

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА»**

Факультет природничих наук

Кафедра хімії

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ХІМІЯ СОРБЕНТІВ ТА ФОТОКАТАЛІЗАТОРІВ**

Освітня програма бакалавра

Спеціальність 102 Хімія

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “25” серпня 2020 р.

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Хімія сорбентів та фотокаталізаторів
<b>Викладач (-і)</b>	Професор Миронюк Іван Федорович
<b>Контактний телефон викладача</b>	+380503738486
<b>E-mail викладача</b>	myrif555@gmail.com
<b>Формат дисципліни</b>	Лекції, практичні, лабораторні роботи, самостійна робота
<b>Обсяг дисципліни</b>	6 кредитів, 180 годин
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="https://d-learn.pnu.edu.ua">https://d-learn.pnu.edu.ua</a>
<b>Консультації</b>	Щотижня
<b>2. Анотація до курсу</b>	
Дисципліна «Хімія сорбентів та фотокаталізаторів» вивчається студентами спеціальності «Хімія» на третьому курсі в шостому семестрі. Предмет спрямований на ознайомлення студентів з відомими методами одержання та дослідження сорбційних і фотокаталітичних матеріалів. Розглядається вплив різних чинників на процес структуроутворення і морфологію функціональних матеріалів. Велика увага приділяється теоретичним основам явищ адсорбції і фотокаталізу.	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<b>Мета курсу</b> – формувати у студентів навички та вміння самостійної роботи при використанні основних методів отримання сорбентів нового покоління, а також ознайомити студентів з новітніми розробками в сфері дослідження сорбційних матеріалів та нанорозмірних фотокаталізаторів.	
<b>Завдання курсу:</b> навчити студентів самостійної роботи з технікою хімічного експерименту (робота зі стандартним хімічним обладнанням та приладами), а також відпрацювати на конкретних прикладах найпростіші операції, що виконуються при отриманні сорбційних і фотокаталітичних матеріалів.	
<b>Знати:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основні типи сорбційних матеріалів, методи їх синтезу та дослідження фізико-хімічних властивостей;</li> <li>• основні типи фотокаталізаторів, принципи їх функціонування, основні напрямки практичного застосування в сучасній науці та промисловості;</li> <li>• підходи для створення нових сорбційних матеріалів і фотокаталізаторів;</li> <li>• основні методи контролю функціональних властивостей неорганічних сорбентів та фотоактивних матеріалів;</li> <li>• основні методи хімічного та термо-хімічного модифікування сорбентів і фотокаталізаторів з метою підвищення їх активності.</li> </ul>	
<b>Вміти:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• застосовувати на практиці знання про будову та фізико-хімічні властивості сорбентів і фотокаталізаторів для вирішення насушних проблем;</li> <li>• використовувати закономірності зв'язку між хімічним складом, структурою та властивостями сорбентів та фотоактивних сполук під час синтезу нових перспективних матеріалів.</li> </ul>	
<b>4. Результати навчання (компетентності)</b>	
<b>Загальні компетентності (ЗК):</b> ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК3. Здатність працювати у команді. ЗК4. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації. ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК6. Здатність спілкуватися іноземною мовою.	

ЗК7. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК10. Здатність до пошуку та засвоєння інформації з різних джерел.

ЗК13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

#### **Спеціальні (фахові) компетентності (СК):**

СК2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати ефективні методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

СК5. Здатність використовувати сучасні методи аналізу даних.

СК6. Здатність оцінювати ризики.

СК7. Здатність виконувати типові хімічні лабораторні дослідження.

СК8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

СК10. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

#### **Програмні результати навчання (ПРН):**

ПРН8. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.

ПРН9. Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.

ПРН10. Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.

ПРН13. Аналізувати та оцінювати результати досліджень, пропонувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних аспектів.

ПРН17. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.

ПРН19. Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення поставлених завдань.

### **5. Організація навчання курсу**

#### Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	30
Практичні заняття	10
Лабораторні роботи	20
Самостійна робота	120

#### Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / Вибірковий
<b>Шостий</b>	<b>102 «Хімія»</b>	Третій	Вибірковий

#### Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Літера- тура	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
<b>Тема 1.</b> Явище адсорбції. Типи адсорбентів. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра.	Лекція	[1]	2 год Сам. роб. 4 год		За розкладом
<b>Тема 2.</b> Ступінчаста і полі молекулярна адсорбція. Полімолекулярна адсорбція	Лекція	[1]	2 год Сам. роб. 4		За розкладом

газів. Теорія BET.			год		
<b>Тема 3.</b> Потенціальна теорія Поляні. Адсорбційний потенціал. Теорія об'ємного заповнення мікропор.	Лекція	[1]	2 год Сам. роб. 4 год		За розкладом
<b>Тема 4.</b> Силікагель, його структурно-морфологічні характеристики. Технологічні аспекти одержання сферичних і циліндричних гранул силікагелю.	Лекція	[2 – 4]	2 год Сам. роб. 4 год		За розкладом
<b>Тема 5.</b> Вуглецеві адсорбенти та методи їх одержання. Структурно-морфологічні характеристики адсорбентів, одержаних термолітичним розкладом моно- та дисахаридів.	Лекція	[5-7]	2 год Сам. роб. 4 год		За розкладом
<b>Тема 6.</b> Синтез вуглецевих адсорбентів з використанням темплат. Темплати для синтезу мікро- та мезопористих адсорбентів.	Лекція	[5-7]	2 год Сам. роб. 4 год		За розкладом
<b>Тема 7.</b> Адсорбенти для еферентної медицини.	Лекція, практичне заняття	[8]	2 год. 2 год., Сам. роб. 8 год.	Максимальн а оцінка – 5 б	За розкладом
<b>Тема 8.</b> Адсорбенти для вилучення з водного середовища катіонів важких металів і стронцію.	Лекція	[9 – 11]	2 год Сам. роб. 4 год		За розкладом
<b>Тема 9.</b> Золь-гель синтез мезопористого титан (IV) оксиду та його структурно-морфологічні характеристики. Вплив катіонів металів та одержання рутильної і анатазної модифікацій TiO <sub>2</sub> .	Лекція, практичне заняття (КР № 2)	[12,13]	2 год., 2 год., Сам. роб. 8 год.	Максимальна оцінка за КР – 10 б	За розкладом
<b>Тема 10.</b> Пірогенний синтез аеродисперсного кремнезему. Аналітичні характеристики аеросилу. Адсорбція катіонів металів аеродисперсним кремнеземом із хемосорбованими	Лекція	[14]	2 год., Сам. роб. 4 год.		За розкладом

триметилсилільними групами.					
<b>Тема 11.</b> Явище фото каталізу. Зв'язок фото каталізу з фото сенсibiliзацією і спектрофотокаталізом. Різновиди фото каталізу і типи фото каталітичних систем.	Лекція, практичне заняття	[14,15]	2 год., 2 год., Сам. роб. 8 год.	Максимальна оцінка – 5 б	За розкладом
<b>Тема 12.</b> Фотоіндуковане накопичення надлишкового заряду в наночастинкових напівпровідниках. Ефект Бурштейна-Мосса.	Лекція	[15]	2 год., Сам. роб. 4 год.		За розкладом
<b>Тема 13.</b> Фотокаталітичні процеси за участю наночастинок напівпровідника, заряджених під дією світла.	Лекція, практичне заняття	[15]	2 год., 2 год., Сам. роб. 8 год.	Максимальна оцінка – 5 б	За розкладом
<b>Тема 14.</b> Різновиди та методи синтезу нанодисперсних фотокаталізаторів.	Лекція	[15]	2 год., Сам. роб. 4 год.		За розкладом
<b>Тема 15.</b> Двохкомпонентні напівпровідникові нанофотокаталізатори. Одержання сонячного водню з використанням нанофотокаталізаторів. Фото каталітичне знешкодження патогенних мікроорганізмів	Лекція, практичне заняття (КР №2)	[15]	2 год., 2 год., Сам. роб. 8 год.	Максимальна оцінка за КР – 10 б	За розкладом
<b>Лабораторна робота. №1.</b> Розрахункова робота, опрацювання експериментальних ізотерм математичними моделями.	Лабораторна робота	[1 – 15]	4 год., Сам. роб. 8 год.	Максимальна оцінка – 5 б	За розкладом
<b>Лабораторна робота № 2.</b> Визначення точки нульового заряду поверхні твердого тіла.	Лабораторна робота	[1 – 15]	4 год., Сам. роб. 8 год.	Максимальна оцінка – 5 б	За розкладом
<b>Лабораторна робота № 3.</b> Визначення адсорбційної здатності сорбента по відношенню до барвників.	Лабораторна робота	[1 – 15]	4 год., Сам. роб. 8 год.	Максимальна оцінка – 5 б	За розкладом
<b>Лабораторна робота № 4.</b> Синтез наночастинок магнетиту методом осадження.	Лабораторна робота	[1 – 15]	4 год., Сам. роб. 8 год.	Максимальна оцінка – 5 б	За розкладом

<b>Лабораторна робота № 5.</b> Синтез наночастинок магній фериту методом золь-гель авто горіння.	Лабораторна робота	[1 – 15]	4 год., Сам. роб. 8 год.	Максимальна оцінка – 5 б	За розкладом
<b>6. Система оцінювання курсу</b>					
Загальна система оцінювання курсу	Залік: максимальна оцінка – 100 балів. Допуск до заліку – 50 балів: – за лабораторні заняття – 30 балів; – практичні заняття – 20 балів. Залікова робота – 50 балів.				
Практичні заняття	За роботу на парах студент може отримати максимум 20 балів до допуску (2 контрольні роботи по максимум 10 балів за кожен парах).				
Лабораторні заняття	Після виконання роботи студент повинен оформити звіт до кожної роботи, а також захистити їх у викладача на позитивну оцінку (мінімум 3 бали). Максимум – 5 балів за кожен роботу. За виконання лабораторного практикуму студент може отримати максимум 30 балів до допуску.				
Умови допуску до підсумкового контролю	Виконання 100 % завдань на лабораторних роботах. Відвідування більше 50% лекційних занять. Робота на парах.				
<b>7. Політика курсу</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обов'язковим є для отримання допуску до заліку відвідування більш 50% занять, виконання лабораторних робіт, написання контрольної роботи, виконання самостійної роботи, а також набрати в сумі не менше 25 балів з 50 максимально можливих.</li> <li>• Якщо студент пропустив більше 50% лекційних занять, він повинен підготувати реферати на відповідні тематики і тільки тоді буде допущений до складання заліку.</li> <li>• Якщо студент пропустив менше 50% лекційних занять, то вони не відпрацьовуються, але студент повинен знати пропущений лекційний матеріал.</li> <li>• Пропуски лабораторних занять відпрацьовуються наступним чином: опрацювання теми, а також виконання лабораторної роботи в такий час, щоб не заважати проведенню інших лабораторних робіт.</li> <li>• Якщо студент не відпрацював пропущені лабораторні заняття він не допущений до заліку.</li> <li>• Неприпустимі списування, студент повинен вільно володіти матеріалом.</li> <li>• Обов'язковим є для можливості скласти залік відвідування більш 50% занять, виконання лабораторного практикуму, робота на парах, а також виконання самостійної роботи.</li> </ul>					
<b>8. Рекомендована література</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мчедлов-Петросян М.О. Колоїдна хімія. За ред. проф. М.О.Мчедлова-Петросяна. 2-ге вид., випр. і доп. –Х.:ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. -300 с.</li> <li>2. Комаров В. С. Научные основы синтеза адсорбентов / В. С. Комаров. –Минск : Беларус. наука, 2013. –181 с.</li> <li>3. Неймарк И.Е. Силикагель, его получение, свойства и применение/ И.Е.Неймарк, Р.Ю. Шейнфайн. – Киев: Наук.думка,1973.-216 с.</li> <li>4. Стрелко В.В., Зажигалов В.О., Ставицька С.С. Селективна сорбція і каталіз на активному вугіллі та неорганічних іонітах. – К.: Наукова думка, 2008. – 304 с.</li> <li>5. Беленков Е.А., Ивановская В.В., Ивановский А.Л. <u>Наноалмазы и родственные углеродные наноматериалы</u>. Компьютерное моделирование. Екатеринбург: УрО РАН, 2008.-169 с.</li> <li>6. I.F. Myronyuk, V.I. Mandzyuk, V.M. Sachko, V.M. Gun'ko. Structural features of carbons produced using glucose, lactose, and saccharose // Nanoscale Research Letters. – 2016. – V.11</li> </ol>					

(508). – P. 1-9.

7. І.І. Герашенко. ЕНТЕРОСОРБЕНТИ: ЛІКАРСЬКІ ЗАСОБИ І ДІЄТИЧНІ ДОБАВКИ. Науково-довідкове видання. –Київ. – 2014. -250 с.

8. Mironyuk I., Mykytyn I., Vasylyeva H., Savka K., 2020. Sodium-modified mesoporous TiO<sub>2</sub>: Sol-gel synthesis, characterization and adsorption activity toward heavy metal cations. Journal of Molecular Liquids, 316 (10) 113840 <https://www.doi.org/10.1016/j.molliq.2020.113840>

9. Hanna Vasylyeva, Ivan Mironyuk, Igor Mykytyn, Khrystyna Savka, 2020. Equilibrium studies of yttrium adsorption from aqueous solutions by titanium dioxide. Applied Radiation and Isotopes, 109473 <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2020.109473> .

10. Mironyuk, T. Tatarchuk, H. Vasylyeva, V. M. Gun'ko, I. Mykytyn, Effects of chemisorbed arsenate groups on the mesoporous titania morphology and enhanced adsorption properties towards Sr(II) cations, Journal of Molecular Liquids, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.03.026> .

11. Myronyuk, I.F. Myronyuk, V.L. Chelyadin, V.M. Sachko, M.A. Nazarkovsky, R. Lebeda, J. Skubiszewska-Zieba, V.M. Gun'ko, Structural and morphological features of crystalline nanotitania synthesized in different media, Chem. Phys. Lett. 583 (2013) 103-108. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2013.07.068>

12. Mironyuk I. F., Soltys L. M., Tatarchuk T. R., Savka K. O. (2020). Methods of Titanium Dioxide Synthesis (Review). Physics and Chemistry of Solid State, 21(3), 462-477. <https://doi.org/10.15330/pcss.21.3.462-477>

13. I.F. Mironyuk, V.M. Gun'ko, H.V. Vasylyeva, O.V. Goncharuk, T.R. Tatarchuk, V.I. Mandzyuk, N.A. Bezruka, T.V. Dmytrotsa, Effects of enhanced clusterization of water at a surface of partially silylated nanosilica on adsorption of cations and anions from aqueous media, Microporous and Mesoporous Materials, Volume 277, 2019, Pages 95-104, <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2018.10.016>

14. Mironyuk I., Soltys L., Tatarchuk T., Tsinurchyn V. (2020). Ways to Improve the Efficiency of TiO<sub>2</sub>-based Photocatalysts (Review). Physics and Chemistry of Solid State, 21(2), 300-311. <https://doi.org/10.15330/pcss.21.2.300-311>.

15. Нанофотокатализ / А.И. Крюков, А.Л. Стрюк, С.Я. Кучмий, В.Д. Походенко — К. : Академперіодика, 2013. — 618 с.

Викладач \_\_\_\_\_ І.Ф. Миронюк