

1. Мета дисципліни – вивчення сучасних підходів до створення “розумних” функціональних матеріалів на основі гомо- та кополімерів, а також полімерних композитів, допованих молекулами з комплексом властивостей; формування у здобувачів освіти уміння критично оцінювати перспективність використання матеріалів залежно від типу активного елементу (молекулярна ланка, активний допant у полімерній матриці) та фізико-хімічних характеристик полімеру/композиту для виробництва сучасних виробів для потреб промисловості.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Знати основні поняття фотохімії, органічної хімії, хімії та фізичної хімії високомолекулярних сполук.
2. Володіти базовими знаннями органічної хімії та хімії високомолекулярних сполук.
3. Знати основні поняття фізичних методів дослідження та ідентифікації структури сполук.

3. Анотація навчальної дисципліни. Молекулярні фотоперемикачі з різними типами організації структури. Фотохромізм та фотохроми. Полімерні фотоперемикачі в різних типах полімерних матеріалів: в аморфній матриці, на поверхнях полімерів, в супрамолекулярному та рідкокристалічному середовищах, в пористих кристалічних матеріалах. Рідкокристалічні полімери з водневими зв'язками: здатність до зміни об'єму, пористості та кольору під дією зовнішніх чинників. Вогнестійкі полімери. Полімери як матеріали для сонячних батарей: вплив структурних елементів та регулювання енергетичних рівнів.

4. Завдання: навчальна задача курсу полягає в ознайомленні студентів з найбільш сучасними та перспективними напрямками використання полімерів та полімерних композитів у повсякденному житті та новітніх технологіях, при цьому основний акцент робиться на вирішення високотехнологічних завдань енергетики та інформаційно-комунікаційних технологій (оптоелектроніка, фотоактивні датчики, сонячна енергетика), а також підготовці студентів до самостійного аналізу перспектив використання полімерів для виготовлення високотехнологічних виробів та розвитку практичних здібностей, спрямованих на оптимізацію очікуваних властивостей полімерів шляхом керування структурними та фізико-хімічними характеристиками. Навчальна дисципліна спрямована на досягнення наступних загальних та спеціальних (фахових) компетентностей: ЗК1, ЗК2, ЗК4, ЗК 8, ЗК14 та ФК1, ФК2, ФК6, ФК8, ФК9.

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1. Знання				
1.1	Знати місце полімерів з специфічним комплексом властивостей (фотоактивні, фото- та електропровідні, рідкокристалічні властивості тощо) в системі хімічних наук	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	15

1.2	Знати методи одержання основних органічних сполук і полімерів з потенційними фото-, електро-властивостями.	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	15
1.3	Знати фізико-хімічні особливості полімерних матеріалів спеціального призначення.	самостійні роботи	перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	15
1.4	Знати теоретичні основи керування властивостями полімерів та полімерних композитів шляхом коригування структури.	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	15
2. Уміння				
2.1	Уміти знаходити та аналізувати інформацію з сучасних літературних джерел щодо методів синтезу основних органічних сполук та мономерів/полімерів на їх основі.	самостійні роботи	перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	10
2.2	Визначати методи одержання кожного з видів розглянутих на лекціях органічних сполук, полімерів, проаналізувати переваги та недоліки цих методів.	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	20
3. Комунікація				
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі основних органічних сполук та полімерних матеріалів з комплексом специфічних властивостей.	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	10

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

ПРН	РНД (код)						
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1
Р2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.	+	+	+	+			
Р3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.		+	+	+	+	+	
Р4. Синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, аналізувати їх і оцінювати відповідність заданим вимогам.	+	+			+	+	
Р9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.	+	+		+	+	+	
Р10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.			+		+	+	+
Р13. Аналізувати наукові проблеми та пропонувати їх вирішення на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові, які можна дослідити окремо.					+	+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

Семестрове оцінювання:

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

1. Контрольна робота №1: РН 1.1, РН 1.2, РН 1.4– **20/12 балів**.
2. Контрольна робота №2: РН 1.1, РН 2.2, РН 3.1– **20/12 балів**.
3. Завдання самостійної роботи: РН 1.1-1.4, РН 2.1-2.2, РН 3.1 -**20/12 балів**.
4. Реферат: РН 1.2-1.4, РН 2.1-2.2, РН 3.1– **20/12 балів**.

Підсумкове оцінювання (у формі заліку):

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

Результати навчання, які будуть оцінюватись: РН 1.1-1.4, РН 2.1, РН 2.2, РН 3.1

Форма проведення: письмова робота.

Види завдань: два теоретичні питання 20 балів.

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

Студент допускається до заліку, якщо протягом семестру він: набрав не менше, ніж **48 балів**, написав реферат, виконав і вчасно здав завдання самостійної роботи.

7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Контрольна робота №1: не раніше **7 тижня** семестру;

Контрольна робота №2: не раніше **12 тижня** семестру;

Персональні завдання для написання реферату студенти отримують не пізніше, як за **8 тижнів** до закінчення семестру;

Оцінювання самостійної роботи: впродовж семестру.

7.3. Шкала відповідності оцінок

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

8. Структура навчальної дисципліни

Тематичний план лекцій та практичних робіт

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	самостійні роботи	практичні роботи
<i>Фотоактивні полімери та полімерні композити. Синтез фотоактивних органічних сполук та полімерів.</i>				
1	Тема 1. Молекулярні фотоперемикачі. Фотохромізм та фотохроми.	2	8	2
2	Тема 2. Фотоперемикачі в аморфній матриці	1	8	2
3	Тема 3. Фотоперемикачі на поверхнях полімерів.	1	6	
4	Тема 4. Фотоперемикачі в супрамолекулярному та рідкокристалічному середовищах.	2	10	
5	Тема 5. Світлочутливі пористі кристалічні матеріали.	2	6	

6	Тема 6. Кристалічні матеріали з фотоперемиканням.	2	6	
	<i>Контрольна робота 1</i>			
<i>Рідкокристалічні полімери. Провідні полімери.</i>				
1	Тема 7. Супрамолекулярні рідкокристалічні полімери з водневими зв'язками	8	6	2
2	Тема 8. Спряжені полімери для перетворень типу «фотона в електрон» і «фотона в паливо».	4	6	
3	Тема 9. Полімери як матеріали для сонячних батарей	4	10	
4	Тема 10. Полімери з нелінійно-оптичними властивостями	2	8	4
5	Тема 11. Вогнестійкі та термостійкі полімери	2	6	
	<i>Контрольна робота 2</i>			
	<i>Підсумкова контрольна робота</i>			
	УСЬОГО	30	80	10

Загальний обсяг **120 год.**¹, в тому числі:

Лекцій – 30 год.

Практичні роботи - 10 год

Самостійні роботи – 80 год.

¹ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Goulet - Hanssens, Alexis; Eisenreich, Fabian; Hecht, Stefan (2020). *Enlightening Materials with Photoswitches. Advanced Materials*, 1905966. doi:10.1002/adma.201905966
2. Sean J. D. Lugger; Simon J. A. Houben; Yari Foelen; Michael G. Debije; Albert P. H. J. Schenning; Dirk J. Mulder; (2021). *Hydrogen-Bonded Supramolecular Liquid Crystal Polymers: Smart Materials with Stimuli-Responsive, Self-Healing, and Recyclable Properties*. *Chemical Reviews*, – doi:10.1021/acs.chemrev.1c00330
3. Muench, Simon; Wild, Andreas; Friebe, Christian; Häupler, Bernhard; Janoschka, Tobias; Schubert, Ulrich S. (2016). *Polymer-Based Organic Batteries. Chemical Reviews*, doi:10.1021/acs.chemrev.6b00070
4. Lee, Changyeon; Lee, Seungjin; Kim, Geon-U; Lee, Wonho; Kim, Bumjoon J. (2019). *Recent Advances, Design Guidelines, and Prospects of All-Polymer Solar Cells. Chemical Reviews*, doi:10.1021/acs.chemrev.9b00044
5. *New Polymers for Special Applications*. Edited by Ailton De Souza Gomes. <http://dx.doi.org/10.5772/3345>
6. *Polymers for Photonics Applications I*. Larry Dalton (auth.), Prof. Kwang-Sup Lee (eds.). 2002, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN 13: 9783540446088
7. *Polymers for Photonics Applications II: Nonlinear Optical, Photorefractive and Two-Photon Absorption Polymers (Advances in Polymer Science, 161)* 2003. Kwang-Sup Lee (Editor). ISBN-13: 978-3540431572
8. *Conjugated Polymers. Properties, Processing, and Applications*. Edited By John R. Reynolds, Barry C. Thompson, Terje A. Skotheim. 2019. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429190520>
9. Kangkang Zhou, Kaihu Xian, Long Ye (2021). *Morphology control in high-efficiency all-polymer solar cells. InfoMat*. 2022;4:e12270. <https://doi.org/10.1002/inf2.12270>
10. Lee, Changyeon; Lee, Seungjin; Kim, Geon-U; Lee, Wonho; Kim, Bumjoon J. (2019). *Recent Advances, Design Guidelines, and Prospects of All-Polymer Solar Cells. Chemical Reviews*, 119, 8028–8086. doi:10.1021/acs.chemrev.9b00044
11. Sean J. D. Lugger; Simon J. A. Houben; Yari Foelen; Michael G. Debije; Albert P. H. J. Schenning; Dirk J. Mulder; (2022). *Hydrogen-Bonded Supramolecular Liquid Crystal Polymers: Smart Materials with Stimuli-Responsive, Self-Healing, and Recyclable Properties*. *Chemical Reviews*, 122 (5), 4946-4975. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.1c00330>
12. Zhi-Peng Yu, Kangrong Yan, Wajid Ullah, Hongzheng Chen, and Chang-Zhi Li (2021). *Conjugated Polymers for Photon-to-Electron and Photon-to-Fuel Conversions. ACS Appl. Polym. Mater.* 2021, 3, 1, 60–92. <https://doi.org/10.1021/acsapm.0c00791>

Додаткові:

1. Wang, Yuxin; Huang, Xingyi; Li, Tao; Li, Liqiang; Guo, Xiaojun; Jiang, Pingkai (2019). *Polymer-based Gate Dielectrics for Organic Field-effect Transistors. Chemistry of Materials*, doi:10.1021/acs.chemmater.8b03904
2. Muench, Simon; Wild, Andreas; Friebe, Christian; Häupler, Bernhard; Janoschka, Tobias; Schubert, Ulrich S. (2016). *Polymer-Based Organic Batteries. Chemical Reviews*, 116, 16, 9438–9484. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00070>
3. Lee, Changyeon; Lee, Seungjin; Kim, Geon-U; Lee, Wonho; Kim, Bumjoon J. (2019). *Recent Advances, Design Guidelines, and Prospects of All-Polymer Solar Cells. Chemical Reviews*, 119, 13, 8028–8086. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.9b00044>