



Ресурсозберігаючі та екологічно безпечні технології

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістр)</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 освітньої компоненти	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Лекції 1 година на тиждень (1 пара раз на 2 тижні); лабораторні заняття 3 години на тиждень (3 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, Google Classroom https://classroom.google.com/c/NTUzNjg2MDA3NDQx?cjc=dfce73n</i>

Програма освітньої компоненти

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

Викладання здобувачам вищої освіти рівня магістр (з.в.о.) освітньої компоненти «Ресурсозберігаючі та екологічно безпечні технології» обумовлений сучасними викликами в сферах захисту довкілля та середовища існування людей. Стрімке зростання промислового виробництва, використання видобувних видів палива, відсутність переробки відходів зумовлює щорічне погіршення стану навколишнього середовища та потребує ресурсоефективного сталого виробництва та споживання, вимагає переходу країн до «зеленої» моделі економіки за рахунок впровадження найкращих доступних екологічно безпечних, ресурсо- та енергозберігаючих технологій.

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів компетентностей:

- Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК1);*
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК3);*

Фахових компетентностей спеціальності:

- Здатність організовувати і управляти хіміко-технологічними процесами в умовах промислового виробництва та в науково-дослідних лабораторіях з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів (ФК 2);
- Здатність використовувати результати наукових досліджень і дослідно-конструкторських розробок для вдосконалення існуючих та/або розробки нових технологій і обладнання хімічних виробництв (ФК 3);
- Здатність впроваджувати інновації в процеси хімічної галузі з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку (ФК 5).

Здобувачі вищої освіти рівня магістр після засвоєння освітньої компоненти «Ресурсозберігаючі та екологічно безпечні технології» мають продемонструвати знання:

- Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій (ПРН1).
- Оцінювати технічні і економічні характеристики результатів наукових досліджень, дослідно-конструкторських розробок, технологій та обладнання хімічних виробництв (ПРН4).

зокрема знання:

- шляхів ефективного використання матеріалів на виробництві;
- підходів енергоефективності та види енергоресурсів;
- шляхів скорочення обсягів стічних вод та їх очищення;
- методів скорочення обсягів утворення відходів та їх утилізації;
- основних джерел викидів в атмосферне повітря;
- підходів до впровадження ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва в промисловому секторі

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:	
Основи інженерії та технології сталого розвитку	ПРН1 Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій. 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.
Інноваційні хімічні технології створення новітніх матеріалів	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 Проводити інновації на виробництвах хіміко-технологічного

профілю з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку.

ПРН9 Організовувати та проводити синтез каталізаторів/адсорбентів, наноматеріалів, функціональних покриттів/реагентів; створювати системи перетворення енергії та технології хімічної переробки відходів.

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. Основи ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва

Тема 2.1. Сучасні проблеми та світові тенденції захисту довкілля.

2.1.1. Глобальні екологічні проблеми.

2.1.2. Напрямки вирішення екологічних проблем.

2.1.3. Законодавство у сфері охорони навколишнього природного середовища України та Європейського Союзу.

2.1.4. Найкращі доступні технології та методи керування.

Тема 2.2. Ресурсозберігаюче та екологічно безпечне виробництво як інструмент переходу до «зеленої» економіки

2.2.1. Введення до ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва.

2.2.2. Цілі та переваги ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва.

2.2.3. Екологічні аспекти, які розглядає ресурсозберігаюче та екологічно безпечне виробництво.

2.2.4. Індикатори для оцінки ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва.

РОЗДІЛ 3. Ефективне використання ресурсів

Тема 3.1. Ефективне використання матеріалів

3.1.1. Сировина (матеріали).

3.1.2. Класифікація сировини (матеріалів).

3.1.3. Вибір сировини та її якість.

3.1.4. Ефективне використання сировини.

3.1.5. Еко-індустріальні парки та інноваційні кластери

Тема 3.2. Енергоефективність та види енергоресурсів

3.2.1. Види та джерела енергії.

3.2.2. Енергетичне господарство.

3.2.3. Ефективне використання енергії.

Тема 3.3. Ефективне використання води

3.3.1. Джерела та споживачі водних ресурсів на підприємстві.

3.3.2. Якісні характеристики води.

3.3.3. Ефективне використання води.

РОЗДІЛ 4. Екологічно безпечне поводження з відходами

Тема 4.1. Скорочення обсягів стічних вод та їх очищення

4.1.1. Види стічних вод на підприємстві.

- 4.1.2. Способи очищення стічних вод.
- 4.1.3. Скорочення обсягів стічних вод.

Тема 4.2. Скорочення обсягів утворення відходів та їх утилізація

- 4.2.1. Джерела утворення відходів.
- 4.2.2. Безпечне та ефективне поводження з відходами.

Тема 4.3. Основні джерела викидів в атмосферне повітря

- 4.3.1. Джерела забруднення атмосфери.
- 4.3.2. Скорочення викидів в атмосферу.
- 4.3.3. Електрохімічні газові сенсори для екологічного моніторингу.

РОЗДІЛ 5. Впровадження ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва в промисловому секторі

Тема 5.1. Збір та аналіз даних

- 5.1.1. Ознайомлення з основними підрозділами підприємства.
- 5.1.2. Збір загальної інформації щодо споживання ресурсів та виробництва продукції.
- 5.1.3. Розрахунок показників ресурсоспоживання.
- 5.1.4. Аналіз даних.
- 5.1.5. Вибір пріоритетних напрямків оцінки ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва.

Тема 5.2. Оцінка ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва

- 5.2.1. Аналіз матеріальних потоків.
- 5.2.2. Аналіз енергетичних потоків.
- 5.2.3. Аналіз ефективності водокористування.

Тема 5.3. Пошук ресурсоефективних рішень. Підходи ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва

- 5.3.1. Підходи ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва.
- 5.3.2. Розповсюджені рішення ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва.
- 5.3.3. Вибір та еколого-економічне обґрунтування заходів ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва.
- 5.3.4. Екологічна оцінка.

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. Сучасні екологічно чисті технології. Курс лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів ступеня доктора філософії за освітньою програмою «Хімічні технології та інженерія» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. В. М. Павленко, В. Ю. Тобілко, А. І. Бондарєва. – Електронні текстові дані (1 файл: 592,61 Кбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 78 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45705>
2. Ресурсоефективне та чисте виробництво: навчальний посібник. Проект в рамках програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського

Союзу» за підтримки ООН з промислового розвитку ЮНІДО та Центру ресурсоефективного та чистого виробництва в Україні, 2017. 84 с. URL: <https://cutt.ly/HRdtW3I>

3. Довідник з ресурсоефективного та чистого виробництва: галузь будівельних матеріалів. Проект в рамках програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» за підтримки ООН з промислового розвитку ЮНІДО та Центру ресурсоефективного та чистого виробництва в Україні, 2017. 108 с. URL: <https://cutt.ly/xRdtTT6>
4. Васильєв Г.С., Васильєва С.М., Герасименко Ю.С., Лінючева О.В. Корозійно-екологічний моніторинг повітряного і водного середовищ. – Київ: Політехніка, 2021. – 274 с.
5. Ресурсозберігаючі та екологічно безпечні технології [Текст]: метод. вказівки до викон. лаборатор. робіт з освітньої компоненти «Ресурсозберігаючі та екологічно безпечні технології» для студентів спеціальності Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення / Уклад. Г.С. Васильєв, Ю.С. Герасименко, М.В. Бик - К: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. - 31 с.

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>Сучасні проблеми та світові тенденції захисту довкілля.</u> Глобальні екологічні проблеми. Напрямки вирішення екологічних проблем. Законодавство у сфері охорони навколишнього природного середовища України та Європейського Союзу. Найкращі доступні технології та методи керування.
2	3 тиждень	<u>Ресурсозберігаюче та екологічно безпечне виробництво як інструмент переходу до «зеленої» економіки</u> Введення до ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва. Цілі та переваги ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва. Екологічні аспекти, які розглядає ресурсозберігаюче та екологічно безпечне виробництво. Індикатори для оцінки ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва.
3	5 тиждень	<u>Ефективне використання матеріалів</u> Сировина (матеріали). Класифікація сировини (матеріалів). Вибір сировини та її якість. Ефективне використання сировини. Еко-індустріальні парки та інноваційні кластери.
4	7 тиждень	<u>Енергоефективність та види енергоресурсів</u> Види та джерела енергії. Енергетичне господарство. Ефективне

		<i>використання енергії.</i>
5	9 тиждень	<i><u>Ефективне використання води</u> Джерела та споживачі водних ресурсів на підприємстві. Якісні характеристики води. Ефективне використання води.</i>
6	11 тиждень	<i><u>Скорочення обсягів стічних вод та їх очищення</u> Види стічних вод на підприємстві. Способи очищення стічних вод. Скорочення обсягів стічних вод.</i>
7	13 тиждень	<i><u>Скорочення обсягів утворення відходів та їх утилізація</u> Джерела утворення відходів. Безпечне та ефективне поводження з відходами.</i>
8	15 тиждень	<i><u>Основні джерела викидів в атмосферне повітря</u> Джерела забруднення атмосфери. Скорочення викидів в атмосферу. Електрохімічні газові сенсори для екологічного моніторингу. <u>Впровадження ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва в промисловому секторі</u> Збір та аналіз даних. Оцінка ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва. Пошук ресурсоефективних рішень. Підходи ресурсозберігаючого та екологічно безпечного виробництва.</i>
9	17 тиждень	<i>Модульна контрольна робота</i>

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.

<i>№ з/п</i>	<i>Назва лабораторної роботи</i>	<i>Опис запланованої роботи</i>	<i>Кількість ауд. год</i>
0	<i>Вступне заняття</i>	<i>Вступний інструктаж з правил перебування в лабораторії та техніки безпеки</i>	4
1	<i>Використання відходів переробки рослинної сировини в якості джерела інгібіторів корозії</i>	<i>Отримання екстракту рослинної сировини (шрот ріпаку) та випробування його в якості інгібітору корозії сталі методом поляризаційного опору або поляризаційних кривих</i>	10
2	<i>Використання відходів переробки рослинної сировини в якості джерела відновників для отримання наноматеріалів</i>	<i>Отримання екстракту рослинної сировини (жмих винограду, абрикосу) та випробування його в якості відновника іонів срібла. Визначення ступеня перетворення срібла із іонного виду в металічне в ході синтезу методом потенціометрії</i>	10
3	<i>Переробка первинних цинк-марганцевих джерел струму</i>	<i>В роботі виконується розділення лужних і сольових джерел струму, магнітна сепарація заліза, подрібнення і вимивання водою, відділення пластику, розчинних компонентів і позитивної електродної маси, вилуговування залишків цинку, електроекстракція цинку.</i>	10

4	Безхроматна пасивація сталі у хлоридному розчині	В роботі оцінюється ефективність заміни хроматного пасиватора сталі на молібдатний. Для цього визначається залежність струму в пасиній області від концентрації хромату, а потім аналогічна залежність для молібдату.	10
5	Екстракція міді з відпрацьованих електролітів використанням альтернативних джерел енергії	В роботі досліджується вилучення міді з електроліту міднення при використанні в якості джерела струму сонячної панелі. Кількість осажденої міді оцінюють гравіметрично.	10

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:

Вид СР	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт; підготовка до модульної контрольної роботи.	2 години на тиждень x 18 тижнів = 36 год.
Підготовка до модульної контрольної роботи	3 години
Підготовка до екзамену	27 годин

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 25% від рейтингової шкали.
- 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, відповіді на лекціях, 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 та захист 5 лабораторних робіт - в звичайному, змішаному та дистанційному режимах роботи Університету;
- виконання модульної контрольної роботи;

Критерії нарахування балів:

1. Лабораторні роботи

в звичайному, змішаному та дистанційному режимах роботи Університету

Ваговий бал – **75 балів**. Бали за лабораторну роботу розраховуються як сума балів за виконання окремих етапів роботи – допуск і власне виконання (6 балів), якість оформленого протоколу (3 бали) і захисту роботи (6 бали). Всього виконується 5 робіт.

Виконання лабораторної роботи

- виконання завдань ЛР в повному обсязі без зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок або щодо додержання вимог техніки безпеки - 6 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 - 6 бали (не менше 90 % потрібної інформації);
- не зовсім повне оволодіння знаннями і вміннями за підсумками виконання ЛР; зауваження щодо повноти і якості оформлення протоколу – 3-4 бали (не менше 75 % потрібної інформації);
- наявність суттєвих зауважень щодо повноти, грамотності і охайності при оформленні матеріалів з виконаної ЛР – 2 бал (не менше 60 % потрібної інформації);
- значні зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі - 0 балів.

2. 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 – **25 балів**. Передбачає тест із 25 питань. Вага кожного питання – 1 бал. Сумарний бал складається із суми набраних балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог syllabus. 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 15 балів. На другому календарному контролі (14-й тиждень) здобувач вищої освіти отримує «атестований», якщо його поточний рейтинг не менше 30 балів.

3. Семестровий контроль: залік.

На заліку з.в.о., 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 з.в.о. може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = r_{лр} + r_{мкр} = 75 + 25 = 100 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, написання МКР та кількість рейтингових балів не менше 40.

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 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 екзамену.
- Під час захисту 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.)