

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методична рада

Хмельницького національного університету

Протокол від 22 вересня № 1

Голова Науково-методичної ради

Віктор ЛОПАТОВСЬКИЙ

(Підпис)

(Ім'я, прізвище)



**СЕРТИФІКАТНА ПРОГРАМА**

Практична реалізація принципів зеленої хімії  
при викладанні природничих дисциплін

(Назва)

1 / 30

(Обсяг програми)

кред. ЄКТС / год.

Форма навчання очна / дистанційна

Керівник сертифікатної програми

(Підпис)

Тетяна ІВАНШЕНА, к.т.н., доц.

(Ім'я, прізвище, учене звання, учений ступінь)

Завідувач кафедри

(Підпис)

Ольга ПАРАСКА, д.т.н., доц.

(Ім'я, прізвище, учене звання, учений ступінь)

**Сертифікатна програма**

вводиться в дію з 01.10 2022 р.

Наказ від 29.09. 2022р. № 196-кп

<b>1. Загальна інформація</b>	
Назва програми	Практична реалізація принципів зеленої хімії при викладанні природничих дисциплін
Шифр програми	
Тип програми за змістом	Підвищення кваліфікації
Форма навчання	Очна / Дистанційна
Цільові групи	Викладачі ЗВО, учителі хімії, біології і екології закладів загальної середньої освіти, керівники гуртків
Передумови навчання за програмою	Базова педагогічна освіта та / або досвід викладання дисциплін природничого спрямування
Обсяг програми	1 кредит ЄКТС
Тривалість програми та організація навчання	Два тижні
Мова викладання	Українська
Перелік професійних компетентностей, для підвищення рівня яких спрямована програма	Здатність спрямовувати здобувачів освіти на прогрес і досягнення світової промисловості, програми виробників хімічної продукції, які спрямовані на збереження навколишнього середовища і досягнення сталого розвитку суспільства; здатність аналізувати ефективність проектних рішень, пов'язаних з підбором вихідних матеріалів, реагентів, розчинників, умов проведення реакцій з точки зору загальної ефективності хімічного синтезу та принципів зеленої хімії; здатність розробляти і реалізовувати проекти у професійній освіті, у тому числі міждисциплінарні.
Укладач програми	Доцент кафедри хімії та хімічної інженерії Хмельницького національного університету Тетяна Іванішена
<b>2. Загальна мета</b>	
Вдосконалення практичних умінь та навичок природничо-технологічної діяльності вчителів з метою формування у слухачів курсів системних уявлень про практичну реалізацію принципів і основних напрямів зеленої хімії та методологічних підходів щодо вдосконалення хімічних продуктів та процесів на їх основі, які дозволяють зменшити або виключити використання та утворення шкідливих речовин, мінімізувати їх негативний вплив на довкілля.	

### 3. Очікувані результати навчання

По завершенню сертифікатної програми слухачі мають: використовувати свої знання, розуміння та базові навички дослідження та розробки в галузі природничих наук для оцінки ризику та ступеня екологічності хімічної реакції, потенціалу синтезованих сполук як небезпечних речовин; розробляти схеми синтезу/виділення/очищення цільового хімічного продукту на основі принципів зеленої хімії; мінімізувати ризики для навколишнього середовища шляхом впровадження біотехнологічних, новітніх каталітичних процесів з високою атомною ефективністю; використовувати принципи заміни традиційних органічних розчинників на нешкідливі; впроваджувати шляхи ефективного використання відновлюваної сировини та поводження з відходами.

### 4. Викладання та навчання (методи навчання, форми проведення навчальних занять)

Методи: словесні (розповідь, пояснення), наочні (демонстрування, ілюстрування) та практичні (хімічний експеримент).

Форми: практичні заняття, самостійна робота.

### 5. Ресурсне забезпечення дистанційного навчання

ZOOM, Viber, Moodle

### 6. Оцінювання і форми поточного, підсумкового контролю

Критерії оцінювання	Документ про підвищення кваліфікації видається за умови виконання слухачем повного пакету практичних та самостійних завдань, які виконані на достатньому рівні та вище.
Форма підсумкового контролю	Презентація мультимедійного кейсу

### Структура програми

Назва теми	Загальна кількість годин / ЄКТС	Практичні заняття	Самостійна робота*
1 модуль Принципи «зеленої» хімії.			
Критерії оцінки ефективності реакцій хімічних	6/0,2	4	2
2 модуль Практичні аспекти провадження принципів «зеленої» хімії.			
Ознаки «зелених» хімічних реакцій.	6/0,2	4	2
«Зелена інженерія» у поводженні з відходами	6/0,2	4	2
Оцінка життєвого циклу матеріалів, як метод	6/0,2	4	2

практичної реалізації принципів «зеленої хімії».			
3 модуль Підсумковий контроль			
Презентація мультимедійного кейсу.	6/0,2	2	4
<b>Разом:</b>	<b>30/1</b>	<b>18</b>	<b>12</b>

\*Самостійна робота слухачів полягає у систематичному опрацюванні теоретичного матеріалу, проведення розрахунків, оформлення практичних робіт та підготовка мультимедійного кейсу.

## Зміст програми

### 1. Принципи «зеленої» хімії.

Взаємозв'язок зеленої хімії, зеленої інженерії, екологічної хімії та сталого розвитку. Принципи зеленої хімії. Приклади слідування принципам зеленої хімії. Критерії оцінки ефективності хімічних реакцій.

Практична робота 1.

Критерії оцінки ефективності хімічного синтезу. Кількісна оцінка утворення побічних продуктів та впливу на оточуюче середовище всіх компонентів реакції.

### 2. Практичні аспекти впровадження принципів «зеленої хімії»

Ознаки «зелених» хімічних реакцій. Альтернативні реакційні середовища та проведення реакцій у відсутності розчинника. Каталіз хімічних реакцій. Попередження утворення та поводження з відходами. Оцінка життєвого циклу матеріалів. Поновлювані джерела енергії та сировини. Матеріали, здатні до біодеградації.

Практична робота 2

Ознаки «зелених» хімічних реакцій.

Практична робота 3

Трансформація технологій у боротьбі з відходами

Практична робота 4

Оцінка життєвого циклу матеріалів, як метод практичної реалізації принципів «зеленої хімії».

## Навчальні ресурси:

- 1 Тихомірова Ф. А. Зелена хімія: нова хімічна філософія / Ф. А.Тихомірова // Вісник ОНУ. Хімія. 2015. Том 20, вип. 2(54) - с.93-100.
- 2 Thomas F. DeRosa. Engineering Green Chemical Processes. Renewable and sustainable design. - McGraw-Hill Education, 2015. – 561 p.
- 3 Satish A. Dake Green Chemistry and Sustainable Technology: Biological, /Pharmaceutical, and Macromolecular Systems/A. Dake Satish, S. Shinde Ravindra, C. Ameta Suresh, A. K. Naghi - CRC Press, 2020. - 342 p.
- 4 Buxing Han. Green Chemistry and Chemical Engineering (Encyclopedia of Sustainability Science and Technology Series) / Han Buxing, T.n Wu, 2019.- 719 p.