

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет
Кафедра хімії високомолекулярних сполук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи


Наталія УСЕНКО
18 травня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФУНКЦІОНАЛІЗАЦІЯ МАКРОМОЛЕКУЛ

для здобувачів освітньо-наукового рівня доктор філософії

галузі знань **10 Природничі науки**
спеціальність **102 Хімія**
освітній рівень "доктор філософії"
освітня програма **Хімія**
вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання **денна**

Навчальний рік **2021/2022**

Період навчання **2 рік навчання**

Кількість кредитів ECTS **4 кредити**

Мова викладання, навчання та оцінювання **українська**

Форма заключного контролю **іспит**

Викладач (лектор): д.х.н., проф., **Вретік Людмила Олександрівна**

Пролонговано:

на **202_ / 202_** н.р. _____ (_____) «__» _____ 202__ р.

на **202_ / 202_** н.р. _____ (_____) «__» _____ 202__ р.

Розробник: **Вретік Людмила Олександрівна, проф., д.х.н., проф., кафедра хімії високомолекулярних сполук**

Зав. кафедри хімії високомолекулярних сполук

 (Савченко І.О.)

Протокол № 10 від 19 березня 2021 р.

Схвалено науково – методичною комісією хімічного факультету
Протокол № 7 від “20” квітня 2021 року

Голова науково-методичної комісії
“20” 04. 2021 р.



Олександр РОЇК

ВСТУП

1. Мета дисципліни – дати знання новітніх методів синтезу функціоналізованих макромолекул.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Знати органічну хімію та хімію високомолекулярних сполук на рівні магістра за спеціальністю «Хімія».
2. Володіти навичками пошуку інформації в науковій літературі.
3. Володіти елементарними навичками продукування нових ідей, мати здатність до творчого (креативного) мислення

3. Анотація навчальної дисципліни. Дисципліна «Функціоналізація макромолекул» належить до переліку дисциплін вільного вибору аспіранта. В даній дисципліні докладно розглянуто можливості синтезу функціоналізованих макромолекул методами контрольованої радикальної полімеризації, каталітичної поліконденсації, а також варіанти постполімеризаційної модифікації макромолекул. Окремо розглядаються підходи до синтезу макромолекул складної архітектури.

4. Завдання: навчити аспірантів користуватись підходами сучасної полімерної хімії для створення функціоналізованих макромолекул різної архітектури.

Згідно з вимогами Національної рамки кваліфікацій дев'ятого рівня освіти дисципліна забезпечує набуття аспірантами таких компетентностей:

інтегральна: Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні:

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1);
2. Навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-2);
3. Здатність проведення самостійних досліджень на сучасному рівні (ЗК-3);
4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК-5);
5. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-8)
6. Навички презентації наукових матеріалів та аргументів у письмовій та усній формі перед цільовою аудиторією (ЗК-11).

Спеціальні (фахові, предметні):

1. Здатність формулювати наукову проблему (ФК-1).
2. Здатність до критичного аналізу і оцінки наукових досягнень (ФК-2).
3. Здатність застосовувати знання та уміння при розв'язанні кількісних та якісних хімічних задач незнайомого типу (ФК-3).
4. Здатність демонструвати знання та розуміння важливих фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії (ФК-4).
5. Здатність інтерпретувати дані, отримані при лабораторних експериментах та вимірюваннях і прив'язувати їх до відповідної теорії (ФК-5).
6. Здатність до оцінювання і розгляду результатів та отриманих даних, що включає вміння вибрати потрібну техніку та процедури (ФК-7).
7. Навички використання сучасних комп'ютерних і комунікаційних методів в хімії. (ФК-13).
8. Навчальні навички, необхідні для подальшого професійного розвитку (ФК-14).

5. Результати навчання за дисципліною:

<i>Код</i>	<i>Результат навчання (1. знати; 2. Вміти; 3. Комунікація*; 4. Автономність та відповідальність*)</i>	<i>Форми викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання (ПтК – поточний, ПсК – підсумковий контроль)</i>	<i>Відсоток у під- сумковій оцінці з дисципліни</i>
1. Знання				
1.	1.1 Знати основні методи синтезу та аналізу органічних сполук та полімерів 1.2 Чіткі уявлення про основні методи обробки експерименту, які використовуються в хімії та межі їх застосування 1.3 Можливості використовувати набуті знання при оформленні результатів наукових досліджень.	Лекції, самостійні	ПтК-3, ПсК	30
2. Вміння				
2.	2.1. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.	Практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-3, ПсК	10
	2.2. Використовувати набуті теоретичні знання та компетенції з хімії для вирішення прикладних задач	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-3, ПсК	20
3. Комунікація				
3.	3.1 Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації результатів експерименту	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-3, ПсК	10
	3.2 Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10
4. Автономність та відповідальність				
4.	Вміти самостійно інтерпретувати та оформлювати результати експерименту	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	20

* ПтК-1- тест, ПтК-2– опитування ПтК-3 – контрольна робота, ПсК –екзамен

* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

ПРН \ РНД (код)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	4
Знання								
Базові методологічні знання та розуміння основ хімії та суміжних галузей знань(ЗУ-1)	+	+	+	+	+			+
Здатність розуміти та інтерпретувати основи фізики та математики на рівні, достатньому для використання їх у різних сферах хімії(ЗУ-2)	+	+	+	+	+	+		+
Знання хімічної термінології та номенклатури, спроможність описувати хімічні дані у символічному вигляді(ЗУ-3)	+	+	+	+	+	+		+
Знання основних типів хімічних реакцій та їх характеристики(ЗУ-4)	+	+	+		+	+		+
Здатність пояснити зв'язок між будовою та властивостями речовин(ЗУ-5)	+	+	+	+	+	+		+
Знання та розуміння періодичного закону та періодичної системи елементів, здатність описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основі(ЗУ-6)	+	+	+	+	+	+		+
Знання основ оформлення експериментів (ЗУ-7)				+	+	+		+
Знання основних принципів термодинаміки та хімічної кінетики, здатність до їх застосування для рішення практичних задач(ЗУ-8)	+	+	+		+	+		+
Знання основних способів одержання полімерів, включаючи полімеризацію, поліконденсацію та полімераналогічні перетворення полімерів(ЗУ-9)	+	+	+	+	+	+		+
Уміння			+	+	+	+	+	+
Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї(ЗУ-10)				+	+	+	+	+
Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей(ЗУ-11)					+	+	+	+
Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних(ЗУ-12)	+			+	+	+	+	+
Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів(ЗУ-13)				+	+	+	+	+
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність(ЗУ-14)			+		+	+	+	+

ПРН	РНД (код)								
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	4	
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії(ЗУ-15)	+	+		+	+	+		+	
Використовувати свої знання та розуміння на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи(ЗУ-16)	+	+	+	+	+	+	+	+	
Готувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти(ЗУ-17)					+			+	
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії(ЗУ-18)	+	+			+	+	+	+	
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури(ЗУ-19)				+	+	+	+	+	
Використовувати набуті знання та компетенції з хімії в прикладному полі, базові інженерно-технологічні навички(ЗУ-20)					+	+	+	+	
Комунікація Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією(К-1)				+	+	+	+	+	
Вміння коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування(К-2)				+	+	+	+	+	
Вміння відображати результати своїх наукових досліджень у письмовому вигляді(К-3)	+			+	+	+	+	+	
Здатність до презентації результатів своїх досліджень(К-4)	+			+	+	+	+	+	
Здатність працювати в міждисциплінарній команді, мати навички міжособистісної взаємодії(К-5)					+	+	+	+	
Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних(К-6)				+	+	+	+	+	
Автономія та відповідальність Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища (К-7)	+				+			+	
Здатність діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо на основі етичних міркувань(К-8)	+			+	+	+	+	+	
Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати(К-9)	+			+	+	+	+	+	
Здатність приймати обґрунтовані рішення та рухатися до спільної мети(К-10)	+			+	+	+	+	+	

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання

- 1.1. активність під час практичного заняття;
- 1.3. виконання домашньої самостійної роботи;
- 1.4. виконання модульної контрольної роботи.

- підсумкове оцінювання

Іспит

До іспиту входять теми, що вивчаються самостійно.

7.2. Організація оцінювання (за формами контролю згідно з графіком навчального процесу):

	Змістовий модуль 1 (ЗМ ₁)			Змістовий модуль 2 (ЗМ ₂)			Іспит	Разом
	1	2	3	1	2	3		
	24	2	8	20	2	4		
Мах. Балів	34			26			40	100
Мін. Балів*	20			16			24	60
Мін. Балів**	12			8			40	60

1 – поточне оцінювання роботи в змістовому модулі (колоквіум, контрольна робота після 2 та 5 модулів)

2 – активність (виконання лабораторних робіт)

3 – самостійна (домашня) робота

* рекомендований мінімум; ** критичний мінімум

До іспиту може бути допущений аспірант, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни «Функціоналізація макромолекул» (а саме: виконання зазначених у програмі домашніх самостійних робіт, виконання модульних контрольних робіт, і при цьому за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі отримав за змістовні модулі сумарну оцінку не менше 36 балів (критично розрахунковий мінімум при формі підсумкового контролю – іспит).

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів.

У випадку відсутності аспіранта з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» від 31 серпня 2018 року

7.3. Шкала відповідності оцінок

Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail	35-59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій і практичних занять

№ теми	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	С/Р
Змістовий модуль 1. Синтез функціоналізованих макромолекул методами контрольованої радикальної полімеризації				
1	Загальна характеристика підходів до функціоналізації макромолекул.	1		
2	RAFT-полімеризація: основи метода.	3	1	16
3	Синтез функціоналізованих макромолекул методом ATRP-полімеризації.	3		10
4	Синтез макромолекул складної архітектури методами RAFT- та ATRP-полімеризації.	2		16
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>			
	<i>Всього</i>			
Змістовий модуль 2. Пост-полімеризаційна модифікація макромолекул та каталітична поліконденсація				
5	Полімераналогічні перетворення.	3	1	32
6	Окиснення, деструкція, структурування макромолекул.	2		12
7	Синтез кон'югованих макромолекул методом каталітичної поліконденсації	2		10
8	Доведення будови функціоналізованих макромолекул	2	2	
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>			
	<i>Всього</i>			
	ВСЬОГО	18	4	96

Загальний обсяг **120 год.**, у тому числі:

Лекцій – **18 год.**,

Практичні – **4 год.**

Самостійна робота – **96 год.**

Консультації – **2 год**

Рекомендована література

Основна:

1. Гетьманчук Ю.П. Полімерна хімія.- К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008.-456 с.-ISBN 978-966-439-060-3.
2. Braun D., Cherdrón H., Ritter H. Polymer synthesis: theory and practice: fundamentals, methods, experiments, 2001.-333 p.- ISBN 3540416978.
3. Cowie, J.M.G. Polymers: chemistry and physics of modern materials, 2nd edition.-Blackie Academic & Professional, 1996.- 436 p.
4. Handbook of RAFT polymerization. Ed. Christopher Barner-Kowollik, 2008.-WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.-558 p.-ISBN 978-3-527-31924-4.
5. Jakubowski, Wojciech. "Complete Tools for the Synthesis of Well-Defined Functionalized Polymers via ATRP". Sigma-Aldrich. <https://www.sigmaaldrich.com/UA/en/technical-documents/technical-article/materials-science-and-engineering/polymer-synthesis/atrp>
6. Nitroxide-Mediated Polymerization: A Versatile Tool for the Engineering of Next Generation Materials Halynne R. Lamontagne and Benoît H. Lessard // *ACS Applied Polymer Materials* 2020 2 (12), 5327-5344 DOI: 10.1021/acsapm.0c00888

Додаткова:

1. Beilstein Journal of Organic chemistry: <https://www.beilstein-journals.org/bjoc/series/9>
2. Franssen, Nicole M. G.; Reek, Joost N. H.; Bruin, Bas de Synthesis of functional 'polyolefins': state of the art and remaining challenges // *Chemical Society Reviews*. –2013.- vol.42, №13.- P.5809–5832. doi:10.1039/c3cs60032g.
3. Boen, Nicole K.; Hillmyer, Marc A. Post-polymerization functionalization of polyolefins // *Chemical Society Reviews*. -2005.-Vol. 34, №3. -P. 267–275. doi:10.1039/b311405h.
4. Jing M. Ren, Thomas G. McKenzie, Qiang Fu, Edgar H. H. Wong, Jiangtao Xu, Zesheng An, Sivaprakash Shanmugam, Thomas P. Davis, Cyrille Boyer, and Greg G. Qiao *Star Polymers* // *Chemical Reviews*. -2016.- vol.116, №12.- P.6743-6836. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00008>
5. Amin, Smruti B.; Marks, Tobin J. Versatile pathways for in situ polyolefin functionalization with heteroatoms: catalytic chain transfer // *Angewandte Chemie International Edition*.- 2008.- vol. 47, №11.- P. 2006–2025. doi:10.1002/anie.200703310. ISSN 1521-3773.
6. Ramakrishnan, S.; Berluche, E.; Chung, T. C. Functional group-containing copolymers prepared by Ziegler-Natta process // *Macromolecules*.- 2002.- vol. 23, №2.- P. 378–382. doi:10.1021/ma00204a004.
7. Justin O. Zoppe, Nariye Cavusoglu Ataman, Piotr Mocny, Jian Wang, John Moraes, Harm-Anton Klok Surface-initiated controlled radical polymerization: state-of-the-art, opportunities, and challenges in surface and interface engineering with polymer brushes // *Chem. Rev.* - 2017. - vol.117, №3. -P.1105–1318. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemrev.6b00314>