

## Хімічний факультет



# СТУДЕНТСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ хімічного факультету

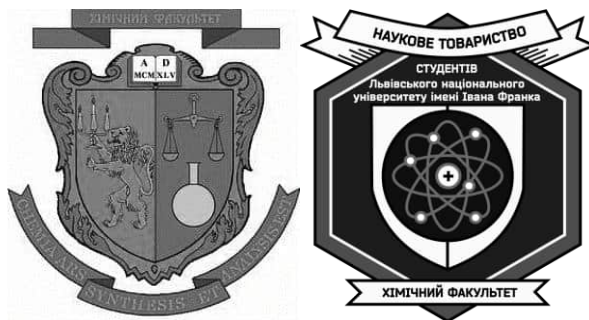
## Тези доповідей



18 травня 2023 року  
Львів

Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет імені Івана Франка

Хімічний факультет



СТУДЕНТСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ  
хімічного факультету

Тези доповідей



18 травня 2023 року

Львів

**Рекомендовано до друку**

Вченою радою хімічного факультету  
(протокол №22 від 26 червня 2023 р.)

**УДК 543+544+546+547**

Студентська наукова конференція. Пленарне засідання: програма та тези доповідей. Львів, 18 травня 2023 року /М. Свістак, В. Волошин, Е. Мацько, М.-С. Теплінська, Я. Шкробацька, М. Кіц (ред.). – Львів: Малий видавничий центр хімічного та фізичного факультетів ЛНУ імені Івана Франка, 2023. – 32 с.

У збірнику опубліковані тези доповідей учасників пленарного засідання звітної студентської наукової конференції хімічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка 2023 року.

**Відповідальні за випуск:**

*Студенти хімічного факультету:* Максим Свістак, Вікторія Волошин, Евеліна Мацько, Марія-Сузанна Теплінська, Ярина Шкробацька, Максим Кіц.

**В авторській редакції.**

**КАФЕДРА АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ**

**ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАПАВЕРИНУ З  
ВИКОРИСТАННЯМ АЛМАЗНОГО ЕЛЕКТРОДА, ЛЕГОВАНОВОГО БОРОМ**

*Боднар Ю.П., Іванець В.І., Душина О.М.*

*Кафедра аналітичної хімії,*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: volodymyr.ivanets@lnu.edu.ua*

Папаверин – алкалоїд похідних ізохіноліну, який добувають з опію, однак він відрізняється як структурою, так і фармакологічною дією від відомих алкалоїдів підгрупи опію. Папаверин застосовують як спазмолітичний засіб. Цей алкалоїд впливає на функції гладкої мускулатури бронхів, шлунково-кишкового тракту і жовчевивідної системи. Також має розслаблюючу дію на судини головного мозку, легенів. Входить до складу таких лікарських засобів: розчини для ін'єкцій, таблетки; супозиторії. Незважаючи на його широке використання у медичній практиці папаверин може викликати зниження артеріального тиску та розлад травного тракту.

Для визначення папаверину використовують спектрофотометрію, хроматографію з різним детектуванням, капілярний електрофрез, потенціометрію та вольтамперометрію.

Ми розробили вольтамперометричну методику визначення папаверину з використанням алмазного електрода, легovanого бором (АДБЕ). Як фоновий електроліт використали універсальну буферну суміш. Папаверин легко окиснюється в широких межах рН на поверхні АДБЕ з утворенням двох піків, а також відновлюється в одну стадію. Як оптимальне рН для одночасного визначення і за піком відновлення, і за піком окиснення обрали рН = 7.0. За цього рН отримали градууювальний графік методами диференційно імпульсної (ДІВ) та квадрано-хвильової вольтамперометрії (КХВ). Коротку характеристику отриманих градууювальних графіків наведено у таблиці.

*Таблиця.* Коротка характеристика градууювальних графіків для папаверину, отриманих методами ДІВ та КХВ.

Метод ВА	Межі лінійності	Рівняння	R
<i>Для піку окиснення</i>			
ДІВ	1,4– 21,8	<i>Для другого піку</i> $I = (0,180 \pm 0,0,029) + (5,62 \pm 0,29) \cdot 10^4 C$	0,9916
КХВ	0,44– 21,8	<i>Для першого піку</i> $I = (0,230 \pm 0,017) + (15,1 \pm 1,6) \cdot 10^4 C$	0,9942
<i>Для піку відновлення</i>			
ДІВ	1,1– 21,8	$-I = (0,120 \pm 0,0,007) + (2,13 \pm 0,07) \cdot 10^4 C$	0,9977
КХВ	1,1 – 7,0	$-I = (0,112 \pm 0,011) + (4,02 \pm 0,28) \cdot 10^4 C$	0,9925

## КРИСТАЛІЧНА СТРУКТУРА СПОЛУКИ TbCo<sub>2</sub>In

*Димитриаді Д.Г., Каличак Я.М.*

*Кафедра аналітичної хімії,*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: davyd.dymytryadi@lnu.edu.ua*

Сплави та інтерметалічні сполуки рідкісноземельних металів із *d*-перехідними та *p*-металами є перспективними завдяки можливості практичного застосування та цікавими з теоретичної точки зору. Метою нашої роботи є дослідження сплавів системи Tb-Co-In, зокрема виявлення сполук, які утворюються в даній системі та вивчення їхньої кристалічної структури. Одним із синтезованих сплавів був зразок складу Tb<sub>33,3</sub>Co<sub>33,3</sub>In<sub>33,3</sub> зі спробою отримати сполуку еквіатомного складу. Сплав отримували за допомогою електродугової плавки компактних тербію, кобальту та індію з високим ступенем чистоти в атмосфері очищеного аргону під тиском  $0,5 \times 10^5$  Па. Склад сплаву контролювали шляхом порівняння маси зразка після виплавлення з масою шихти. Гомогенізація проводилась у вакуумованих кварцових ампулах при 600 °C протягом 2 місяців. Сплави гартувались у холодній воді без розбивання ампули. Із відпаленого зразка був відібраний монокристал розмірами  $0,094 \times 0,054 \times 0,027$  мм<sup>3</sup>, подальші дослідження якого проводили з допомогою дифрактометра Oxford Diffraction X'calibur (Mo K $\alpha$ ,  $\lambda = 0,71073$  Å), обладнаного камерою CCD. Для уточнення кристалічної структури використано програму SHELX-97. Рентгенофазовий аналіз зразка Tb<sub>33,3</sub>Co<sub>33,3</sub>In<sub>33,3</sub> показав наявність фази складу TbCo<sub>2</sub>In, що є вже відомою, та невідомої сполуки. За результатами уточнення кристалічної структури отриманого монокристалу виявилось, що він належить сполуці TbCo<sub>2</sub>In. Структура сполуки є уточненою в анізотропному наближенні за 243 відбиттями *hkl* до факторів розбіжності  $R_1 = 0,0332$ ,  $wR_2 = 0,0794$  і належить до структурного типу PrCo<sub>2</sub>Ga (просторова група *Pmma*). Уточнені значення періодів комірки становлять:  $a = 5,028(3)$  Å,  $b = 4,041(3)$  Å,  $c = 7,117(4)$  Å та координати атомів наступні: Tb 2(*f*)  $x/a = 1/4$ ,  $y/b = 1/2$ ,  $z/c = 0,71199(9)$ , Co1 2(*a*)  $x/a = 0$ ,  $y/b = 0$ ,  $z/c = 0$ , Co2 2(*f*)  $x/a = 1/4$ ,  $y/b = 1/2$ ,  $z/c = 0,0937(3)$ , In 2(*e*)  $x/a = 1/4$ ,  $y/b = 0$ ,  $z/c = 0,34960(3)$ . Міжатомні віддалі добре узгоджуються з розмірами атомів. Результати нашого дослідження добре корелюють із даними роботи [1].

[1] *Kalychak Ya. M., Zaremba V. I., Pecharsky V. K.* Crystal structure of terbium cobalt indium(1/2/1), TbCo<sub>2</sub>In// *Z. Kristallogr.* – 1993. – Vol. 205. – P. 333–334.

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЕКСТРАКЦІЇ КОМПЛЕКСІВ Ni (II) З 1-(1-МЕТИЛ-1Н-ПІРАЗОЛ-3-ІЛ-АЗО)-НАФТАЛЕН-2-ОЛОМ**

*Іванова А.О., Кулинич А.І., Король Н.С.*

*Кафедра аналітичної хімії*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*Вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: amina.ivanova@lnu.edu.ua*

Роль нікелю в сучасній промисловості важко переоцінити – цей метал є необхідною легуючою добавкою при виробництві нержавіючої сталі, різноманітних термостійких та водночас корозійностійких сплавів. Проте сполуки нікелю також є токсичними та канцерогенними. Навіть металічні нікелеві покриття при тривалому контакті зі шкірою можуть спричиняти контактний дерматит. Таким чином необхідно мати в наявності чутливі та експресні методики аналітичного контролю його вмісту в об'єктах довкілля.

Для розроблення методики екстракційно-фотометричного визначення нікелю(II) досліджено комплексоутворення з новим аналітичним реагентом – 1-(1-метил-1Н-піразол-3-іл-азо)-нафтален-2-олом (МПАН). Встановлено, що максимальний вихід забарвленої сполуки простежується в інтервалі рН 7 – 10. Пошук найбільш ефективного екстрагента забарвленого комплексу здійснювали на фоні розчину натрій тетраборату з рН 9,2. В якості потенційних екстрагентів аналітичної форми апробовані дихлорметан, хлороформ, ізоаміловий спирт, бутилацетат, толуен, гексан. Для розроблення методики екстракційно-фотометричного визначення Ni(II) з використанням МПАН запропоновано проводити екстракцію толуеном, що зумовлено високою контрастністю аналітичної реакції в цьому екстрагенті: різниця максимумів поглинання реагента та комплексу дорівнює 130 нм. Використання толуену для екстракції дає змогу здійснити п'ятикратне концентрування комплексу однією порцією толуену, об'ємом 10,0 мл.

На основі одержаних результатів, нами були оптимізовані умови екстракційно-фотометричного визначення Ni (II) з використанням МПАН та розроблено високочутливу методику визначення цього металу (межа виявлення  $3,6 \cdot 10^{-8}$  М).

## ЗАСТОСУВАННЯ ОКСИМОВИХ ПОХІДНИХ У ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧНОМУ АНАЛІЗІ

*Кіц М.О., Ридчук П.В.*  
*Кафедра аналітичної хімії,*  
*Львівський національний університет імені Івана Франка,*  
*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*  
*e-mail: maksym.kits@lnu.edu.ua*

Оксимові похідні є поширеними органічними аналітичними реагентами у фотометричному аналізі. Проте висока селективність взаємодії з іонами деяких перехідних металів та можливість використання каталітичних ефектів роблять перспективним використання цього класу аналітичних реагентів у сучасному вольтамперометричному аналізі.

Електрохімічну поведінку оксимових похідних продемонстровано на прикладі фуран-оксимових похідних (ФОП) та гідроксиімінотіазолідиндіоксиму (ГІТО). Показано, що електрохімічне відновлення оксимної групи супроводжувалося появою на вольтамперограмі лише одного катодного піку – це вказує на необоротність електродного процесу. Потенціал піку відновлення оксимної групи катодно зміщується зі зменшенням кислотності середовища, що вказує на участь іонів гідрогену в електрохімічному процесі. При дослідженні природи струму катодних піків ФОП встановлено, що вона є адсорбційною. На це вказує пряmolінійна залежність величини струму піку від швидкості накладання напруги поляризації, а також значення кутових коефіцієнтів критерію Семерано, які є більше 0,5 в усьому досліджуваному інтервалі кислотності середовища. Форма кривих критерію Нікольсона-Шайн для ФОП відповідають типу кривої VI - перенесення електронів з наступною необоротною хімічною реакцією. Відповідно, опираючись на одержаний експериментальний матеріал, можна зробити припущення, що при відновленні ФОП за перенесенням електронів слідує необоротне приєднання іонів гідрогену.

Показано перспективність використання оксимових похідних як аналітичних реагентів для розроблення високочутливих та селективних методик вольтамперометричного визначення іонів платини, родію, рутенію та іридію за піками каталітичних струмів водню (КСВ). Натомість для перехідних металів, відновлення яких не спричиняє виникнення піків КСВ (паладій, нікель) більш перспективним є непряме вольтамперометричне визначення за зниженням піку оксимної групи. Окрім методів прямого вольтамперометричного визначення оксимові похідні також успішно застосовують для амперометричного титрування деяких перехідних металів.

## ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧНА ПОВЕДІНКА ХАРЧОВОГО АЗОБАРВНИКА ЖОВТОГО "ЗАХОДУ СОНЦЯ" НА ТВЕРДОМУ АМАЛЬГАМНОМУ ЕЛЕКТРОДІ, МОДИФІКОВАНОМУ РТУТНИМ МЕНІСКОМ

*Король Р.О., Дмухайло А.В.*

*Кафедра аналітичної хімії,*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

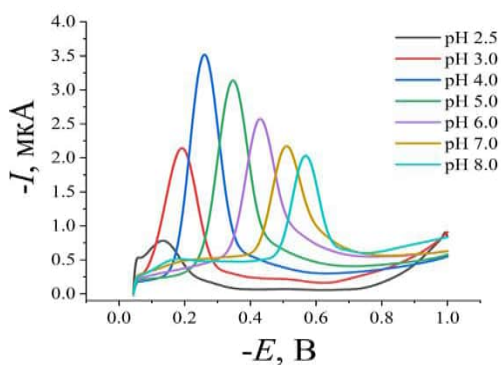
*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: roksoliana.korol@lnu.edu.ua*

Азобарвники, клас синтетичних барвників, які містять у своєму складі азогрупу (-N=N-) в якості хромофора. Ці барвники широко використовують для підфарбовування різноманітних харчових продуктів та напоїв. Попри таку популярність азобарвників серед виробників харчових продуктів, вони несуть серйозну загрозу здоров'ю, зокрема деякі з них можуть мати канцерогенний вплив і спричиняти гіперактивність та алергію у дітей.

Для досліджень електрохімічної поведінки та подальшої розробки методик визначення ми обрали один з харчових азобарвників, а саме жовтий «захід сонця» (який за класифікацією Е-код має код Е110). Жовтий «захід сонця» (ЖЗС), також званий «помаранчевий жовтий S» – являє собою жовтий добре розчинний у воді порошок. Барвник заборонений до використання у харчовій промисловості багатьох країнах світу, зокрема у Фінляндії, Норвегії, США.

Для дослідження вольтамперометричної поведінки ЖЗС ми обрали твердий срібний амальгамний електрод, модифікований ртутним меніском (АЕ-м), який вважають нетоксичною альтернативою класичним ртутним електродам. Проста, легка та міцна конструкція електрода дає змогу використовувати його для серійних вимірювань та вимірювань у потоці.



В межах рН 2-12 спостерігали один пік відновлення ЖЗС. Потенціали піків відновлення зміщуються в негативний бік із збільшенням рН. Така поведінка свідчить про участь протонів у електрохімічній реакції відновлення ЖЗС. Струм відновлення досягає максимального значення за рН 4, тому подальші дослідження проводили за такого рН.

Рисунок 1. Вольтамперограми відновлення ЖЗС за різного рН середовища на АЕ-м. Умови:  $c(\text{ЖЗС}) = 4.0 \cdot 10^{-5}$  моль/л,  $v = 1.0$  В/с.

## ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧНА ПОВЕДІНКА ГАЛАНТАМІНУ ГІДРОБРОМІДУ НА АЛМАЗНОМУ ЕЛЕКТРОДІ, ДОПОВАНОМУ БОРОМ

*Панас Х.В., Душина О.М.*

*Кафедра аналітичної хімії,*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: khrystyna.panas@lnu.edu.ua*

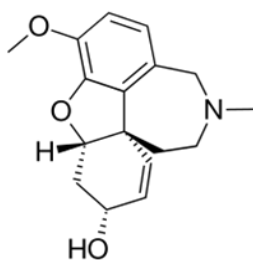


Рис. 1. Структурна формула галантаміну

Галантамін використовують у вигляді діючої речовини холінергічних препаратів, оскільки він підвищує концентрацію ацетилхоліну у мозку людини за допомогою інгібування ацетилхолінестерази та модуляцією нікотинових рецепторів.

На поверхні алмазного електроду допованого бором галантамін окиснюється на фоні універсальної буферної суміші в широких межах рН від 1,1 до 11,0 з утворенням двох піків. Найбільші струми окиснення простежували за рН 3,0 за потенціалів  $E_1 = +0,96$  В (1 пік) та  $E_2 = +1,21$  В (2 пік). Зі зміною рН потенціали піків змінюються – це свідчить про участь іонів  $H^+$  в електрохімічній реакції окиснення. Також було досліджено вплив різних фонових електролітів, найвищий струм та найчіткіший вигляд піків окиснення галантаміну спостерігається з використанням універсальної буферної суміші.

За значеннями потенціалів піків у максимумі і на половині висоти піку обчислили кількість електронів  $n$ , які беруть участь у електродному процесі окиснення галантаміну. За різних значень рН було одержано  $n = 1,7$  для першого піку та  $n = 1,5$  для другого піку.

Для з'ясування природи струму окиснення було досліджено вплив швидкості розгортки напруги поляризації. Вольтамперограми були отримані в діапазоні від 10 до 100 мВ/с. На залежності логарифму струму від логарифму швидкості сканування було встановлено одну лінійну ділянку для обох піків. Тангенс кута нахилу залежності  $\lg I - \lg V$  становить приблизно 0,38-0,40 для обох піків. Це вказує на дифузійну природу струму.

## ВІДНОВЛЕННЯ МЕТРОНІДАЗОЛУ, РОНІДАЗОЛУ ТА ОРНІДАЗОЛУ НА АЛМАЗНОМУ ЕЛЕКТРОДІ, ДОПОВАНОМУ БОРОМ

*Піта Р.І., Дубенська Л.О.*

*Кафедра аналітичної хімії,*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

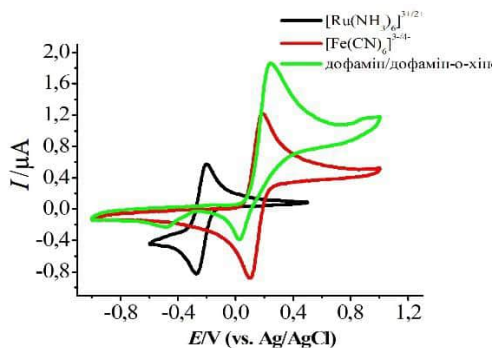
*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: roman.pita@lnu.edu.ua*

Похідні 5-нітроімідазолу належать до групи нітрогетероциклічних сполук із широким спектром застосувань, проти паразитів, мікобактерій, грампозитивних та грамнегативних бактерій.

Метронідазол (МНЗ), ронідазол (РНЗ) та орнідазол (ОНЗ) відновлюються на алмазному електроді, допованому бором з одним характерним піком в широких межах рН. Зі збільшенням рН потенціал піку зсувається в катодну область. Найбільших значень струми відновлення МНЗ досягають в сильноокислому та сильнолужному середовищах при рН 3,1 та рН 11,0; РНЗ і ОНЗ – у нейтральному та лужному середовищах при рН 7,0 та 9,5 відповідно. Зі збільшенням швидкості розгортки напруги поляризації, висота піків зростає, а потенціал зсувається в катодну область. Тангенс кута нахилу залежності  $\lg I - \lg V$  близький до 0,5, що свідчить про дифузійну природу струму.

За допомогою електрохімічних зондів ми вивчили електрохімічну характеристику для сенсору з діаметром робочого алмазного електрода, допованого бором (АДБЕ)  $d=1$  мм. Для цього ми використали зовнішньо-  $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_6]^{3+/2+}$  і внутрішньосферні  $([\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-})$ , дофамін/дофамін-о-хінон редокс маркери. На *рис. 1* представлено приклад вимірювання методом циклічної вольтамперометрії редокс маркерів на АДБЕ зі швидкістю сканування 0,1 В/с. Обчислили значення  $\Delta E_p$  і співвідношення  $I_{pA}/I_{pC}$  пікових струмів анодного/катодного сигналу для використаних окислювально-відновних зондів (*табл. 1*).



**Рис. 1.** Циклічні вольтамперограми редокс маркерів,  $C = 1,0 \cdot 10^{-3}$  М,  $v = 0,05$  В/с.

	$\Delta E_p$	$I_{pA}/I_{pC}$
$[\text{Ru}(\text{NH}_3)_6]^{3+/2+}$	75	0,99
$([\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-})$	101	1,00
дофамін/дофамін- о-хінон	277	0,76

**Таблиця 1.** Обчисленні значення  $\Delta E_p$  і  $I_{pA}/I_{pC}$  редокс маркерів для АДБЕ з діаметром  $d = 1$  мм.

**ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ СИНТЕТИЧНОГО ХАРЧОВОГО АЗОБАРВНИКА ДІАМАНТОВОГО ЧОРНОГО З ВИКОРИСТАННЯМ АМАЛЬГАМНОГО ЕЛЕКТРОДА МОДИФІКОВАНОГО РТУТНИМ МЕНІСКОМ**

*Трухим М.В., Дмухайло А.В.*

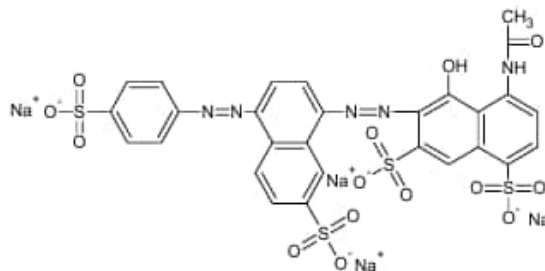
*Кафедра аналітичної хімії*

*Львівський національний університет імені Івана Франка*

*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: maksym.trukhym@lnu.edu.ua*

Діамантовий чорний (brilliant black BN, E 151) – це харчовий азобарвник синтетичного походження, являє собою порошок чорного кольору, який відмінно розчинний у воді. Наявність у структурі азогрупи (-N=N-) робить його придатним для катодного вольтамперометричного визначення на основі її електрохімічного відновлення.



*Рис. 1* Структурна формула діамантового чорного (ДЧ)

У своїй роботі, як робочий електрод для вольтамперометричних досліджень ми використали твердий срібний амальгамний електрод, модифікований ртутним меніском (*m*-АЕ), основними перевагами якого є механічна стійкість, широкий робочий діапазон негативних потенціалів, проста та легка конструкція, не токсичність.

В межах рН 2-5 спостерігали один пік відновлення ДЧ, а за рН > 5 – два піки відновлення. Потенціали піків відновлення зміщуються в негативний бік із збільшенням рН. Така поведінка свідчить про участь протонів у електрохімічній реакції відновлення ДЧ. Для подальших досліджень обрали рН 2.0, за якого ДЧ відновлюється в одну стадію (один пік), а результати є найбільш повторюваними.

ДЧ добре адсорбується на поверхні *m*-АЕ. Тому для покращення аналітичних характеристик визначення ДЧ дослідили вплив часу та потенціалу накопичення. Струму відновлення збільшується зі збільшенням часу накопичення продовж 300 с. У разі тривалішого накопичення струм майже не змінюється. Зі зменшенням потенціалу накопичення струм піку відновлення ДЧ зменшується.

Підібрали такі оптимальні умови відновлення ДЧ: рН 2,  $t_{\text{нак}} = 60$  с,  $E_{\text{нак}} = -10$  мВ, за яких простежується один чіткий пік відновлення. За цих умов отримали градувальний графік в межах  $3.0 \cdot 10^{-7} - 1.0 \cdot 10^{-5}$  моль/л методом вольтамперометрії з лінійною швидкою розгорткою потенціалу ( $\nu = 1$  В/с). Межа виявлення (LOD) становить  $4.57 \cdot 10^{-7}$  М, а межа визначення (LOQ) –  $7.11 \cdot 10^{-7}$  М.

**КАФЕДРА НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ**

**ФАЗОВИЙ СКЛАД ТА ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ ГІДРУВАННЯ  
БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ Tb<sub>2</sub>Ni<sub>7</sub>**

*Волошин В.Т., Кордан В.М., Павлюк В.В.*

*Кафедра неорганічної хімії,*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: viktorii.voloshyn.hmh@lnu.edu.ua*

Інтерметалічна сполука Tb<sub>2</sub>Ni<sub>7</sub> існує у двох поліморфних модифікаціях: низькотемпературній  $\alpha$ -Tb<sub>2</sub>Ni<sub>7</sub> (СТ Ce<sub>2</sub>Ni<sub>7</sub>, ПГ *P6<sub>3</sub>/mmc*) та високотемпературній  $\beta$ -Tb<sub>2</sub>Ni<sub>7</sub> (СТ Gd<sub>2</sub>Co<sub>7</sub>, ПГ *R-3m*), які співіснують у широкому температурному інтервалі. У цій роботі ми провели фазовий аналіз та електрохімічне гідрування сплавів на основі Tb<sub>2</sub>Ni<sub>7</sub>, легованих літєм, магнієм, стибієм, алюмінієм, галієм та ітрієм.

Синтез сплавів проводили електродуговим сплавленням чистих компонентів, гомогенізаційний відпал – протягом двох місяців за температури 400°C. Рентгенофазовий аналіз виконували за масивами порошкових даних, одержаних на дифрактометрі ДРОН-2.0М. Електрохімічне гідрування здійснювали у прототипах акумуляторів типу “Swagelok-cell”. Подрібнені зразки, змочені 6М розчином КОН, виконували роль анода. Склад електродів контролювали рентгенофлуоресцентною спектроскопією та енергодисперсійною рентгенівською спектроскопією. Морфологію поверхні зразків до та після електрохімічного гідрування дослідили за допомогою електронного мікроскопа TescanVega3 LMU.

Рентгенофазовий аналіз та скануюча електронна мікроскопія досліджених металічних шліфів показали, що сплави містять три кристалохімічно споріднені фази:  $\alpha$ -Tb<sub>2</sub>Ni<sub>7-x</sub>M<sub>x</sub> (ПГ *P6<sub>3</sub>/mmc*),  $\beta$ -Tb<sub>2</sub>Ni<sub>7-x</sub>M<sub>x</sub> (ПГ *R-3m*) та TbNi<sub>5-x</sub>M<sub>x</sub> (ПГ *P6/mmm*), які мають здатність до гідрування. Загальний склад досліджених електродів Tb<sub>2</sub>Ni<sub>7-x</sub>M<sub>x</sub> (крім M = Al, Ga) до та після гідрування практично не змінився, що підтверджує їхню корозійну стабільність у розчині електроліту. Морфологія поверхні зразків після 100 циклів заряджання/розряджання суттєво змінилась: зерна стали більш пористі та аморфізувалися.

Після гідрування (інтеркаляції Гідрогену) простежуємо ізотропне збільшення параметрів комірок досліджених фаз. Якщо порівнювати розрядні криві, то найбільшу ємність має електрод на основі Tb<sub>1.5</sub>Y<sub>0.5</sub>Ni<sub>6.5</sub>Mg<sub>0.5</sub> (~200 мА·год/г). Зразки, що містили алюміній та галій, демонстрували найменшу питому ємність через хімічну взаємодію поверхні зерен з розчином електроліту.

**ФАЗОВІ РІВНОВАГИ НА ПЕРЕРІЗИ NdGe<sub>2</sub>-TmGe<sub>2</sub> ПРИ 600 °С**

*Дідоха Г.М., Шпирка З.М.*

*Кафедра неорганічної хімії,*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: Halyna.Didokha@lnu.edu.ua*

Дослідження перерізу NdGe<sub>2</sub>-TmGe<sub>2</sub> дає змогу простежити характер взаємодії компонентів, кристалічну структуру сполук і властивості сплавів, що є корисним для пошуку та розробки нових функціональних матеріалів на їх основі.

Для дослідження фазових рівноваг на перерізі NdGe<sub>2</sub>-TmGe<sub>2</sub> методом електродугового сплавлення синтезовано 11 зразків. Гомогенізовані сплави (600 °С, 720 год) досліджували методами РФА та РСА (дифрактометр ДРОН-4,0; FeK $\alpha$ -випромінювання), РФС (аналізатор ElvaX Pro), СЕМ (скануючий електронний мікроскоп Tescan Vega3 LMU), ЕДРС (енергодисперсійний рентгенівський мікроаналізатор Oxford Instruments Aztec ONE, детектор X-Max<sup>N</sup>20). Параметри профілю дифрактограм та параметри кристалічної структури сполук уточнено методом порошку з використанням пакету програм *Full profile* [1].

На основі дигерманіду NdGe<sub>2-x</sub> (СТ  $\alpha$ -ThSi<sub>2</sub>) утворюється обмежений твердий розчин заміщення протяжністю  $\sim 0,10$  ат. частки Тм. Розчинність неодиму в сполуці TmGe<sub>2-x</sub> (СТ ZrSi<sub>2</sub>) становить 0,04 ат. частки.

За результатами рентгенівського фазового аналізу на перерізі виявлено існування двох тернарних фаз із структурою типу DyGe<sub>1,85</sub> при складі Nd<sub>0,07</sub>Tm<sub>0,27</sub>Ge<sub>0,66</sub> та зі структурою TbGe<sub>2</sub> з областю гомогенності в межах сплавів складів Nd<sub>0,16-0,10</sub>Tm<sub>0,18-0,24</sub>Ge<sub>0,66</sub>. Чіткої двофазної області між цими фазами не виявлено, що вказує на можливий концентраційний поліморфізм.

Методом порошку здійснено повне структурне уточнення індивідуальних фаз у зразках складу Nd<sub>0,07</sub>Tm<sub>0,27</sub>Ge<sub>0,66</sub> (уточнений склад Nd<sub>0,21</sub>Tm<sub>0,79</sub>Ge<sub>1,85</sub>: СТ DyGe<sub>1,85</sub>, СП *oS24*, ПГ *Cmc2<sub>1</sub>*,  $a = 0,40980(4)$ ,  $b = 2,95381(10)$ ,  $c = 0,39063(7)$  нм,  $V = 0,4729(2)$  нм<sup>3</sup>,  $R_{\text{Bragg}} = 9,22$ ;  $R_p = 4,79$ ;  $R_{\text{wp}} = 6,91$ ;  $R_{\text{exp}} = 2,99$ ;  $\chi^2 = 5,34$ ) та Nd<sub>0,13</sub>Tm<sub>0,21</sub>Ge<sub>0,66</sub> (уточнений склад Nd<sub>0,39</sub>Tm<sub>0,61</sub>Ge<sub>2</sub>: СТ TbGe<sub>2</sub>, СП *oS24*, ПГ *Cmmm*,  $a = 0,41314(5)$ ,  $b = 2,9891(1)$ ,  $c = 0,40195(4)$  нм,  $V = 0,4964(2)$  нм<sup>3</sup>,  $R_{\text{Bragg}} = 10,3$ ;  $R_p = 5,72$ ;  $R_{\text{wp}} = 8,15$ ;  $R_{\text{exp}} = 2,93$ ;  $\chi^2 = 7,72$ ).  
[1] *Rodriguez-Carvajal J.*, Commission on Powder Diffraction, IUCr Newsletter. 2001. Vol. 26. P. 12–19.

### СПОЛУКИ У СИСТЕМІ Tm-Pd-Al-Ga

Олексюк Д.Р., Муць Н.М., Гладшевський Р.Є.

Кафедра неорганічної хімії,

Львівський національний університет імені Івана Франка,

вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна

e-mail: DENYS.OLEKSIUK@lnu.edu.ua

З метою пошуку нових сполук у багатокомпонентних системах ми синтезували методом електродугової плавки зразок складу  $Tm_{10}Pd_{30}Al_{50}Ga_{10}$ . Сплав гомогенізували за температури 600 °C впродовж 70 днів. Рентгенофазовий аналіз здійснили на основі дифрактограми (дифрактометр ДРОН-2.0М з Fe K $\alpha$  промінням). Енергодисперсійну рентгенівську спектроскопію провели на скануючому електронному мікроскопі (Tescan Vega 3 LMU з стандартним детектором вторинних електронів SE та детектором зворотно розсіяних електронів BSE).

За результатами рентгенофазового аналізу та енергодисперсійної спектроскопії зразок  $Tm_{10}Pd_{30}Al_{50}Ga_{10}$  містить три фази: тетраарну фазу  $Tm_{0,67}Pd_2(Al_{0,71}Ga_{0,29})_5$  (89,3(9) мас.%) з структурою типу  $Sc_{0,6}Fe_2Si_{4,9}$ , тетраарну фазу  $Tm_{1,33}Pd_3(Al_{0,91}Ga_{0,09})_8$  (7,3(6) мас.%) з структурою типу  $Gd_{1,33}Pt_3Al_8$  та бінарну сполуку  $Pd_2Al_3$  (3,4(4) мас.%) з структурою типу  $Ni_2Al_3$ . Бінарна сполука  $Pd_2Al_3$  (ЕДРС –  $Tm_{0,3(1)}Pd_{40,8(7)}Al_{56,6(1)}Ga_{2,3(4)}$ ) практично не розчиняє третього компонента. Для фази  $Tm_{0,67}Pd_2(Al_{0,71}Ga_{0,29})_5$ , що кількісно переважає у зразку, провели повне структурне уточнення (табл.).

Координати атомів у структурі сполуки  $Tm_{0,67}Pd_2(Al_{0,71}Ga_{0,29})_5$

(структурний тип  $Sc_{0,6}Fe_2Si_{4,9}$ , символ Пірсона  $hP20-1,33$ ,

просторова група  $R\bar{6}_3/mmc$ ,  $a = 4,2885(2)$ ,  $c = 16,402(1)$  Å,  $R_B = 9,47$ )

Атом	ПСТ	Координати атомів			Зайнятість	$V_{iso}, \text{Å}^2$
		$x$	$y$	$z$		
Tm	2c	1/3	2/3	1/4	0,67	0,5(1)
Pd	4f	1/3	2/3	0,60791(19)	1	1,0(6)
Ga1	6h	0,523(3)	0,046(6)	1/4	0,06(2)	1,6(2)
Al1					0,27(2)	
Ga2	4f	1/3	2/3	0,0451(8)	0,08(3)	1,5(1)
Al2					0,92(3)	
Ga3	4e	0	0	0,1393(6)	0,56(3)	1,7(5)
Al3					0,44(3)	

Кристалічні структури сполук  $Tm_{0,67}Pd_2(Al_{0,71}Ga_{0,29})_5$  та  $Tm_{1,33}Pd_3(Al_{0,91}Ga_{0,09})_8$  належать до гомологічної серії сполук із загальною формулою  $R_{0,67}T_nM_{2n+m}$ , що складаються з моноатомних шарів складів  $Tm_{0,67}M$  ( $m$ ) та  $PdM_2$  ( $n$ ).

## ГІДРУВАННЯ ФАЗ СИСТЕМИ $\text{Ce}_{3-x}\text{Y}_x\text{Si}_2$

*Чайка В.І., Міліянчук Х.Ю.*

*Кафедра неорганічної хімії,*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: viktorii.chaika@lnu.edu.ua*

Сполуки зі структурами типу (СТ)  $\text{U}_3\text{Si}_2$  (символ Пірсона (СП)  $tP10$ , просторова група (ПГ)  $P4/mbm$ , координати атомів:  $\text{U}_1 - 4h$  (0,1821; 0,6821, 1/2),  $\text{Si} - 4g$  (0,6159, 0,6159, 0),  $\text{U}_2 - 2a$  (0; 0; 0) та  $\text{Mo}_2\text{FeB}_2$  (СП  $tP10$ , ПГ  $P4/mbm$ , координати атомів:  $\text{Mo} - 4h$  (0,18; 0,68, 1/2),  $\text{B} - 4g$  (0,61; 0,11; 0),  $\text{Fe} - 2a$  (0; 0; 0)) – його впорядкованої тернарної похідної – проявили себе як перспективні матеріали для гідрування.

У ході дослідження сплавів складу  $\text{Ce}_{3-x}\text{Y}_x\text{Si}_2$ , відпалених за температури  $600^\circ\text{C}$ , встановлено утворення твердого розчину заміщення  $\text{Ce}$  на  $\text{Y}$  у сполуці  $\text{Ce}_3\text{Si}_2$  (СТ  $\text{U}_3\text{Si}_2$ ). Атоми  $\text{Y}$  займають положення  $2a$ , що веде до реалізації СТ  $\text{Mo}_2\text{FeB}_2$  і передбачає що розчинність  $\text{Y}$  у сполуці  $\text{Ce}_3\text{Si}_2$  не перевищує 20 %. [1]

Гідриди сполук  $\text{Ce}_3\text{Si}_2$  та  $\text{Ce}_2\text{YSi}_2$  синтезовані прямою взаємодією газоподібного водню під тиском 830-940 мбар зі сплавом, попередньо активованим нагріванням до температури  $250^\circ\text{C}$  у динамічному вакуумі, за кімнатної температури та за температури  $100^\circ\text{C}$ . Нагрівання пришвидшує процес гідрування: за кімнатної температури гідриди утворюються впродовж 9–10 год, з підвищенням температури – до 2 год. Кількість поглиненого водню відповідає складам гідридів  $\text{Ce}_3\text{Si}_2\text{H}_{2,8}$  та  $\text{Ce}_2\text{YSi}_2\text{H}_{2,1}$ . Порошкові дифрактограми гідридів, синтезованих за кімнатної температури та температури  $100^\circ\text{C}$ , свідчать, що продукти гідрування однакові за різних температурних режимів. Профілі дифрактограм зазнають змін у порівнянні дифрактограмами вихідних сполук, і кристалічну структуру гідридів не можна описати лише розширенням елементарної комірки зі збереженням симетрії. Для пошуку елементарних комірок гідридів було застосовано зв'язок “група-підгрупа” і вибрано вдвічі більшу комірку ромбічної сингонії (ПГ  $R\bar{m}mm$ ). Відповідно до запропонованої моделі гідрування супроводжується анізотропним збільшенням об'єму елементарної комірки:  $\Delta a/a = 2,1\%$ ,  $\Delta b/b = 9,9\%$ ,  $\Delta c/c = -0,2\%$ ,  $\Delta V/V = 11,6\%$  для  $\text{Ce}_3\text{Si}_2\text{H}_{2,8}$  та  $\Delta a/a = 4,4\%$ ,  $\Delta b/b = 11,3\%$ ,  $\Delta c/c = -2,5\%$ ,  $\Delta V/V = 13,3\%$  для  $\text{Ce}_2\text{YSi}_2\text{H}_{2,1}$  (в координатах ромбічної комірки). Ми передбачаємо новий тип кристалічної структури для гідридів сполук  $\text{Ce}_3\text{Si}_2$  та  $\text{Ce}_2\text{YSi}_2$ .

[1] Чайка В., Міліянчук Х., Гладшевський Р. Особливості кристалічної структури фази  $\text{Ce}_{3-x}\text{Y}_x\text{Si}_2$  за температури відпалу  $600^\circ\text{C}$  // XVIII Наук. конф. “Львівські хімічні читання – 2021”: 36. наук. праць, 31 травня – 2 червня 2021 р. – Львів, – с. Н31.

## ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ І НАВИЧОК УЧНІВ

*Юсип С.В., Шпирка З.М.*  
*Кафедра неорганічної хімії,*  
*Львівський національний університет імені Івана Франка,*  
*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*  
*e-mail: Sofiia.Yusyp@lnu.edu.ua*

Все досліджуй, давай розуму перше місце.

*Піфагор*

Дослідницьке навчання передбачає не часткове використання пошукових методів в освіті, а звернення до принципово іншої моделі навчання, де пріоритетні позиції займає пізнавальна діяльність учня. Дослідницькі вміння і навички формуються під час розв'язування проблемних завдань на уроці, виконання практичних робіт і лабораторних дослідів, розв'язування експериментальних задач, використання методу проєктів та домашнього експерименту, у позакласній діяльності.

Щоб перевірити ефективність формування дослідницьких умінь і навичок учнів проведено анонімне анкетування 100 учнів 7–10 класів СЗШ № 27 м. Львова імені героя Небесної Сотні Юрія Вербицького.

Під час анкетування 70,3 % учнів зазначили, що вважають хімію цікавою експериментальною наукою. Більше половини опитаних учнів (59 %) люблять виконувати лабораторні досліди та практичні роботи з хімії. Важливо не лише провести спостереження і виконати досліди, але й встановити сутність досліджуваних явищ. Однак, 20,1 % учням важко спрогнозувати перебіг хімічних реакцій, ґрунтуючись на властивостях речовин, а 21,6 % не можуть обґрунтувати взаємозв'язок між будовою і властивостями речовин. Учням (94,6 %) подобається спостерігати за виконанням демонстраційного експерименту на уроці. Творчі завдання виконують 59,5% учнів. Дослідницькі вміння формуються під час розв'язування експериментальних задач – 35,1 % учнів виконують такі завдання, а 54,1 % важко було відповісти. Учні усвідомлюють важливість експерименту у вивченні речовини (66 %), 58 % учнів люблять експериментувати вдома, використовуючи продукти харчування, засоби побутової хімії, лікарські препарати. Формуванню дослідницьких умінь сприяє проєктна діяльність. Зокрема, 57 % учнів зазначили, що виконують навчальні проєкти. У позаурочний час цікавиться хімією 8,1 % респондентів.

Підсумовуючи, зазначимо, що цілеспрямована і систематична робота з формування дослідницьких умінь і навичок учнів сприятиме посиленню їхньої мотивації до вивчення хімії, розвитку самостійності та інтелектуального зростання здобувачів загальної середньої освіти.

**КАФЕДРА ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ**

## МОЛЕКУЛЯРНИЙ ДИЗАЙН ТА СИНТЕЗ 3-(КАРБАЗОЛ-9-ІЛ)-4-ФЕНІЛХІНОЛІНІВ

*Аксьонова М.В., Красножон Г.В., Литвин Р.З., Обушак М.Д.*

*Кафедра органічної хімії,*

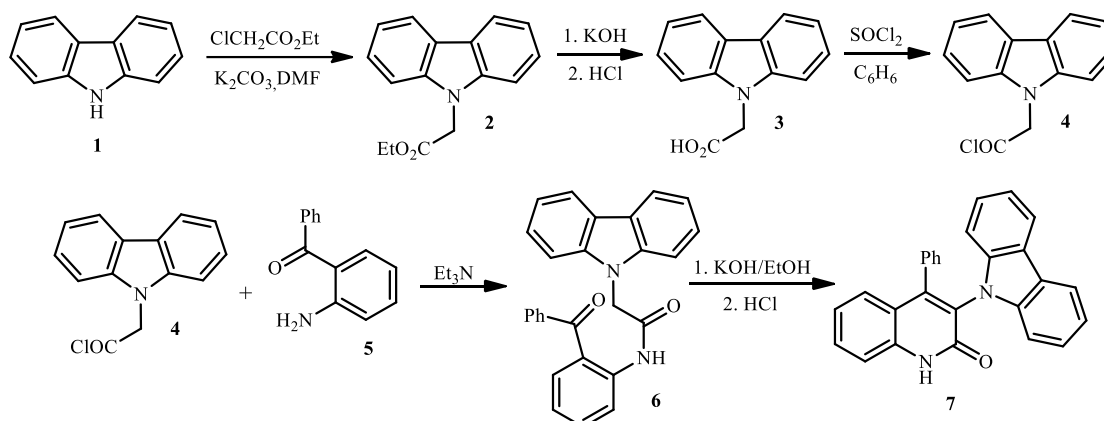
*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

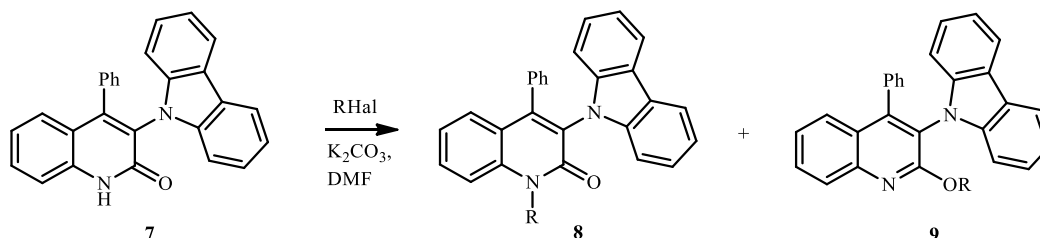
*e-mail: Myroslava.Aksonova@lnu.edu.ua*

Протягом останніх десятиліть синтез та дослідження  $\pi$ -кон'югованих органічних матеріалів привернули значну увагу дослідників через застосування їх у оптоелектроніці. Дизайн нових, зручних та економічно доступних акцепторів є ключовим фактором у прогресі створення вискоєфективних OLED-ів, що спонукало нас розробити методи синтезу невідомих раніше донорно-акцепторних кон'югатів карбазолу з похідними хінолону.

Ми розробили практично зручний п'ятистадійний синтетичний підхід до конструювання 3-(N-карбазоліл)-4-фенілхінолін-2-ону **7**:



Досліджено також найпростіший варіант функціоналізації сполуки **7** – алкілювання. Ми з'ясували, що при взаємодії хінолону **7** з алкілгалогенідами утворюються продукти N- та O-алкілювання:

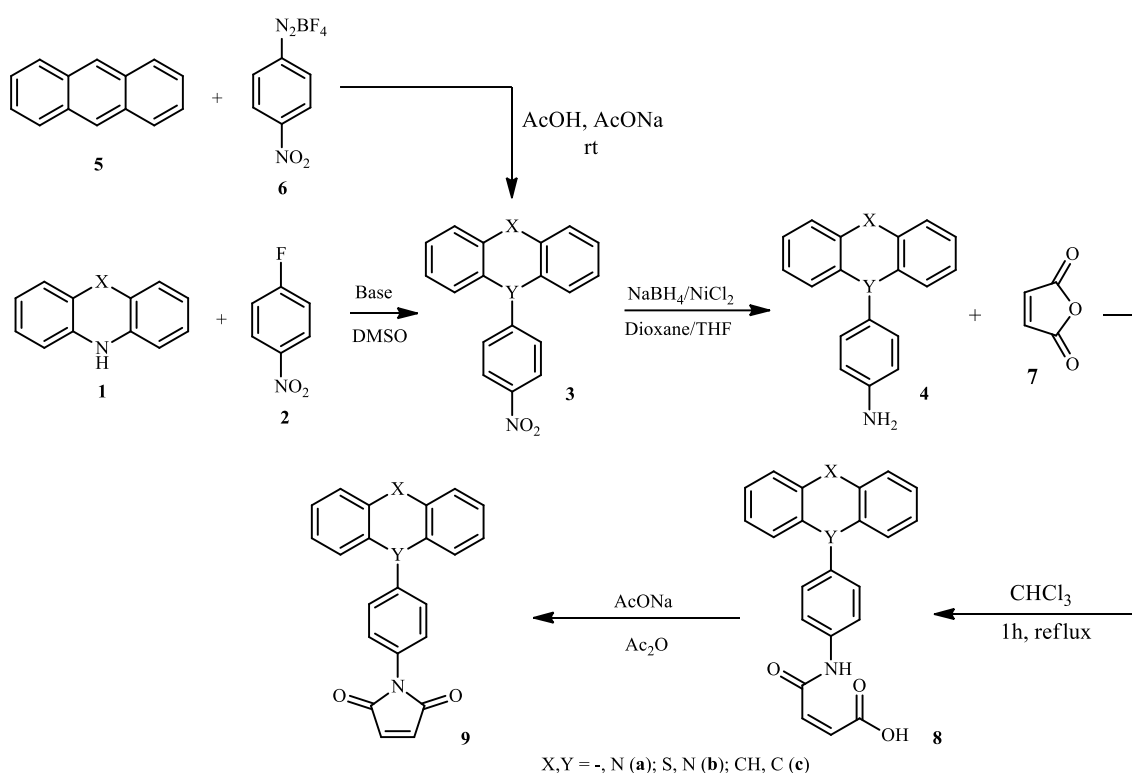


R = Me (**a**); Bu (**b**); i-Pr (**c**), CH<sub>2</sub>COOEt (**d**), MeAll (**e**), CH<sub>2</sub>Ph (**f**), 3-BrC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>CH<sub>2</sub> (**g**),  
4-BrC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>CH<sub>2</sub> (**h**), 4-CNC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>CH<sub>2</sub> (**i**), C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COCH<sub>2</sub> (**j**),

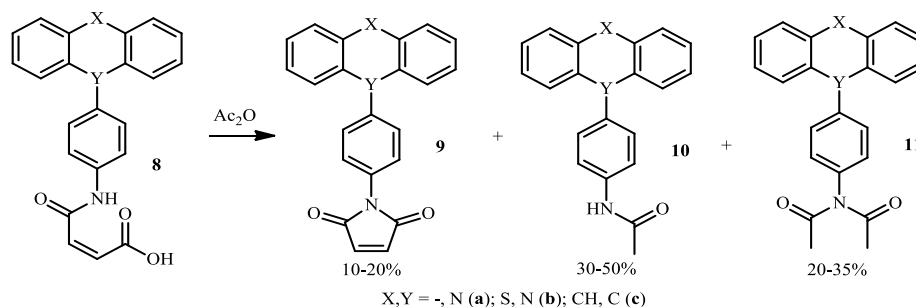
## СИНТЕЗ МАЛЕЇНАМІДІВ З ФРАГМЕНТАМИ КАРБАЗОЛУ, ФЕНОТІАЗИНУ ТА АНТРАЦЕНУ

*Єфімов І.А., Дуда Д.-М.І., Бутенко С.О., Обушак М.Д.  
Кафедра органічної хімії,  
Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005, Львів, Україна  
e-mail: Illia.Yefimov@lnu.edu.ua*

Малеїніміди є практично важливим класом сполук. Його похідні знаходять застосування не тільки в хімії, а й в біології та матеріалознавстві. Ми розробили метод синтезу нових малеїнімідів **9a-c**, поєднаних з флуорофорними фрагментами карбазолу, фенотіазину чи антрацену:



Циклізація сполуки **8** у тих же умовах, але за відсутності ацетату натрію дає суміш продуктів **9-11**, а бажані малеїніміди **9** стають мінорним продуктами реакції (10–20%), натомість основними є ацетаніліди **10** (30–50 %) та діацетиланіліни **11** (20–35 %).



## ПІРИЛІЄВІ СОЛІ У СИНТЕЗІ ЛЮМІНОФОРІВ

*Новосад В.В., Бутенко С.О., Литвин Р.З.*

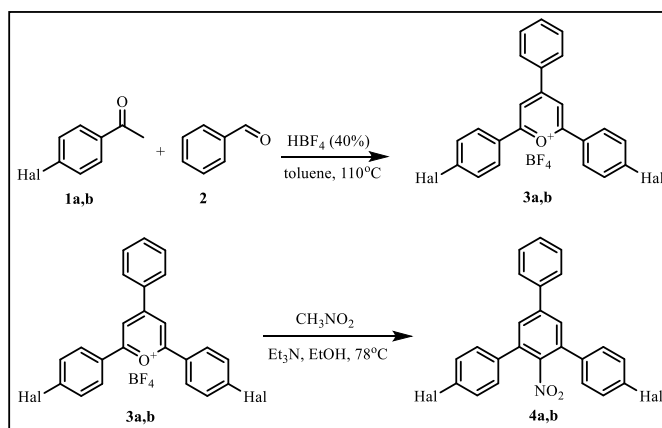
*Кафедра органічної хімії,*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

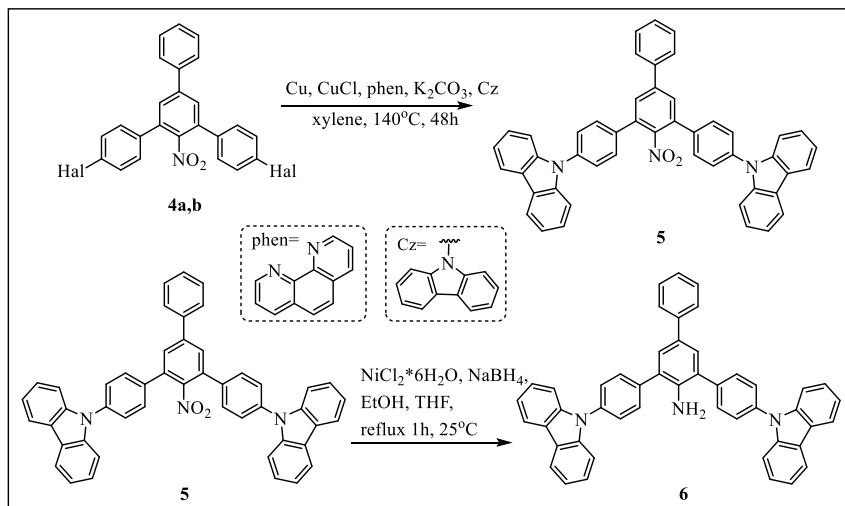
*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: vladyslav.novosad@lnu.edu.ua*

Органічні сполуки з високим ступенем кон'югації привертають значну увагу дослідників у сфері матеріалознавства. Відтак пірилієві солі типу **3** є перспективними білдинг-блоками для створення нових електроактивних органічних матеріалів. Ми отримали тетрафтороборатні солі **3** конденсацією ацетофенонів **1a,b** з бензальдегідом **2**. Далі солі пірилію **3a,b** вводили в реакцію з нітрометаном, у результаті чого з хорошими виходами отримали галогенозаміщені 2,4,6-трифенілнітробензоли **4a,b**:



У свою чергу, сполуки **4a,b** вводили в реакцію Ульмана з карбазолом та отримали продукти **5** з добрим виходом. Нітросполуку **5** відновили за допомогою каталітичної системи NaBH<sub>4</sub>/NiCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O до відповідного 2,4,6-трифеніланіліну з фрагментами карбазолу **6**. Незважаючи на певні стеричні утруднення, реакція відбувається добре, вихід сполуки **6** – високий.



**КАФЕДРА ФІЗИЧНОЇ ТА КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ**

## СИНТЕЗ, СТРУКТУРА І ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІАМІНОТІАЗОЛУ

*Дубенська Л.В., Аксіментьєва О.І., Горбенко Ю.Ю.*

*Кафедра фізичної та колоїдної хімії,*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: LIDIJA.DUBENSKA@lnu.edu.ua*

Полі(2-амінотіазол) (ПАТ) – електропровідний спряжений полімер, який виявляє низку цікавих властивостей. Серед них сорбційні, сенсорні, антикорозійні, антистатичні, потенційно можлива біологічна активність ПАТ та композитів на його основі. Тому оптимізація умов синтезу ПАТ, вивчення оптичних та електрохімічних властивостей полімеру, отриманого різними способами, а також композитів на його основі є перспективною.

Ми реалізовували синтез ПАТ двома методами: хімічно та електрохімічно. Хімічно ПАТ синтезували з водного середовища за наявності трьох ініціаторів:  $\text{CuCl}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ,  $\text{FeCl}_3$ . Найвищий вихід продукту ( $\approx 40\%$ ) отримано з  $\text{CuCl}_2$ . Підтверджено глобулярну структуру полімеру з розміром глобул 0,4-0,6 мкм.

Електрохімічний синтез проводили в умовах циклічної вольтамперометрії із швидкістю розгортки 20 мВ/с в діапазоні потенціалів від -0,2 В до 1,7 В у водному розчині за наявності фонового електроліту. Було вивчено вплив рН середовища, природи фонового електроліту, швидкості розгортки потенціалу, наявності графен оксиду на вольтамперні характеристики електрохімічного синтезу ПАТ. Залежності потенціалів піків від рН свідчать, що іони  $\text{H}^+$  беруть участь у першій та наступних стадіях електрополімеризації 2-амінотіазолу. Причому окиснення 2-амінотіазолу полегшується у лужному середовищі, тобто відбувається з відщепленням протонів. Крім того, природа фонового електроліту за умови однакового рН розчину не чинить суттєвого впливу на електроокиснення АТ. За залежністю струмів максимумів першого циклу від швидкості розгортки у логарифмічних координатах визначили природу струму полімеризації ПАТ. Виявилося, що при  $V \geq 40\text{мВ/с}$  відбувається зміна природи струму з адсорбційної на дифузійну. Додавання графен оксиду до розчину 2-амінотіазолу змінює вольтамперні характеристики електроокиснення. Це може свідчити про включення графен оксиду в плівку ПАТ під час її утворення.

Отримані плівки ПАТ та ПАТ синтезованого за наявності графен оксиду демонструють електрохімічну активність у розчинах амоній оксалату та сульфатної кислоти. Зі збільшенням швидкості розгортки струм піку збільшувався у всіх випадках.

## ВПЛИВ АМОРФНИХ МЕТАЛЕВИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЮ НА ЗНЕБАРВЛЕННЯ БАРВНИКА MENDOLA'S BLUE DYE

*Семенюк М.В., Хрущук Х.І., Бойчишин Л.М.*

*Кафедра фізичної та колоїдної хімії,*

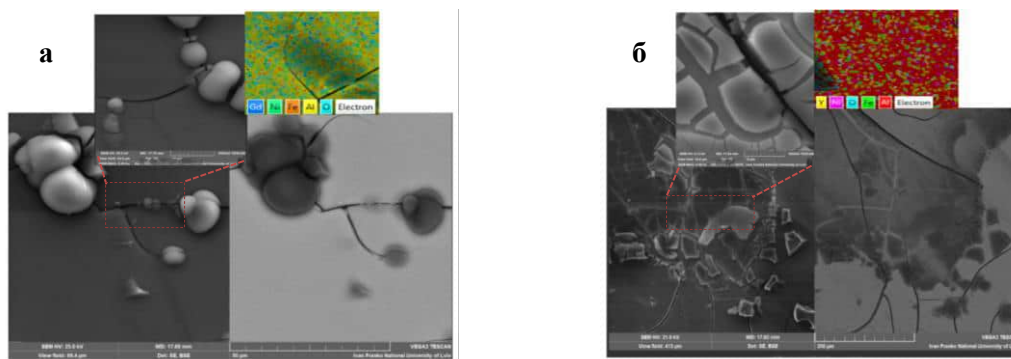
*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: mariia.semeniuk@lnu.edu.ua*

Декілька років тому виявлено, що аморфні стрічки на основі алюмінію ефективні в реакціях знебарвлення барвників [1-2]. **Мета дослідження:** встановити ефективність контактної та зовнішньої сторін АМС у реакції знебарвлення барвника ВВ6.

**Об'єкти дослідження:** аморфні металеві сплави (АМС) на основі алюмінію складу:  $\text{Al}_{87}\text{Y}_4\text{Gd}_1\text{Ni}_4\text{Fe}_4$  та барвник Meldola's Blue Dye (Basic Blue 6, ВВ6).



**Рис. 1. СЕМ-зображення ( $\times 1500$  та  $\times 3000$ ) та EDS-зображення АМС  $\text{Al}_{87}\text{Y}_4\text{Gd}_1\text{Ni}_4\text{Fe}_4$ : (а) контактної сторони та (б) зовнішньої сторони після реакції знебарвлення ВВ6 впродовж 48 годин при  $\text{pH}=2$**

Методом візуального спостереження зафіксовано, що відбувається деколоризація розчину барвника ВВ6 при  $\text{pH}=2$  та 3. Слід зазначити, що при дослідженні окремого впливу на знебарвлення розчину барвника, більш виражену дію має контактний бік. Встановлено, що знебарвлення розчину барвника ВВ6 відбувається вже на 7-8 годині. Поверхню АМС досліджено методом скануючої електронної мікроскопії та встановлено, що елементний склад поверхні фактично не змінюється, тобто не відбувається розчинення-іонізація АМС в кислому та нейтральному розчині. Отже, можна припустити, що відбувається абсорбція барвника на поверхні АМС з наступною його деструкцією.

[1] Peipei Wang, Jun-Qiang Wang, He Li, [et al.]. Fast decolorization of azo dyes in both alkaline and acidic solutions by Al-based metallic glasses // Journal Alloys and Compounds. –2017. –Vol.701. –P.759–765. (<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.01.168>)

[2] Qi Chen, Zhicheng Yan, [et al.]. Role of Nanocrystallites of Al-Based Glasses and  $\text{H}_2\text{O}_2$  in Degradation Azo Dyes// Materials. –2021. –Vol.14(1). –P.39. ([10.3390/ma14010039](https://doi.org/10.3390/ma14010039))

**ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПАРАМЕТРИ МОДИФІКОВАНИХ ОЛІГОМЕРНИМ  
ПОКРИТТЯМ АМОΡФНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ Fe**

*Теміцька Р.Б., Герцик О.М.*

*Кафедра фізичної та колоїдної хімії,*

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: ruslana.temitska@lnu.edu.ua*

З метою зміни фізико-хімічних властивостей аморфних металевих сплавів (АМС) проводять модифікацію поверхневого шару сплавів або всього об'єму зразка. Для цього використовують різні типи обробки: температурну, лазерну, криогенну, змінним магнітним полем, нанесення олігомерних покриттів тощо [1,2].

Досліджували стрічкові зразки аморфних сплавів  $Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{14,0}B_{6,0}$  та  $Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$ . Плівкоутворюючими речовинами були гетерофункційні олігомери на основі: вінілацетату (ВА), 2-трет-бутилпероксі-2-метил-5-гексен-3-іну (БЕП) та малеїнового ангідриду (МА) (ОП-1), та н-вініл пірролідону (НВП), 2-трет-бутилпероксі-2-метил-5-гексен-3-іну (БЕП) та 2-фосфоноксі етил 2-метакрилату (ФОЕМ) (ОП-3). Модифікація аморфних сплавів проводилась з 1%-го розчину олігопероксиду в ізопропанолі протягом 1 год за температури  $(290 \pm 2)$  К.

Модифікація поверхонь сплавів олігопероксидами ОП-1 та ОП-3 з ізопропілового розчину виявилася ефективною для контактних поверхонь, що відображається додатнішими значеннями потенціалів. Однак для АМС  $Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{14,0}B_{6,0}$  захисну дію проявив нанесений шар з ОП-1, а для  $Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$  – з ОП-3. Аналіз форми отриманих вольтамперограм та електрохімічних параметрів у 0,5 М водному розчині натрій хлориду показав вищу тривкість АМС з додатками Cu та Nb, для якого визначені додатніші потенціали корозії та нижчі значення струмів корозії. У випадку обох сплавів дещо тривкішою є зовнішня поверхня, яка вкрита захисними оксидними шарами, що утворюються ще під час надшвидкого охолодження розплаву. Причому більша різниця тривкості встановлена у випадку АМС  $Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$ .

В результаті попереднього нанесення на поверхню сплавів плівок олігопероксидів, форма вольтамперограм і електрохімічні параметри змінюються. Більші зміни простежуються для  $Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{14,0}B_{6,0}$ . Незважаючи на зміщення потенціалів корозії в катодну сторону, дещо розширюється діапазон пасивної ділянки. Лише для контактної поверхні  $Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$  встановлено зсув потенціалів модифікованих поверхонь у анодний бік. Більші ефекти щодо досліджуваних зразків встановлено у випадку попередньої модифікації зразків олігопероксидом ОП-1.

[1] Hertsyk, O.M., Hula, T.H., Kovbuz, M.O., Pandiak, N.L., Ezerska, O.A. Adsorption of organic peroxides on the surface of amorphous alloys for the drugs immobilization // Phys. and Chem. Solid State. – 2022. – Vol. 23(3). – P. 517–523.

[2] Peculiarities of temperature modification of Fe-based amorphous alloys / O. M. Hertsyk, T. H. Hula, M. O. Kovbuz, O. Ezerska, Y. O. Kulyk, N. L. Pandiak // J. Phys. Stud. – 2022. – Vol. 26, №4. – P. 4801.

## ПРОГРАМА ЗВІТНОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Пленарне засідання

18 травня 2023 року, 15:00, ауд. №1

1. **Дідоха Галина** (I курс, магістр). Фазові рівноваги на перерізі NdGe<sub>2</sub>-TmGe<sub>2</sub>. Науковий керівник: доц. Шпирка З.М.
2. **Трухим Максим** (III курс), **Король Роксолана** (III курс). Вольтамперометричне вивчення синтетичних харчових азобарвників діамантового чорного та жовтого “заходу сонця” з використанням робочого твердого амальгамного електрода (m-AgSAE).  
Науковий керівник: асп. Дмухайло А.В.
3. **Аксьонова Мирослава** (I курс, магістр), **Красножон Глафіра** (II курс). Молекулярний дизайн та синтез 3-(карбазол-9-іл)-4-фенілхінолінів. Наукові керівники: ст. наук. сп. Литвин Р.З., проф. Обушак М.Д.
4. **Теміцька Руслана** (I курс, магістр). Електрохімічні параметри модифікованих олігомерним покриттям аморфних сплавів на основі Fe. Науковий керівник: доц. Герцик О.М.
5. **Олексюк Денис** (III курс), **Лесько Олег** (IV курс). Тетрарні сполуки зі структурою типу Sc<sub>0,6</sub>Fe<sub>2</sub>Si<sub>4,9</sub> в системах Tm-Pd-Al-Ga та Dy-Ni-Al-Ga. Наукові керівники: доц. Муць Н.М., акад. НАНУ, проф. Гладишевський Р.Є.
6. **Іванова Аміна** (II курс), **Кулинич Андрій** (I курс, магістр). Дослідження можливості екстракції комплексів Ni(II) з 1-(1-метил-1H-піразол-3-іл-азо)-нафтаден-2-олом. Науковий керівник: доц. Ридчук П.В.
7. **Сігар Андрій** (IV курс), **Юрчук Діана** (III курс), **Чура Олена** (II курс), **Матійчук Вікторія** (I курс) Застосування 5-арил-3-(2-фурил)-2-метилакрил-альдигідів у тандемних циклізаціях та мультикомпонентних перетвореннях. Наукові керівники: ст. наук. сп. Горак Ю.І., проф. Обушак М.Д.
8. **Дубенська Лідія** (IV курс). Хімічний та електрохімічний синтез полі(2-аміно-тіазолу).  
Науковий керівник: проф. Аксіментьєва О.І.

ЗМІСТ

Вольтамперометричне визначення папаверину з використанням алмазного електрода, легованого бором	4
<i>Боднар Ю.П., Іванець В.І., Душина О.М.</i>	
Кристалічна структура сполуки TbCo <sub>2</sub> In	5
<i>Димитриаді Д.Г., Каличак Я.М.</i>	
Дослідження можливості екстракції комплексів Ni (II) з 1-(1-метил-1H-піразол-3-іл-азо)-нафтален-2-олом	6
<i>Іванова А.О., Кулинич А.І., Король Н.С.</i>	
Застосування оксимових похідних у вольтамперометричному аналізі	7
<i>Кіц М.О., Ридчук П.В.</i>	
Вольтамперометрична поведінка харчового азобарвника жовтого "заходу сонця" на твердому амальгамному електроді, модифікованому ртутним меніском	8
<i>Король Р.О., Дмухайло А.В.</i>	
Вольтамперометрична поведінка галантаміну гідроброміду на алмазному електроді, допованому бором	9
<i>Панас Х.В., Душина О.М.</i>	
Відновлення метронідазолу, ронідазолу та орнідазолу на алмазному електроді, допованому бором	10
<i>Піта Р.І., Дубенська Л.О.</i>	
Вольтамперометричне визначення синтетичного харчового азобарвника діамантового чорного з використанням амальгамного електрода модифікованого ртутним меніском	11
<i>Трухим М.В., Дмухайло А.В.</i>	
Фазовий склад та електрохімічне гідрування багатокomпонентних сплавів на основі Tb <sub>2</sub> Ni <sub>7</sub>	13
<i>Волошин В.Т., Кордан В.М., Павлюк В.В.</i>	

Фазові рівноваги на перерізі NdGe <sub>2</sub> -TmGe <sub>2</sub> при 600 °С <i>Дідоха Г.М., Шпирка З.М.</i>	14
Сполуки у системі Tm-Pd-Al-Ga <i>Олексюк Д.Р., Муць Н.М., Гладішевський Р.Є.</i>	15
Гідрування фаз системи Ce <sub>3-x</sub> Y <sub>x</sub> Si <sub>2</sub> <i>Чайка В.І., Міліянчук Х.Ю.</i>	16
Формування дослідницьких умінь і навичок учнів <i>Юсип С.В., Шпирка З.М.</i>	17
Молекулярний дизайн та синтез 3-(карбазол-9-іл)-4-фенілхінолінів <i>Аксьонова М.В., Красножон Г.В., Литвин Р.З., Обушак М.Д.</i>	19
Синтез малеїнамідів з фрагментами карбазолу, фенотіазину та антрацену <i>Єфімов І.А., Дуда Д.-М.І., Бутенко С.О., Обушак М.Д.</i>	20
Пірилієві солі у синтезі люмінофорів <i>Новосад В.В., Бутенко С.О., Литвин Р.З.</i>	21
Синтез, структура і властивості поліамінотіазолу <i>Дубенська Л.В., Аксіментьєва О.І., Горбенко Ю.Ю.</i>	23
Вплив аморфних металевих сплавів на основі алюмінію на знебарвлення барвника Mendola's Blue Dye <i>Семенюк М.В., Хрущук Х.І., Бойчишин Л.М.</i>	24
Електрохімічні параметри модифікованих олігомерним покриттям аморфних сплавів на основі Fe <i>Теміцька Р.Б., Герцик О.М.</i>	25
Програма звітної студентської наукової конференції	26

## АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК

<b>А</b>		<b>М</b>	
Аксiментьєва О.І.	23	Міліянчук Х.Ю.	16
Аксiонова М.В.	19	Муць Н.М.	15
<b>Б</b>		<b>Н</b>	
Боднар Ю.П.	4	Новосад В.В.	21
Бойчишин Л.М.	24	<b>О</b>	
Бутенко С.О.	20, 21	Обушак М.Д.	19, 20
<b>В</b>		Олексюк Д.Р.	15
Волошин В.Т.	13	<b>П</b>	
<b>Г</b>		Павлюк В.В.	13
Герцик О.М.	25	Панас Х.В.	9
Гладишевський Р.Є.	15	Піта Р.І.	10
Горбенко Ю.Ю.	23	<b>Р</b>	
<b>Д</b>		Ридчук П.В.	7
Димитриаді Д.Г.	5	<b>С</b>	
Дідоха Г.М.	14	Семенюк М.В.	24
Дмухайло А.В.	8, 11	<b>Т</b>	
Дубенська Л.В.	23	Теміцька Р.Б.	25
Дубенська Л.О.	10	Трухим М.В.	11
Дуда Д.-М.І.	20	<b>Х</b>	
Душна О.М.	4, 9	Хрущик Х.І.	24
<b>Є</b>		<b>Ч</b>	
Єфімов І.А.	20	Чайка В.І.	16
<b>І</b>		<b>Ш</b>	
Іванець В.І.	4	Шпирка З.М.	14, 17
Іванова А.О.	6	<b>Ю</b>	
<b>К</b>		Юсип С.В.	17
Каличак Я.М.	5		
Кіц М.О.	7		
Кордан В.М.	13		
Король Н.С.	6		
Король Р.О.	8		
Красножон Г.В.	19		
Кулинич А.І.	6		
<b>Л</b>			
Литвин Р.З.	19, 21		





Студентська наукова конференція хімічного факультету

Пленарне засідання

(програма та тези доповідей)

В авторській редакції.

Комп'ютерне верстання

*Максим Світак*

*Вікторія Волошин*

*Евеліна Мацько*

*Марія-Сузанна Теплінська*

*Ярина Шкробацька*

*Максим Кіц*

Підп. до друку 26.06.2023. Формат 60x84/16. Цифровий друк.

Тираж 10 прим.

Малий видавничий центр хімічного та фізичного факультетів.

Львівський національний університет імені Івана Франка

Хімічний факультет

79005, м. Львів, вул.. Кирила і Мефодія, 6.

