

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра хімії високомолекулярних сполук



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана/директора  
з навчальної роботи

*Наталія Усенко*  
Наталія УСЕНКО

« 30 » 06 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗЕЛЕНА ХІМІЯ

для здобувачів освіти

галузі знань 10 Природничі науки  
спеціальність 102Хімія  
освітній рівень бакалавр  
освітня програма Хімія  
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання денна  
Навчальний рік 2022/2023  
Семестр 3  
Кількість кредитів ECTS 3,0  
Мова викладання,  
навчання та оцінювання українська  
Форма заключного контролю залік

Викладач (лектор): професор Вретік Людмила Олександрівна


Пролонговано: на 20\_/20\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

на 20\_/20\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Розробник: Вретік Людмила Олександрівна, д.х.н., доцент, професор, кафедри хімії високомолекулярних сполук

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри хімії високомолекулярних сполук

 Ірина САВЧЕНКО

Протокол № 17 від «1» червня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 7 від «29» червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії  Олександр ПОЇК

« 30 » червня 2022 року

**1. Мета дисципліни** – надати здобувачам освіти знання щодо основних принципів та практичної реалізації підходів «зеленої хімії» як нової методології розробки та використання хімічних продуктів і процесів, що зменшують або виключають використання та утворення шкідливих речовин; спонукати здобувачів освіти спиратися на основні принципи зеленої хімії при виборі підходу до синтезу хімічних речовин.

**2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:** знати основні поняття органічної хімії на рівні випускника середньої загальноосвітньої школи, володіти базовими знаннями із загальної та неорганічної хімії, мати базові знання з фізики.

**3. Анотація навчальної дисципліни.** Передбачається теоретичне вивчення інструментів та принципів зеленої хімії; уявлення про життєвий цикл хімічних продуктів; використання відновлюваних ресурсів, каталітичних процесів, альтернативних реакційних середовищ та новітніх технологій у розробці «зелених» хімічних продуктів та процесів; уявлення про матеріали, здатні до біологічного розкладу.

**4. Завдання (навчальні цілі):** розвинути уявлення про основний зміст принципів «зеленої» хімії; навчитися кількісно оцінювати утворення побічних продуктів/відходів в результаті синтезу та впливу на оточуюче середовище всіх компонентів реакції; розвинути уявлення про новітні технології, що дозволяють зменшити утворення відходів/витрат реагентів/витрат енергії/ створення небезпек і аварійних ситуацій; надати уявлення про матеріали, що не призначені до довготривалого використання та легко розкладаються у природних умовах.

**5. Результати навчання за дисципліною:**

Результати навчання (1 – знати; 2 – уміти; 3 – комунікація; 4 - автономність та відповідальність)	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1. Знати місце зеленої хімії в системі хімічних наук	лекції, практичні, самостійні	Контрольна робота (тест), усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	5
1.2. Знати основні принципи зеленої хімії	лекції, практичні, самостійні	Контрольна робота (тест), усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	10
1.3. Знати підходи до дизайну хімічних матеріалів та процесів, що відповідають основним принципам зеленої хімії	лекції, практичні, самостійні	Контрольна робота (тест), усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	25
2.1. Використати знання та розуміння основних принципів зеленої хімії;	практичні, самостійні	Контрольна робота (тест), усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату. захист практичних робіт, перевірка завдань самостійної роботи.	10

2.2. Використати набуті знання для кількісної оцінки ефективності хімічного синтезу;	практичні, самостійні	Захист практичних робіт, перевірка завдань самостійної роботи.	15
2.3. Знайти у першоджерелах інформацію про «зелені» хімічні продукти та процеси.	практичні, самостійні	Захист практичних робіт, перевірка завдань самостійної роботи.	15
3.1. Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі зеленої хімії	лекції, практичні, самостійні	Захист практичних робіт, перевірка завдань самостійної роботи.	5
3.2. Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	практичні, самостійні	Захист практичних робіт, перевірка завдань самостійної роботи.	5
4.1. Здатність обирати найбільш «зелені» методи синтезу та матеріали;	практичні, самостійні	Захист практичних робіт, перевірка завдань самостійної роботи.	5
4.2. Дотримуватися принципів зеленої хімії при роботі в хімічній лабораторії	практичні, самостійні	Захист практичних робіт, перевірка завдань самостійної роботи.	5

## 6. Схема формування оцінки

### 6.1. Форми оцінювання здобувачів освіти:

#### Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані здобувачем освіти: **80 балів /48 балів**, а саме:

1. Контрольна робота №1: РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3– **20/12 балів**.
2. Контрольна робота №2: РН 1.3, РН 2.1– **15/9 балів**.
3. Усна доповідь з презентацією: РН 1.1-1.3, РН 2.1 – **15/9 балів**.
4. Самостійна робота: РН 1.1-1.3, РН 2.1-2.3, РН 3.1-3.2, РН 4.1-4.2 -**10/6 балів**.
5. Практичні роботи № 1–5: РН 1.2-1.3, РН 2.1-2.3, РН 3.1-3.2, РН 4.1-4.2– **20/12 балів**.

#### Підсумкове оцінювання (у формі заліку):

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані здобувачем освіти: **20 балів /12 балів**.

Результати навчання, які будуть оцінюватись: РН 1.1-1.3, РН 2.1, РН 2.2, РН 2.3, РН 3.1

Форма проведення: письмова робота.

Види завдань: три теоретичних питання на 20 балів.

**Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за залік не може бути меншою, за 12 балів.**

**Здобувач освіти допускається до заліку, якщо протягом семестру він:**

набрав не менше, ніж **48 балів** та виконав і захистив всі практичні роботи, зробив усну доповідь з презентацією, виконав і вчасно здав завдання самостійної роботи.

## 6.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Контрольна робота №1: не раніше **5 тижня** семестру;

Контрольна робота №2: не раніше **8 тижня** семестру;

Доповідь презентується до **12 тижня** семестру.

Усна доповідь з презентацією та написання реферату виконується протягом семестру, але не пізніше, ніж за **2 тижні** перед його закінченням;

Персональні завдання для написання реферату та усної доповіді з презентацією здобувачі освіти отримують не пізніше, як за **8 тижнів** до закінчення семестру;

Оцінювання самостійної роботи: впродовж семестру.

## 6.3. Шкала відповідності (за умови заліку)

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень / Marks
зараховано	60-100
Не зараховано	0-59

## 7. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій, практичних занять та самостійної роботи

№ тем и	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	С/Р
<b>Змістовий модуль 1. Основні принципи зеленої хімії</b>				
1	Обґрунтування необхідності нових підходів щодо дизайну хімічних продуктів та процесів	2		
2	Дванадцять принципів «зеленої» хімії - загальна характеристика	4		
3	Основні поняття «зеленої» хімії. Кількісна оцінка ефективності хімічної реакції	4	4	
4	Відходи хімічної промисловості – основні джерела/причини утворення	2		
5	Поводження з відходами, попередження утворення	2		
6	«Життєвий цикл» хімічних продуктів	2	2	12
7	Проблеми, пов'язані з виробництвом, використанням та утилізацією полімерів	2		12
	<i>Усього</i>	14	6	24
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>			
<b>Змістовий модуль 2. Практична реалізація принципів зеленої хімії</b>				
8	Розв'язання проблеми хімічних відходів – загальні підходи	2		
9	Економії атомів: реакції з максимальним використанням атомів	2	4	6
10	«Зелені» каталітичні системи	2		6
11	Альтернативні реакційні середовища – порівняльна характеристика	2		
12	Синтези без розчинників, синтези у воді	2		6
13	«Зелені» процеси у надкритичних рідинах	2		
14	Матеріали, здатні до біологічного розкладу	2	4	6
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>			
	<i>Усього</i>	14	8	24
	<b>УСЬОГО за семестр</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>48</b>

Загальний обсяг **90 год.**, у тому числі:

Лекцій – **28 год.**

Практичних занять – **14 год.**

Самостійних робіт - **48 год.**

## 9. Рекомендовані джерела

### *Основні:*

1. Л.О. Вретік «Зелена хімія»: **навч. посіб.** для студентів хімічного факультету / К.: ВПЦ «Київський університет», 2018.- 91 с.
2. Anastas, P. T., Warner, J. C. Green Chemistry Theory and Practice. New York: Oxford University Press.-1998.

### *Додаткові:*

1. Anastas, P. and Eghbali, N. Green Chemistry: Principles and Practice // Chem. Soc. Rev. - 2010.-39.- p.301-312.
2. Lankaster, M. Green Chemistry: An Introductory Text, RSC publishing.- 2010.- 328 pp.
3. Sheldon R.A., Fundamentals of Green chemistry: efficiency in reaction design // Chem. Soc.Rev.-2012.- 41.- p.1437-1451.
4. Franceska M. Kerton Alternative Solvents for Green Chemistry // RSC Publishing – 2009.- 349 pp.
5. Monomers, polymers and composites from renewable resources Ed. by Belgacem, M.N. and Gandinini, A.-Elsevier.-2008.-552 pp.
6. A.P. Dicks and A. Hent, Green Chemistry Metrics, Springer Briefs in Green Chemistry for Sustainability- Science-2014.
7. Sheldon R.A., E factors, green chemistry and catalysis: an odyssey // Chem. Commun.- 2008.- p.3352-3365.
8. Lidstroem, P., Tierney, J., Wathey, B. and Westman, J. Microwave assisted organic synthesis- a review // Tetrahedron.-57.-p. 9225-9283.
9. Nuchter M., Ondruschka B., Bonrath W. and Gum A. Microwave assisted synthesis – a critical technology overview //Green Chem .- 2004.-6.- p.128 – 141.
10. Woods H. M., Silva M. C. G., Nouvel C., Shakesheff K. M. and Howdl S. M. Materials processing in supercritical carbon dioxide: surfactants, polymers and biomaterials // J . Mater. Chem.- 2004- 14- p.1663–1678
11. Alfonsi K., Colberg J., Dunn P. J. et al Green chemistry tools to influence a medicinal chemistry and research chemistry based organization // Green Chem.- 2008.- vol.10.-P. 31–36.

### *Інтернет ресурси:*

1. "Next Generation Environmental Technologies: Benefits and Barriers"  
[http://www.rand.org/pubs/monograph\\_reports/MR1682.html](http://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1682.html)
2. <https://www.epa.gov/greenchemistry>
3. <https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry>
4. <http://www.environment.gov.au/settlements/publications/waste/degradables/biodegradable/capter3.html>