – New York: John Wiley & Sons, Inc, 2001. – 850 с. – (Wiley). – (Second Edition).

3) Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Проведення лекцій з освітньої компоненти 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. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№ з/п	Дата	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	1 тиждень	<u>Вступ до курсу</u> Основні мета, задачі та загальний зміст курсу. Структура та сітка годин. Контрольні завдання, строки та вимоги до якості їх виконання. Значення курсу в системі підготовки магістра. <u>Використання мікро- і наноб'єктів в сучасних технологіях</u> Нанокompозити, наноповерхні, мікроелектроніка, сенсорні технології.
2	3 тиждень	<u>Будова та класифікація мікро та наноб'єктів</u> Площа поверхні наноматеріалів, дисперсність. Способи класифікації дисперсних систем. Класифікація за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища, ступенем дисперсності, формою частинок, ступенем структурованості.
3	5 тиждень	<u>Методи одержання дисперсних систем</u> Диспергаційні та конденсаційні методи одержання дисперсних систем. «Зелений» синтез наноматеріалів. Структура частинок дисперсної фази. Будова міцел та їх заряд. Механізм виникнення подвійного електричного шару.
4	7 тиждень	<u>Теоретичні основи електрохімічних методів аналізу та синтезу мікро і наноб'єктів.</u> Іони, електропровідність, ПЕШ, електродний потенціал, будова електродів, переносу струму в розчині, через міжфазну межу, закони Фарадея.
5	9 тиждень	<u>Будова та принципи роботи обладнання для електрохімічних процесів</u> Електрохімічні комірки, прилади для статичної поляризації, прилади для динамічної поляризації.
6	11 тиждень	<u>Метод скануючої електрохімічної мікроскопії</u> Принципи методу, обладнання, режими роботи. Конструкція експертментальної установки: розчинники, датчики, медіатори.
7	13 тиждень	<u>Застосування методу скануючої електрохімічної мікроскопії</u> Застосування для дослідження біологічних об'єктів, в корозійних дослідженнях, в розробці джерел струму, для модифікації поверхні та кінетичних дослідженнях.
8	15 тиждень	<u>Аддитивні технології для мікро і нанофабрикації</u>

		<i>Виготовлення мікро і нанооб'єктів з металу методами спікання порошку лазером чи електронним пучком. Електроосадження з маскою та без.</i>
9	17 тиждень	<i><u>Електрохімічний 3Д-друк</u> Виготовлення мікро і нанооб'єктів з металу методами локального електроосадження, електроосадження в меніску, електроосадження за допомогою рідинного силового мікроскопа.</i>

Практичні заняття

Основні завдання практичних занять – це використання одержаних на лекціях знань для вирішення практичних та теоретичних задач та закріплення теоретичного матеріалу.

<i>№ з/п</i>	<i>Тема практичного заняття</i>	<i>Кількість ауд. годин</i>
1-4	<i>Характеристики дисперсних систем. Вирішення задач на визначення дисперсності для об'єктів різної геометрії, визначення площі поверхні.</i>	9
5-8	<i>Властивості електрохімічних систем. Вирішення задач на визначення будови і заряду поверхні міцел, потенціалу течії, потенціалу седиментації, дзета-потенціалу.</i>	9
9-12	<i>Розрахунки параметрів для електрохімічного аналізу матеріалів Вирішення задач на визначення параметрів стану поверхні за результатами локальних вимірювань.</i>	9
13-18	<i>Розрахунки процесів електрохімічного 3Д-друку. Вирішення задач на визначення середньої густини струму, швидкості локального електроосадження. Прогнозування розподілу струму та матеріалу по поверхні на основі параметрів електроосадження.</i>	9

6. Самостійна робота з.в.о

Самостійна робота з.в.о. (СР) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт; підготовка до модульної контрольної роботи, виконання розрахункової роботи. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

<i>Вид СР</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять та проведення розрахунків.</i>	<i>2 години на тиждень x 18 тижнів = 36 год.</i>
<i>Підготовка до модульної контрольної роботи</i>	<i>6 години</i>
<i>Виконання домашньої контрольної роботи</i>	<i>18 годин</i>
<i>Підготовка до заліку</i>	<i>6 годин</i>

4) Політика та контроль

7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекційні та лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні та лабораторні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. У дистанційному режимі всі заняття

проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковим.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- Заохочувальні бали можуть нараховуватися викладачем виключно за виконання творчих робіт з освітньої компоненти або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату. Їхня сума не може перевищувати 12 балів.
- Штрафні бали в рамках навчальної освітньої компоненти не передбачені.

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 модульної контрольної роботи, домашньої контрольної роботи, виконання та захист лабораторних робіт.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг з.в.о. 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 модульної контрольної роботи;
- виконання домашньої контрольної роботи;
- робота на практичних заняттях.

Критерії нарахування балів:

1. Модульна контрольна робота

в звичайному, змішаному та дистанційному режимах роботи Університету виконується у вигляді он-лайн тестування із застосуванням google-форм, на 9-му лекційному занятті. Ваговий бал – **40 балів**. Передбачає тест із 20 питань. Вага кожного питання – 2 бали. Сумарний бал складається із суми набраних балів.

2. Домашня контрольна робота

в звичайному, змішаному та дистанційному режимах роботи Університету виконується в електронному вигляді, після перевірки здається друкований варіант. Завдання видається на 14 тижні, здати необхідно на 18 тижні. Ваговий бал – **24 бали**. Бали за розрахункову роботу розраховуються як сума балів за виконання роботи (14 балів), якість оформлення (5 балів) і захист роботи (5 балів).

Виконання розрахункової роботи

- виконання завдань РР в повному обсязі при без зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок (не менше 90 % потрібної інформації) - 14 балів;
- виконання завдань РР в неповному обсязі при наявності зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок (не менше 60 % потрібної інформації) – 7 балів;

- невиконання завдань РР в повному обсязі за відведений час при наявності зауважень з боку викладача щодо вірності виконання роботи (менше 60 % потрібної інформації) - 0 балів.

Якість протоколу та захисту розрахункової роботи

- наявність впевнених знань і набутих вмінь з завдань виконаної РР; бездоганне оформлення протоколу та інших матеріалів - 10 балів;
- не зовсім повне оволодіння знаннями і вміннями за підсумками виконання РР; зауваження щодо повноти і якості оформлення протоколу - 6 балів;
- наявність суттєвих зауважень щодо повноти, грамотності і охайності при оформленні матеріалів з виконаної РР – 3 бали;
- значні зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі - 0 балів.

3. Практичні заняття – 36 балів

У звичайному режимі роботи університету практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі практичні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. У дистанційному режимі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування практичних занять є обов'язковим.

Ваговий бал – **36 балів**. Визначається із розрахунку, що один студент активно працює на 9 практичних за семестр, по 4 бали за кожне заняття.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу. 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) здобувач вищої освіти отримує «атестований», якщо його поточний рейтинг не менше 8 балів. На другому календарному контролі (14-й тиждень) здобувач вищої освіти отримує «атестований», якщо його поточний рейтинг не менше 16 балів.

4. Семестровий контроль: залік.

На заліку з.в.о., що набрали 60 і більше балів, мають можливість:

- 5) отримати залікову оцінку відповідно до набраного рейтингу
- 6) 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 – 3,8 бала. 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:

$$RC = r_{\text{пр}} + r_{\text{мкр}} + r_{\text{дкр}} = 36 + 40 + 24 = 100 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до заліку є написання МКР, виконання ДКР та кількість рейтингових балів не менше 60.

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>

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

- *Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час заліку – під час заліку здобувачу вищої освіти заборонено використовувати будь-які допоміжні матеріали та літературу. За порушення вимог студенти усуваються від заліку.*
- *Під час захисту ДКР або лабораторних робіт студент має право для уточнення фізичних параметрів процесів скористатись власними роботами.*

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено доцентом кафедри технології електрохімічних виробництв, д.т.н., доц. Васильєвим Георгієм Степановичем.

Ухвалено кафедрою технології електрохімічних виробництв (протокол № 18 від 24.06.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024 р.)