

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ**

ПРОГРАМА І ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

**Підсумкової наукової студентської конференції
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
Секція «Хімічних наук та екології»**

26 травня 2022 р.

УДК 54:502:504
ББК 24:26:28.08

Програма і тези доповідей Підсумкової наукової студентської конференції ДВНЗ «Ужгородський національний університет», секція «Хімічних наук та екології» (26 травня 2022 р.). – Ужгород: вид. «Говерла», 2022. – 66 с.

***Рекомендовано до друку Вченою радою
Навчально-наукового інституту хімії та екології
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,
протокол №2 від 11 травня 2022 року.***

Збірник містить програму і тези доповідей результатів наукових досліджень студентів Навчально-наукового інституту хімії та екології ДВНЗ «Ужгородський національний університет», які були представлені на Підсумковій науковій студентській конференції 26 травня 2022 року. Наукові дослідження проведені у відповідності із науковими тематиками кафедр Навчально-наукового інституту хімії та екології «Неорганічної хімії», «Аналітичної хімії», «Органічної хімії», «Фізичної та колоїдної хімії», «Екології та охорони навколишнього середовища».

Тези надруковано з авторських оригіналів без істотної редакції.

*Матеріали підготовлені до друку редакційною колегією збірника наукових праць «Науковий вісник Ужгородського університету. Секція Хімія».
Відповідальний за випуск: к.х.н. Глух О.С.*

ПРОГРАМА

Підсумкової наукової студентської конференції ДВНЗ «Ужгородський національний університет», секція «Хімічних наук та екології»
26 травня 2022 року, м. Ужгород, вул. О. Фединця, 53/1

Секція неорганічної хімії

Керівник секції – професор Барчій І.Є.
Секретар секції – студ. _____

1. **Немеш К.М.** Лі чи Na – іонні батареї: за котрими майбутнє?
Науковий керівник: доц., к.х.н., Сабов М.Ю.
2. **Дербаль Е.М.** Порівняльна характеристика кристалічної структури та оптоелектричних властивостей перовскітних сполук K_2TeBr_6 ТА Rb_2TeI_6
Науковий керівник: проф., д.х.н., Барчій І.Є.
3. **Цірик Л.П.** Фізико-хімічна взаємодія у системі Ag_7PS_6 - Ag_8GeS_6
Науковий керівник: доц., к.х.н., Кохан О.П.
4. **Субота Л.М.** Синтез та одержання монокристалів Ag_7PS_6 ТА Ag_8GeS_6
Науковий керівник: доц., к.х.н., Кохан О.П.

Секція аналітичної хімії

Керівник секції – доцент Студеняк Я.І.

Секретар секції – студ. 1 курсу ОС Магістр Чонтош Т.О.

- 1. Попадинець Я.В.** Використання наночастинок в аналітичній хімії.
Науковий керівник: доц., к.х.н., Фершал М.В.
- 2. Чонтош Т.О.** Дослідження протеолітичних властивостей 8-оксихінолін-азо-фенілборонату.
Науковий керівник: доц., к.х.н., Фершал М.В.
- 3. Петруляк Я.Ю.** Потенціометрична методика визначення бору у винах.
Науковий керівник: доц., к.х.н., Фершал М.В.
- 4. Капшин С.О.** Методи аналітичного визначення та застосування нікотинової кислоти.
Науковий керівник: доц., к.х.н., Русин В.М.
- 5. Попович Н.Д.** Можливості визначення поверхнево-активних речовин, що містяться у гігієнічних засобах.
Науковий керівник: доц., к.х.н., Русин В.М.

Секція органічної хімії

Керівник секції – доцент Онисько М.Ю.
Секретар секції – студ. _____

1. **Сабо Т.Ш.** Електрофільна гетероциклізація алкенілзаміщених 2-оксо(тіоксо)хінолін-3-карбальдегідів.
Наукові керівники: Кут М.М., Онисько М.Ю., Лендел В.Г.
2. **Біжик Н.В.** Тіон-тіольна таутомерія на прикладі 5-пентил-4-метил-1,2,4-тріазол-3-тіону.
Наукові керівники: Фізер М.М., Сливка М.В.
3. **Войнагій Н.М.** Поліфенолвмісні екстракти з плодів шовковиці як перспективні інгредієнти БАД з антиоксидантними властивостями.
Наукові керівники: Жукова Ю.П., Король Н.І., Сливка М.В.
4. **Ігнацевич Н.Я.** Синтез нових функціональних похідних на основі триазолілвмісних похідних амідів оцтової кислоти.
Наукові керівники: Король Н.І., Фізер М.М., Сливка М.В.
5. **Поковба А.В.** Синтез 2-меркапто-7-(трифторометил)хіназолін-4(3н)-ону.
Наукові керівники: Кут Д.Ж., Кут М.М., Онисько М.Ю., Лендел В.Г.

Секція фізичної та колоїдної хімії

Керівник секції – доцент Голуб Н.П.

Секретар секції – студ. 1 курсу ОС Магістр Гернешій Я.М.

1. **Гаштур В.І.** Дослідження кислотних властивостей складної каталітичної системи типу $x\text{AlPO}_4 \cdot y\text{CrPO}_4$.

Науковий керівник: к.х.н., доц. Голуб Н.П.

2. **Микулін Т.Р.** Одержання та дослідження деяких фізико-хімічних властивостей алюмофосфатних каталізаторів.

Науковий керівник: к.х.н., доц. Козьма А.А.

3. **Горват С.І.** Порівняльна характеристика традиційної та дистанційної форми навчання при вивченні хімії у школі.

Науковий керівник: к.х.н., доц. Стерчо І.П.

4. **Дужар М.Ю.** Одержання та каталітичні властивості Плюмбум (II) ортофосфату $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$.

Науковий керівник: к.х.н., доц. Козьма А.А.

5. **Куцина І.В.** Сучасні методи одержання та практичне застосування ортофосфатних каталізаторів.

Науковий керівник: к.х.н., доц. Голуб Н.П.

6. **Сірко А.М.** Сучасне фізико-хімічне застосування алюмофосфатних композицій

Науковий керівник: к.х.н., доц. Козьма А.А.

7. **Гернешій Я.М.** Синтез та дослідження фізико-хімічних властивостей купрумфосфатних каталізаторів.

Науковий керівник: к.х.н., доц. Козьма А.А.

Секція екології та охорони навколишнього середовища

Керівник секції – професор Сухарев С.М.

Секретар секції – студ. . 1 курсу ОС Магістр Мошак В.В.

1. **Гаранко Л.І.** Проблеми реалізації та висвітлення екологічних тем в засобах масової інформації та соціальних мережах України.
Науковий керівник: доц. Делеган-Кокайко С.В.
2. **Щербанич А.В.** Біоіндикація та її застосування в моніторингу ґрунтів.
Науковий керівник: доц. Галла-Бобик С.В.
3. **Сейковські Д.Й.** Моніторинг деградації ґрунтів в умовах військового конфлікту та у постконфліктний період.
Науковий керівник: доц. Глух О.С.
4. **Мошак В.В.** Оцінка впливу застосування деяких видів зброї на об'єкти довкілля в умовах війни в Україні.
Науковий керівник: проф. Сухарев С.М.
5. **Гаврилюк І.В.** Фоновий моніторинг і його роль в оцінюванні та прогнозуванні глобального стану біосфери.
Науковий керівник: доц. Галла-Бобик С.В.
6. **Брехлійчук Т.Б.** Оцінка екологічних загроз об'єктів ПЗФ України в умовах війни.
Науковий керівник: доц. Роман Л.Ю.
7. **Марків Д.В.** Проблематика вирішення динамічних змін навколишнього середовища Дубрівського сміттєзвалища Хустського району Закарпатської області.
Науковий керівник: доц. Делеган-Кокайко С.В.
8. **Кузьма А.В.** Оцінка впливу урбанізації на гідрологічний режим річок України.
Науковий керівник: доц. Роман Л.Ю.
9. **Бонкало І.М.** Моніторинг основних джерел забруднення вод річки Уж.
Науковий керівник: проф. Чундак С.Ю.
10. **Пеха А.О.** Екологічні аспекти розвитку вітроенергетики на Закарпатті.
Науковий керівник: доц. Роман Л.Ю.

Li-IONNІ БАТАРЕЇ: ЗА КОТРИМИ МАЙБУТНЄ?

Немеш К. М., Філеп М.Й., Сабов М.Ю.

Кафедра неорганічної хімії

e-mail: katya.nemesh2000@gmail.com

Національна академія наук, техніки та медицини — колективна наукова національна академія Сполучених Штатів заявила, що «в період з 2025 по 2035 рік може принести найбільш значні перетворення в 100-річній історії автомобіля», оскільки вартість акумулятора постійно падає, електромобілі досягають паритету цін з транспортними засобами, що містять двигун внутрішнього згорання, це приведе до того, що вони стануть «домінуючим типом нових транспортних засобів до 2035 року»[1]. Ряд країн здійснюють різні заходи для обмеження використання автомобілів з двигунами внутрішнього згорання. Зокрема, Канада прагне з 2040 року продавати лише електричні транспортні засоби; в Індії триває програма «швидке запровадження та виготовлення електричних транспортних засобів», яка полягає в заохоченні громадян купівлі гібридних та електричних транспортних засобів; а в Кореї наразі триває стимулювання придбання електромобілів за рахунок скорочення витрат на платне паркування. [2].

Разом з тим, спостерігається посилення спротиву впровадженню електромобілів до якого долучається широка громадськість (екологи, споживачі, виробники, галузеві профспілки, тощо). Тому на просторах інтернету, можна знайти багато інформації, з подібним формулюванням: «транспорт буде жититися від двигунів внутрішнього згорання протягом десятиліть, особливо для комерційного застосування, тому альтернативи навряд чи складатимуть більше ніж 10% від загального попиту на транспорт до 2040 року»[3].

Основним параметром за яким електромобілі поступаються транспортним засобам із двигунами внутрішнього згорання – мобільність, що пов'язано із порівняно незначним пробігом на одному заряді та тривалість зарядки акумулятора. Слід відмітити, що у електромобілях використовуються літій-іонні акумулятори і помітне зростання частки електромобілів на ринку викликано якраз покращенням експлуатаційних параметрів і удосконаленням технології виготовлення літій-іонних акумуляторів. Разом з тим, треба врахувати і те, що подальше удосконалення літій-іонних акумуляторів теж має певні обмеження. Так вдосконалюючи одну функцію, часто погіршуються інші. Наприклад, щоб покращити запас ходу транспортного засобу, швидкість заряджання акумулятора або ємність, можливо, знадобиться пожертвувати тривалістю життя [4]. Цікавим є і те, що переважна частина критики, щодо широкого впровадження електромобілів також стосується акумуляторів. Адже літій-іонні батареї мають численні недоліки, такі як:

1. Старіння. Літійові акумулятори старіють, навіть якщо не використовують. Літій-полімерні і літій-іонні акумулятори знижують ємність, під впливом заряду. Чим більше заряд акумулятора і температура при його зберіганні, тим менше термін його служби. Зберігати їх краще зарядженими на 40–50%, і температурі 0–1 °С. Повний розряд повністю виводить з ладу літій-іонний акумулятор [5].
2. Вогнебезпечність (Li-ion акумуляторимають схильність до вибухового ефекту — це можна пояснити тим, що в них в якості аноду використовується металевий літій, на якому в ході багаторазових циклів заряду та розряду з'являються просторові утворення (дендрити), що викликають замикання електродів, яке в подальшому спричиняє пожежу або вибух. Інтенсивність горіння навіть мініатюрних акумуляторів така, що здатна призводити до серйозних наслідків [7].
3. Втрата ємності на холоді (розрядка в умовах низьких температур призводить до зниження енергії, що віддається, особливо при температурах нижче 0°C.
4. Висока вартість сировини. З середини 2015 року до середини 2018 року ціни на літій, вирости майже втричі. За фіксованими даними в 2021 році річна середня ціна карбонату

літію становила \$17,000 за тонну [8]. У багатьох сценаріях прогнозується, що запаси літію закінчаться в найближчому майбутньому [9]. Сировина, ймовірно, буде ще більше обмежена, якщо ці батареї будуть використані для масштабного зберігання енергії (Energy Storage System – ESS). Тому не дивлячись на те, що літій може бути перероблений, після того як акумулятори досягнуть кінцевого циклу життя, перероблений літій все одно не зможе задовольнити різко зростаючого попиту, що в подальшому призведе до ще більш різкого збільшення цін.

У зв'язку із вищевказаним, останні роки ведуться роботи по пошуку альтернативи літій-іонним акумуляторам. Цілком закономірно, що претендентом на роль заміника літію було обрано натрій – наступний за масою та розміром лужний метал. До переваг натрієвих батарей можна віднести:

1. Доступність сировини. Натрій є одним із головних елементів Земної кори, тільки в Сполучених Штатах запаси кальцинованої соди становлять 23 мільярди тонн [10], також у великих кількостях міститься у морській воді, звідки легко може бути вилучений.
2. Низька ціна. Велика кількість ресурсів призводить до зниження ціни на сировину близько \$135–165 за тонну [10].
3. У зв'язку з властивостями розчину натрієвої солі для зниження витрат допускається використання електроліту низької концентрації (при однаковій концентрації електроліту провідність натрієвої солі приблизно на 20% вище, ніж у літійового електроліту).
4. Іони натрію не утворюють сплав з алюмінієм, тому алюмінієва фольга може використовуватися як струмозмінювач для негативного електрода, що може додатково знизити вартість приблизно на 8% і зменшити вагу приблизно на 10%;
5. Щільність енергії натрієво-іонних акумуляторів перевищує 100 Вт·год/кг, що можна порівняти з літій-залізо-фосфатними батареями. У 2017 році був розроблений натрій-іонний акумулятор потужністю 150 Вт·год/кг.
6. Більш безпечні. Завдяки своєму аноду на основі твердого вуглецю натрій іонні батареї являються менш вогнебезпечними ніж літій-іонні [11].
7. Температурний діапазон. Натрієво-іонні елементи демонструють продуктивність і відмінне збереження ємності в діапазоні температур від -20°C до $+60^{\circ}\text{C}$ (хоча й присутня незначна втрата потужності при -10°C та 50°C) [12].

Незважаючи на ці переваги та те, що з 2015 почався промисловий випуск натрій-іонних акумуляторів, по сьогоднішній день попит на них обмежений. Викликано це властивостям натрію, а саме великою масою та іонним радіусом, що спричиняє малу рухливість, а відтак великий час заряду і розряду акумулятора, також характеризується меншою ємністю та меншою кількістю циклів розряд-заряд. Однак враховуючи ряд аспектів, в тому числі фінансово-економічні, безпека при виготовленні та експлуатації роботи по вдосконаленню параметрів натрій-іонних матеріалів не припиняються.

Одним із шляхів покращення параметрів натрій – іонних батарей це оптимізація властивостей катодного та анодного матеріалу. У класичних батареях катодом є складні (найчастіше тетрарні) оксиди натрію, а анодним частково аморфний вуглець [13]. Аналіз літературних даних показав, що серед великої кількості Na^+ -іон провідних матеріалів найбільш перспективними з складні фосфати на основі натрію і полівалентних металів зі структурним типом NASICON.

Родоначальником даного типу сполук вважається Na^+ провідний матеріал $\text{Na}_{1-x}\text{Zr}_2\text{P}_3\cdot_x\text{Si}_x\text{O}_{12}$ ($0 \leq x \leq 3$), каркасної структури із трьохвимірними каналами для іонного транспорту [14, 15], названий NASICON (Натрій(Na) Супер(S) Іонний(I) провідник(CON)). В подальшому було синтезовано велику кількість структурно ізоморфних до $\text{Na}_{1-x}\text{Zr}_2\text{P}_{3-x}\text{Si}_x\text{O}_{12}$ ($0 \leq x \leq 3$) сполук [15]. Хоча, класично NASICON це натрій іон провідні подвійні змішані фосфати, те що певна сполука відноситься чи ні до даного класу визначається не складом, а структурою. Загальну формулу сполук класу NASICON задають виразом $\text{A}_x\text{MM}'(\text{XO}_4)_3$, де MO_6 і $\text{M}'\text{O}_6$ октаедри з'єднані вершинами із з тетраедрами XO_4 і формують складний трьохвимірний каркас з порожнинами, що здатні вмістити від 0 до 5 катіонів лужних металів

та/або інших катіонів на формульну одиницю. Стехіометричний склад визначається правилом електронейтральності (ступенями окиснення катіонів М та М'). Тобто варіюванням природи М та М' можна регулювати кількість потенційно рухливих іонів. Найбільш частими елементами у структурах матеріалів класу NASICON є: А – Li, Na, K, Mg, Ca; М або М' – Fe, V, Ti, Zr, Sc, Mn, Nb, In; X – S, P, Si, As, хоча безперечно ними даний клас не обмежується [15]. Найбільш простими представниками є тетрарні сполуки у яких М = М'. Перевагою сполук зі структурним типом, NASICON є і те, що на їх основі можна створити як катодний так і анодний матеріал батареї. Вони також характеризуються значною хімічною стабільністю, що має позитивно вплинути на строк служби батареї, а можливість створення Великої популярність сполук із структурним типом NASICON зумовлена присутністю в них великої кількості додаткових іонних вакансій, шляхом варіювання складу, на емнісні характеристики [6].

Література

1. Electric Vehicle Market Status - Update Manufacturer Commitments to Future Electric Mobility in the U.S. and Worldwide. *Research report*. 2021, 234.
2. Roberto Capata, Alfonso Calabria, High-Performance Electric/Hybrid Vehicle. *Environmental, Economic and Technical Assessments of Electrical Accumulators for Sustainable Mobility*. 2022, 15, 2134.
3. Zhao, F., Chen, K., Hao, H., & Liu, Z. Challenges, Potential and Opportunities for Internal Combustion Engines in China. *Sustainability*. 2020, 12(12), 4955.
4. Zoran Čekereva, Zdeněk Dvořák, Lyudmila Prigoda, Electric or Internal Combustion Engines for Passenger Cars? - Environmental and Economic Aspects. *Communications – Scientific Letters of the University Zilina*. 2022, 1, В 49-В58.
5. М. В. Бик, С. В. Фроленкова, О. І. Букет, Г. С. Васильєв. Технічна електрохімія 2: Хімічні джерела струму [Електронний ресурс]. Київ: *КПІ ім. Ігоря Сікорського*, 2018. С. 321.
6. N. Anantharamulu, K. Koteswara Rao, G. Rambabu, B. Vijaya Kumar, Velchuri Radha, M. Vithal. A wide-ranging review on Nasicon type materials. *J. Mater. Sci.* 2011, 46, 2821–2837.
7. В. Ю. Силевич Основные типы тяговых аккумуляторных батарей, которые используются в легковом транспортном сегменте. *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. 2016, 73, 144 - 151.
8. Lithium. *Mineral Commodity Summaries*. 2022.
9. Kei Kubota, Mouad Dahbi, Tomooki Hosaka, Shinichi Kumakura, and Shinichi Komaba. Towards K-Ion and Na-Ion Batteries as «Beyond Li-Ion». *Chem. Rec.* 2018, 18(4), 459-479.
10. Michael D. Slater, Donghan Kim, Eungje Lee and Christopher S. Johnson. Sodium-Ion Batteries. *Adv. Funct. Mater.* 2013, 947-958.
11. Jethro Mullen and K. J. Kwon. Samsung is recalling the Galaxy Note 7 worldwide over battery problem. *CNNMoney*. Retrieved 13 September 2019.
12. Wang J., Wang Y., Seo D., Shi T., Chen S., Tian Y., Kim H., Ceder G. A High-Energy NASICON-Type Cathode Material for Na-Ion Batteries. *Advanced Energy Materials*. 2020, 1903968.
13. Fei Xie, Zhen Xu, Zhenyu Guo and Maria-Magdalena Titirici. Hard carbons for sodium-ion batteries and beyond. *Prog. Energy*. 2, 042002.
14. H.Y-P. Hong. Crystal structures and crystal chemistry in the system $\text{Na}_{1+x}\text{Zr}_2\text{Si}_x\text{P}_{3-x}\text{O}_{12}$. *Materials Research Bulletin*. 1976. V. 11, Is. 2, P. 173-182.
15. J.B. Goodenough, H.Y-P. Hong, J.A. Kafalas. Fast Na^+ -ion transport in skeleton structures. *Materials Research Bulletin*. 1976. V. 11, Is. 2, P. 203-220.

**ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ ТА
ОПТОЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЕРОВСКІТНИХ СПОЛУК
K₂TeBr₆ ТА Rb₂TeI₆**

Дербаль Е.М., Стерчо О.О., Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Зубака О.В.

Кафедра неорганічної хімії

e-mail: derbal.elvira@student.uzhmu.edu.ua

Комплексні галогеніди викликають постійний інтерес серед неорганічних матеріалів, які є перспективними для використання в сучасних напівпровідникових приладах, таких як сонячні батареї. Як потенційні матеріали для оптоелектроніки запропоновано галогенвмісні подвійні вакантно-упорядковані перовскітні структури типу A₂V□X₆ (де □ – вакансія). На даному етапі неорганічного матеріалознавства значна увага приділяється одержанню нових композитних матеріалів на основі твердих розчинів, так як в межах області гомогенності спостерігається неперервна зміна фізико-хімічних та електрофізичних властивостей. Дослідження взаємної системи K₂TeI₆ + Rb₂TeBr₆ ↔ K₂TeBr₆ + Rb₂TeI₆ є необхідним етапом у дослідженні системи з подвійним катіонно-катіонним та аніонно-аніонним заміщенням на основі сполук типу A₂VX₆.

Аналіз фізико-хімічної взаємодії в квазібінарних системах, які утворюють взаємну систему K₂TeI₆ + Rb₂TeBr₆ ↔ K₂TeBr₆ + Rb₂TeI₆ здійснювали на основі електронної будови атомів компонентів A^I, Te, C^{VII}, їх термодинамічної стабільності. При цьому враховували відповідні розмірні фактори атомів та іонів.

Можливість утворення твердих розчинів у системі K₂TeBr₆ + Rb₂TeI₆ розглядали на основі кількісних критеріїв за Б.Воздвиженським (табл. 1):

$$n_s \leq 1,1 \div 1,2 \quad \text{і} \quad 4n_t^2 + n_v^2 \leq 1,0$$

де n_s – ентропійний фактор (відношення ентропій плавлення компонентів S_A/S_B при S_A>S_B); n_t – температурний фактор, що дорівнює 1-T_A/T_B (при T_A<T_B) і 1-T_B/T_A (при T_A>T_B); n_v – об'ємний або розмірний фактор, що описується рівнянням [(d_A/d_B)³+V_A/V_B-2]+b (де d_A, d_B, V_A, V_B – відповідно розміри іонів, що заміщуються, та об'єми елементарних комірок компонентів взаємодії; b – поправка на різницю в їх валентностях).

Таблиця 1. Кількісні критерії можливості утворення твердих розчинів у системі K₂TeBr₆-Rb₂TeI₆.

Система	n _s	n _t	n _v	4n _t ² +n _v ²
K ₂ TeBr ₆ -Rb ₂ TeI ₆	1,7272	0,1678	-0,6848	0,5816

Результати розрахунків показали, що значення ентропійного фактору n_s (n_s≥1.1÷1.2) заперечує можливість утворення необмежених рядів твердих розчинів, проте виконання умови 4n_t²+n_v²≤1.0 вказує на можливість формування протяжних областей граничних твердих розчинів на основі тернарних сполук K₂TeBr₆ та Rb₂TeI₆.

Кристалохімічний аналіз сполук K₂TeBr₆ та Rb₂TeI₆ показав, що вони кристалізуються у структурному типі K₂PtCl₆ (K₂TeBr₆ – моноклінна сингонія, ПГ P121/n1, a=7.491(1); b=7.549(1); c=10.698(1) Å, β=90.3; Rb₂TeI₆ – тетрагональна сингонія, ПГ P4/n, a=8.136(5); c=11.810(7) Å) Координаційні октаедри [TeX₆] утворені шістьма атомами галогену (X), які оточують атом Te і розташовані у вершинах правильних тетрагональних біпірамід. Координаційні октаедри [TeX₆] розташовані у вершинах, та центрі великого куба, між ними розміщені іони/атоми K⁺, Rb⁺. При збільшенні співвідношення іонних радіусів катіона та аніона від r(Rb)/r(I)=0,72 до r(K)/r(Br)=0,84 спостерігається перехід від тетрагональної до моноклінної структури (Рис.1).

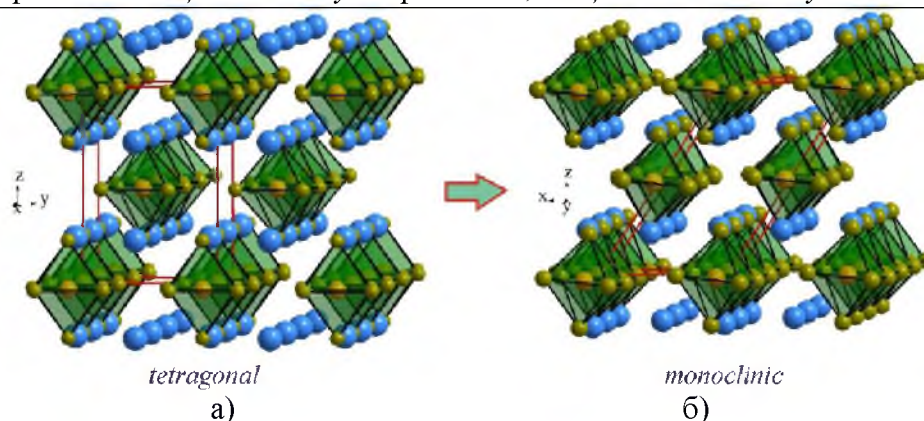


Рис. 1. Перехід від моноклінної K_2TeBr_6 (а) до тетрагональної структури Rb_2TeI_6 (б).

Аналіз міжатомних відстаней у сполуках $A_2TeBr_6(I_6)$ показав, що експериментальні значення відстаней $A-Br(I)$ дещо перевищують розраховані значення суми іонних радіусів відповідних атомів. Це вказує на те, що ці зв'язки мають явно іонну природу. При заміні $K \rightarrow Rb$ відбувається зростання міжатомних відстаней $A-Br(I)$, що свідчить про збільшення ступеня іонності хімічного зв'язку в цьому напрямку. Значення міжатомних відстаней $Te-Br(I)$ дещо більші за суму ковалентних і менші за суму іонних радіусів атомів елемента, що вказує на ковалентну природу відповідних зв'язків. За рахунок зростання ковалентних радіусів при замінах $Br \rightarrow I$ спостерігається збільшення міжатомних відстаней $Te-Br(I)$ та зменшення ступеня іонності хімічних зв'язків. Перехід $K \rightarrow Rb$ змінює нахнення міжатомних відстаней $Te-Br(I)$ на незначну величину, що вказує на стабільність комплексного йона $[TeBr_6(I_6)]^{2-}$.

Таблиця 2. Міжатомні відстані (Å) у кристалічній структурі сполук K_2TeBr_6 та Rb_2TeI_6 .

Зв'язки	$K_2TeBr_6(I_6)$ (екс)	$Rb_2TeBr_6(I_6)$ (екс)	Σ ков. (розрах)	Σ іон. (розрах)	S_i
K – Br	3.405–4.467	–	3.46	3.60	77
K – I	3.574–5.173	–	3.64	3.84	73
Rb – Br	–	3.809	3.78	3.62	77
Rb – I	–	3.867–4.339	3.96	3.92	73
Te – Br	2.672–2.684	2.689	2.63	2.93	32
Te – I	2.923–2.937	2.929–2.931	2.81	3.17	26
Br – Br	3.770–3.8043	3.803	2.44	3.92	0
I – I	4.131–4.1733	4.144–4.145	2.80	4.40	0

Одержані результати вказують на те, що хімічний зв'язок у потрійних галогенідних сполуках K_2TeBr_6 та Rb_2TeI_6 має змішаний тип хімічного зв'язку – ковалентно-іонний з переважанням іонної компоненти. Фактично сполуки такого типу можна розглядати як іонні сполуки, де роль катіона відіграють елементи K(Rb), роль аніонів – стабільний комплексний іон $[TeX_6]^{2-}$. Збільшення іонності зв'язку $A-Br(I)$ при заміні $K \rightarrow Rb$ у зовнішній сфері призводить до збільшення ступеня ковалентності зв'язку у внутрішній сфері комплексного йона $[TeX_6]^{2-}$. Оскільки зміна електронегативності атомів лужних металів відбувається симпатично зі зміною їх іонних радіусів, отримані результати добре узгоджуються з компенсаційною залежністю – чим менший розмір зовнішнього сферичного катіона, тим більше загальний розмір комплексного аніона.

Ab initio квантово-хімічні розрахунки електронної структури сполук K_2TeBr_6 та Rb_2TeI_6 здійснювали DFT методом (теорія функціоналу густини) з використанням програмного пакету *Quantum Espresso*. На основі теоретичних обчислень зонної структури загальної густини станів (DOS) було визначено криві розподілу енергії електронних станів у валентній зоні (ВЗ) та зоні провідності (ЗП), парціальний розподіл електронних станів

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», секція «Хімічних наук та екології» 2022 окремих атомів. Результати розрахунків DFT (напівпровідниковий тип, загальна енергія кристалічної комірки $E_{кр}$, енергія на один атом $E/ат$, енергія Фермі $E_{Фермі}$, максимум валентної зони, мінімум зони провідності, оптична ширина забороненої зони E_g) представлені в таблиці 3.

Таблиця 3. Характеристики електронної структури сполук K_2TeBr_6 та Rb_2TeI_6 .

Сполука	Тип провідності	$E_{кр}, Ry$	$E/атом, Ry$	$E_{Фермі}, eB$	BZ_{max}, eB	$ЗП_{min}, eB$	E_g, eB
K_2TeBr_6	непрямоzonний	-357.51	-39.72	2.61	-1.42	0.91	2.39
Rb_2TeI_6	непрямоzonний	-546.14	-60,68	2.91	-0.81	0.91	1.72

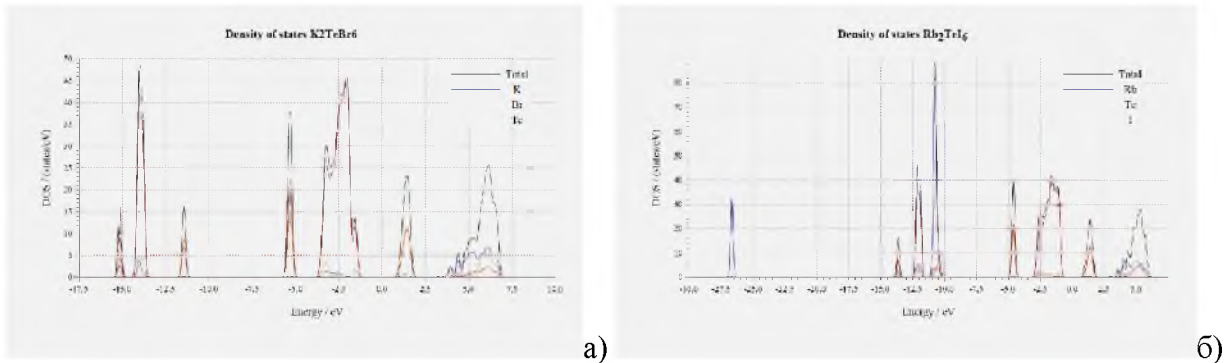


Рис.2. Загальна та порціальна DOS сполук K_2TeBr_6 (а), Rb_2TeI_6 (б).

Для характеристики походження енергетичних рівнів розраховано загальну та порціальну густину станів атомів (DOS)(Рис.2). Верх валентної зони утворюються $4p$ станами Броду (або $5p$ Йоду), а нижня частина зони провідності утворена $5d$ станами Те і $5s$ станами Вг (або $6s$ стани І). Оптична ширина забороненої зони утворюється переходами електронів Вг(І) $4p(5p) \rightarrow$ Вг(І) $5s(6s)$ або електронів Те $5d$. Стани $4s$ калію розташовані при $-10,8$ еВ, $3p$ при $-13,8$ і $-12,3$ еВ, Рубідій $5s$ при $-10,6$ еВ, $4p$ при $-26,4$ еВ. Рівні атома Телуру становлять $-10,8$ еВ ($4s$), $-3,9 \div -4,5$ еВ ($4p$) та $-12,4 \div -13,6$ еВ($3d$). Рівні атомів галогеніду Вг $4s$ ($-15,0$ та $-13,8$ еВ), Вг $4p$ (серія піків $-2,9 \div -1,9$ еВ), І $5s$ ($-15,6, -12,1$ та $-10,8$ еВ), І $5p$ (серія піків $-2,9 \div -1,5$ еВ)

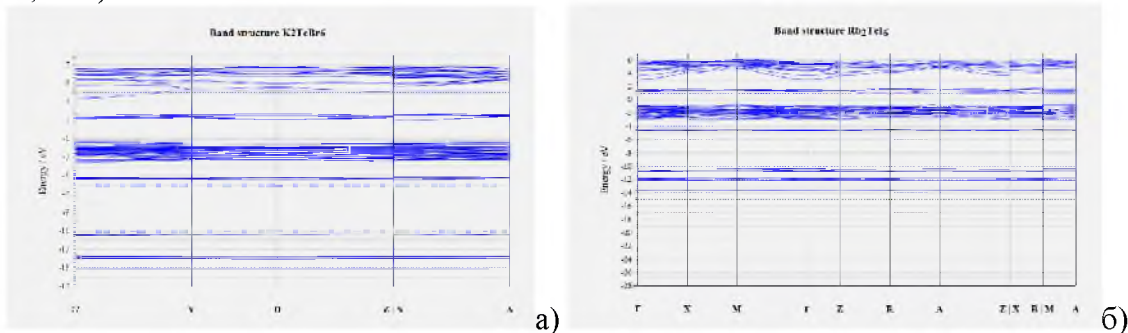


Рис. 3. Зонна структура сполук K_2TeBr_6 (а), Rb_2TeI_6 (б).

З Рис.3 бачимо, що розрахована ширина заборонених зони складає $E_g = 2,39$ еВ (K_2TeBr_6), $E_g = 1,72$ еВ (Rb_2TeI_6). При одночасних переходах $K \rightarrow Rb$ і $Br \rightarrow I$ значення ширини забороненої зони закономірно зменшуються, що пояснюється збільшенням металевої складової хімічного зв'язку. Також значення енергії Фермі ($E_{Фермі}$) для Rb-вмісних сполук вище, ніж для K-вмісних сполук. Максимум валентної зони (BZ_{max}) і мінімум зони провідності ($ЗП_{min}$) сполук із структурою перовскіту розташовані в різних точках високої симетрії першої зони Бріллюена (БЗ). Це вказує на те, що сполуки K_2TeBr_6 та Rb_2TeI_6 відносяться до непрямоzonних напівпровідників.

ФІЗИКО-ХІМІЧНА ВЗАЄМОДІЯ У СИСТЕМІ Ag_7PS_6 - Ag_8GeS_6

Цірик Л.П., Кохан О.П., Погодін А.І., Філеп М.Й.

Кафедра неорганічної хімії

e-mail: tsirik.lilian@ukr.net

Використання вичерпного палива для одержання енергії сьогодні приводить до небезпечних змін клімату і змушує людство шукати альтернативні шляхи для багатьох промислових процесів. Проблема використання відновлюваних джерел енергії сонця та вітру полягає у нерівномірності її вироблення та необхідності її акумулювання та раціонального споживання. Тому актуальним є пошук та використання новітніх функціональних матеріалів для ефективного перетворення та накопичення електроенергії. Перспективними для використання у цій галузі є тверді електроліти, або «суперіоніки» – матеріали з високою іонною провідністю у твердому стані, до яких належать і складні халькогеніди з структурою аргіродиту [1]. Для використання у твердоелектролітичних акумуляторах привабливими є аргентумвмісні фази, оскільки іони аргентуму поряд з високою провідністю не володіють високою хімічною активністю, на відміну від іонів лужних металів.

Сполуки Ag_8GeS_6 та Ag_7PS_6 належать до родини аргіродиту, плавляться конгруентно при 1231 К та 1074 К і характеризуються структурним фазовим переходом [2,3], що є типовим для аргіродитів [1]. Високотемпературні модифікації Ag_8GeS_6 та Ag_7PS_6 відносяться до кубічної сингонії, ПГ F-43m [2,3]. Низькотемпературна модифікація Ag_8GeS_6 кристалізується у примітивній ромбічній комірниці (ПГ $\text{Pna}2_1$) з параметрами: $a = 15.14686 \text{ \AA}$, $b = 7.46940 \text{ \AA}$, $c = 10.58419 \text{ \AA}$, $Z=4$ [2], а низькотемпературна Ag_7PS_6 – у примітивній кубічній комірниці (ПГ $\text{P}2_13$) з параметрами $a = 10.39174 \text{ \AA}$, $Z=4$ [3]. Монокристалічні Ag_8GeS_6 та Ag_7PS_6 володіють відносно низькими значеннями іонної провідності $4.09 \times 10^{-5} \text{ S/cm}$ та $3.20 \times 10^{-8} \text{ S/cm}$, відповідно, що обумовлено відносною упорядкованістю кристалічної структури даних фаз [3]. Утворення твердих розчинів на основі вихідних фаз повинно приводити до значного розупорядкування структури, що має сприяти підвищенню провідності. Тому дослідження фізико-хімічної взаємодії у системі Ag_7PS_6 - Ag_8GeS_6 є актуальним.

Синтез Ag_7PS_6 та Ag_8GeS_6 проводили з високочистих (99.999%) простих речовин: Ag, P, Ge та S, взятих у стехіометричних співвідношеннях одотемпературним методом у вакуумованих до 0,13 Па кварцових ампулах. Ампули нагрівали до 723 К з швидкістю 100 К/год, витримували при цій температурі 24 год. Подальше нагрівання проводили з швидкістю 50 К/год до 1125 К для Ag_7PS_6 та 1280 К для Ag_8GeS_6 і витримували при максимальних температурах протягом 48 год. Охолодження до кімнатної температури проводили з швидкістю 100 К/год.

Синтез сплавів системи проводили з попередньо синтезованих тернарних Ag_7PS_6 та Ag_8GeS_6 одотемпературним методом у вакуумованих до 0.13 Па кварцових ампулах. Максимальна температура синтезу складала 1287 К, витримка 48 год; нагрівання і охолодження вели з швидкістю 100 К/год.

Одержані сплави досліджено з використанням методу диференційного термічного аналізу (ДТА) (Pt/PtRh термopари, швидкість нагріву/охолодження 700 К/год, точність $\pm 2 \text{ K}$) та рентгенофазового аналізу (РФА) ДРОН 4-07, геометрія зйомки – Брегг-Брентано $\theta/2\theta$, випромінювання $\text{CuK}\alpha$ (Ni - фільтр), діапазон сканування кутів – 10-120°.

За результатами ДТА і РФА побудована діаграма стану системи Ag_7PS_6 - Ag_8GeS_6 . Як видно з діаграми, система належить до систем з утворенням необмежених твердих розчинів (I тип за Розебомом) та фазовими перетвореннями у підсолідусній області.

Система Ag_7PS_6 - Ag_8GeS_6 (рис.1) характеризується утворенням неперервного ряду твердих розчинів на основі високотемпературних модифікацій (ПГ F-43m) вихідних

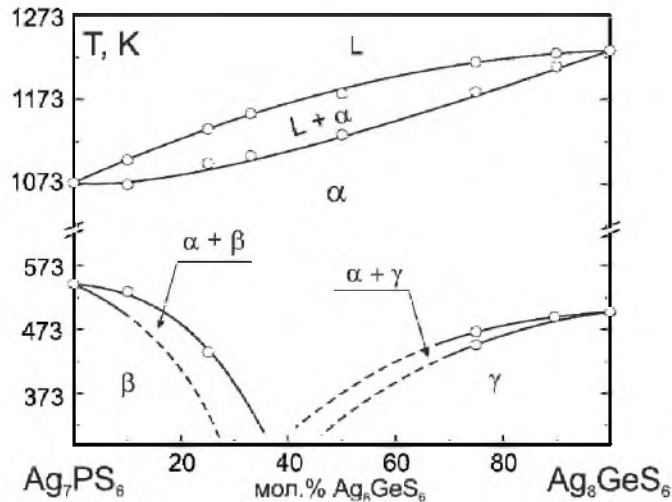


Рис.1. Діаграма стану системи Ag_7PS_6 - Ag_8GeS_6

Особливістю досліджуваної системи є те, що низькотемпературні модифікації Ag_7PS_6 та Ag_8GeS_6 кристалізуються у різних просторових групах $\text{P}2_13$ та $\text{Pna}2_1$. Це зумовлює існування широких областей граничних твердих розчинів $\text{Ag}_{7+x}(\text{P}_{1-x}\text{Ge}_x)\text{S}_6$, що у обмеженому температурному інтервалі існують у просторових групах $\text{P}2_13$ (β) ($x = 0.1; 0.25$) та $\text{Pna}2_1$ (γ) ($x = 0.5; 0.75$) (рис.1). Твердий розчин складу $\text{Ag}_{7.33}(\text{P}_{0.67}\text{Ge}_{0.33})\text{S}_6$ при кімнатній температурі є двофазним ($\text{P}2_13 + \text{F-43m}$).

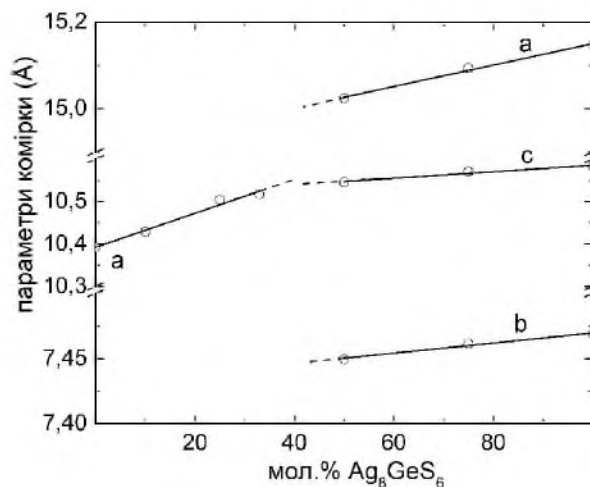


Рис.2. Параметри ґратки твердих розчинів системи Ag_7PS_6 - Ag_8GeS_6

Утворення широких областей граничних твердих розчинів підтверджуються монотонними змінами параметрів ґратки у відповідних концентраційних межах (рис.2)

Література

1. Kuhs W.F., Nitsche R., Scheunemann K. The argyrodites – a new family of tetrahedrally close-packed structures. *Mat. Res. Bull.*, 14 (1979), 241–248.
2. Parasyuk O.V., Gulay L.D., Piskach L.V., Gagalovska O.P. The Ag_2S – HgS – GeS_2 system at 670 K and the crystal structure of the $\text{Ag}_2\text{HgGeS}_4$ compound. *Journal of Alloys and Compounds*, 2002, 336 (1–2), 213-217.
3. Andrae H., Blachnik R. Metal sulphide-tetraphosphorusdekasulphide phase diagrams. *J. Alloys Compd.*, 1992, 189 (2), 209-215.

СИНТЕЗ ТА ОДЕРЖАННЯ МОНОКРИСТАЛІВ Ag_7PS_6 ТА Ag_8GeS_6

Субота Л. М., Кохан О.П., Погодін А.І.

Кафедра неорганічної хімії

e-mail: subota.lyudmyla@student.uzhnu.edu.ua

Тернарні аргентумвмісні халькогеніди володіють значним різноманіттям складів та структурних типів. Спільним для них є велика кількість кристалографічних позицій, часткова заповнюваність позицій та відносно слабкий зв'язок Ag-халькоген, що характерно для фаз з структурою аргіродиту [1]. Результатом структурного розупорядкування Ag-підгратки у аргіродитах є їх висока іонна провідність, аномально низька теплопровідність, менші значення ширини забороненої зони. Тому ряд срібло-вмісних халькогенідів є перспективними твердотільними провідниками, термоелектриками, можливими елементами у сонячних елементах [12-14] та у якості нелінійно оптичних матеріалів.

Сполуки Ag_7PS_6 та Ag_8GeS_6 мають конгруентний характер топлення (1074 К та 1231 К відповідно) і фазові переходи при низьких температурах. Високотемпературні модифікації Ag_7PS_6 та Ag_8GeS_6 кристалізуються у гранецентрованій кубічній, ПГ F-43m [2,3]. Низькотемпературна модифікація Ag_8GeS_6 кристалізується у ромбічній комірці (ПГ Pna2₁) з параметрами: $a = 15.14686 \text{ \AA}$, $b = 7.46940 \text{ \AA}$, $c = 10.58419 \text{ \AA}$, $Z=4$ [2], а низькотемпературна Ag_7PS_6 – у примітивній кубічній комірці (ПГ P2₁3) з параметрами $a = 10.39174 \text{ \AA}$, $Z=4$ [3]. Монокристалічні Ag_8GeS_6 та Ag_7PS_6 володіють відносно низькими значеннями іонної провідності $4.09 \times 10^{-5} \text{ S/cm}$ та $3.20 \times 10^{-8} \text{ S/cm}$, відповідно, що обумовлено відносною упорядкованістю кристалічної структури даних фаз [3]. Тому актуальним є розробка та оптимізація методів синтезу та вирощування монокристалів названих сполук.

Синтез Ag_7PS_6 та Ag_8GeS_6 здійснювали одотемпературним методом у вакуумованих до 0,13 Па кварцових ампулах з високочистих (99.999%) Ag, P, Ge та S, взятих у стехіометричних співвідношеннях. Ампули нагрівали до 723 К з швидкістю 100 К/год, витримували при цій температурі 24 год. Подальше нагрівання проводили з швидкістю 50 К/год до 1280 К для Ag_8GeS_6 та 1125 К для Ag_7PS_6 і витримували при максимальних температурах протягом 48 год. Охолодження до кімнатної температури проводили з швидкістю 100 К/год. Вирощування монокристалів проводили з використанням методу спрямованої кристалізації з розплаву у вакуумованих до 0.13 Па у кварцових ампулах кінчної конфігурації з врахуванням характеру термічної поведінки Ag_7PS_6 та Ag_8GeS_6 . Рост кристалів здійснювали у двохзонних електропечах. Температура зони розплаву складала 1125 К (Ag_7PS_6) та 1280 К (Ag_8GeS_6), а зони відпалу – 810 К та 910 К відповідно. Вирощування монокристалів Ag_7PS_6 та Ag_8GeS_6 включало в себе формування монокристалічного зародку у нижній конусоподібній частині ампули протягом 48 год. Подальше переміщення фронту кристалізації відбувалося з швидкістю 0.5 мм/год. Відпал монокристалів протягом 72 год проводили при температурах, вищих за температуру фазових перетворень. Швидкість охолодження до кімнатної температури складала 5 К/год. У підсумку було вирощено монокристали темно-сірого кольору з металевим блиском довжиною 30 - 40 мм та діаметром 12 мм.

Література

1. Kuhs W.F., Nitsche R., Scheunemann K. The argyrodites – a new family of tetrahedrally close-packed structures. *Mat. Res. Bull.*, 14 (1979), 241–248.
2. Parasyuk O.V., Gulay L.D., Piskach L.V., Gagalovska O.P. The Ag_2S – HgS – GeS_2 system at 670 K and the crystal structure of the $\text{Ag}_2\text{HgGeS}_4$ compound. *Journal of Alloys and Compounds*, 2002, 336 (1–2), 213-217.
3. Andrae H., Blachnik R. Metal sulphide-tetraphosphorusdekasulphide phase diagrams. *J. Alloys Compd.*, 1992, 189 (2), 209-215.

ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТИНОК В АНАЛІТИЧНІЙ ХІМІЇ

Попадинець Я.В., Фершал М.В.

Кафедра аналітичної хімії

e-mail: popadynets.yana@student.uzhnu.edu.ua

Завдяки своїм незвичайним властивостям наночастинки (НЧ) привертають увагу науковців різних галузей, а нанотехнології розвиваються як окремий науковий напрямок. Збільшена площа поверхні наночастинок у порівнянні із частинками звичного розміру, унікальні явища на межі розділу фаз різко відрізняють хімічні та фізичні властивості наночастинок від властивостей їх складових у молекулярному та макроскопічному вигляді [1]. Це призвело до інтенсивного розвитку нанотехнологій та впровадження їх у різні галузі науки і техніки. Приклади використання НЧ дуже різноманітні серед яких адресна доставка ліків при лікуванні карцею, розділення та очищення біомолекул та цілих клітин, в якості флуорисцентних біологічних міток і т.д.

Інтенсивне використання НЧ з іншого боку призводить і до негативних наслідків пов'язаних з їх токсичністю для людей та інших біологічних видів. Ризик токсичного ураження наночастинками в свою чергу спричинений відсутністю надійних аналітичних методик їх визначення, та розроблених технологій їх утилізації. Використання НЧ у аналітичній хімії заслуговує окремої уваги. Так, НЧ застосовують у процесах розділення та концентрування аналітів різної природи, підсилення аналітичного сигналу у фізичних та інструментальних методах аналізу, покращення селективності методик та у виробництві сенсорів [2]. Можливості використання НЧ у аналітичній хімії визначаються наявними на їх поверхні функціональними групами отриманими шляхом їх модифікації на стадії синтезу, або після нього. Тому пошук та дослідження відомих та нових реагентів для надання поверхні НЧ відповідних властивостей є актуальним завданням нанотехнологій та аналітичної хімії, зокрема.

Серед різноманітності типів наночастинок особливої уваги заслуговують НЧ які проявляють виражені магнітні властивості. Можливість використання магнітного поля для відділення НЧ із реакційних середовищ та технологічних процесів робить їх зручними з точки зору утилізації та рециклізації, а також для концентрування та розділення у аналізі складних об'єктів. Найбільш поширеними МНЧ є магнетит, що відноситься до НЧ оксиду заліза. Даний тип наночастинок вирізняється біосумісністю, простотою синтезу і модифікації поверхні, можливістю отримання частинок певного розміру та наявністю великої кількості наукових даних [3].

У доповіді представлено стислий літературний огляд, що стосується методів синтезу НЧ, їх використання магнітних НЧ у аналітичній хімії для розділення та концентрування та деякі проблеми аналітичного визначення НЧ.

Література

1. Ealia, S. A. M., & Saravanakumar, M. P. (2017, November). A review on the classification, characterisation, synthesis of nanoparticles and their application. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 263, No. 3, p. 032019). IOP Publishing.
2. Kabeer, M., Hakami, Y., Asif, M., Alrefaei, T., & Sajid, M. (2020). Modern solutions in magnetic analytical extractions of metals: A review. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 130, 115987.
3. Niculescu, A. G., Chircov, C., & Grumezescu, A. M. (2021). Magnetite nanoparticles: Synthesis methods—a comparative review. *Methods*.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТОЛІТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ 8-ОКСИХІНОЛІН-АЗО-ФЕНІЛБОРОНАТУ

Чонтош Т.О., Фершал М.В.

Кафедра аналітичної хімії

e-mail: chontosh.tetyana@student.uzhnu.edu.ua

Синтез нових органічних сполук із наперед заданими властивостями є одним із основних інструментів та методів наукових досліджень не тільки органічної, але і аналітичної хімії. Цікавим та інтенсивно зростаючим напрямком досліджень є розробка та дизайн молекулярно розмірних сенсорів – молекул здатних генерувати аналітичний сигнал в результаті хімічної взаємодії з аналітом.

Органічні хемосенсиори являють собою молекулярні або супрамолекулярні системи, що дозволяють одержувати інформацію про якісний і кількісний вміст конкретних іонів або молекул у досліджуваних зразках. Завдяки високій чутливості, універсальності, легкості виконання аналізу, можливості одночасного використання ряду спектральних параметрів для оцінки властивостей аналіту органічні молекулярно-розмірні сенсори знаходять все більше використання в біології, медичній діагностиці, а також при оцінці стану навколишнього середовища. Незважаючи на велику кількість досліджень проведених в даному напрямку, пошук нових сполук та підходів для реєстрації аналітичного сигналу на молекулярному рівні залишається актуальним завданням аналітичної хімії, яке можна вирішити шляхом отримання органічних молекул із декількома функціональними угрупованнями у її структурі.

Нами проведено систематичне вивчення спектрофотометричних властивостей похідного 8-гідроксіхінолін-азо-фенілборонату (ГХФБ) як оптичного молекулярно-розмірного сенсора синтезованого з допомогою реакції діазосполучення з деякими модифікаціями методики [1] з використанням 8-оксихіноліну та 3-амінофенілборної кислоти (рис. 1), $t_{\text{топл}}$ отриманого продукту = 400 °С, що значно відрізняється від $t_{\text{топл}}$ 8-ОХ (76 °С) та 3-АФБК (225 °С).

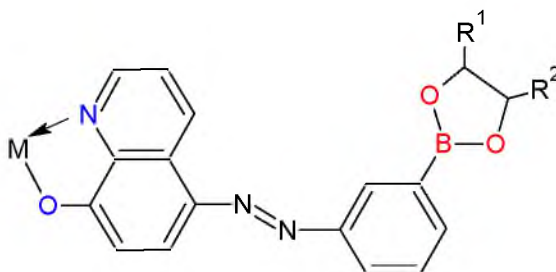


Рис. 1. Структурна формула 8-гідроксіхінолін-азо-фенілборонату та перспектива його сенсорних властивостей.

Молекули синтезованої нами сполуки містять реакційні групи оксиму здатні до утворення координаційних зв'язків із іонами металів та фрагмент фенілборонової кислоти – відомого аналітичного угруповання для визначення глюкози, фруктози та інших органічних аналітів здатних до комплексоутворення з фенілбороновими кислотами [2].

Структуру отриманої молекули підтверджено результатами Н ЯМР спектроскопії та методом рідинної хроматографії із мас-спектрометрією. Згідно з результатами РХ-МС досліджень, одержана сполука є чистою та ефективно іонізованою в позитивному та негативному режимах: $t_R=2,19$ хв, $[M+H]^+$ теоретичне значення для $C_{15}H_{13}BN_3O_3^+ m/z$ 294,1044, експериментальне m/z 294,1035 (-3.1 ppm); $[M-H]^-$ теоретичне значення для $C_{15}H_{11}BN_3O_3^- m/z$ 292,0899, експериментальне m/z 292,0892 (-2.4 ppm).

Оскільки рН середовища є одним із визначальних факторів для форм існування органічних сполук схильних до протолітичних рівноваг то при розробці сенсорних молекул важливою характеристикою є рК протонування, так як це визначатиме межі її існування у реакційно здатній формі [3].

У аналітичній хімії бору відоме використання гліцерину та маніту для титриметричного визначення борної кислоти за рахунок утворення комплексних ефірів цих сполук із борною кислотою, які є сильними кислотами, котрі можна титрувати у присутності метилоранжу. Подібні властивості проявляють і фенілборонові кислоти та їх похідні. Таким чином утворення сполук анілітів (наприклад 1,2 диолів) із фрагментом фенілборонової кислоти повинно супроводжуватись зміною протолітичних властивостей молекули – зміною її рК «гідролізу». Тому нами проведено дослідження протолітичних характеристик ГХФБ з використанням буферів різної природи. Спектри світлопоглинання ГХФБ при різному рН середовища вказують на існування рівноваги між мінімум двомарозчинними формами барвника та твердої фази, а форма спектрів залежить від природи використаного буфера.

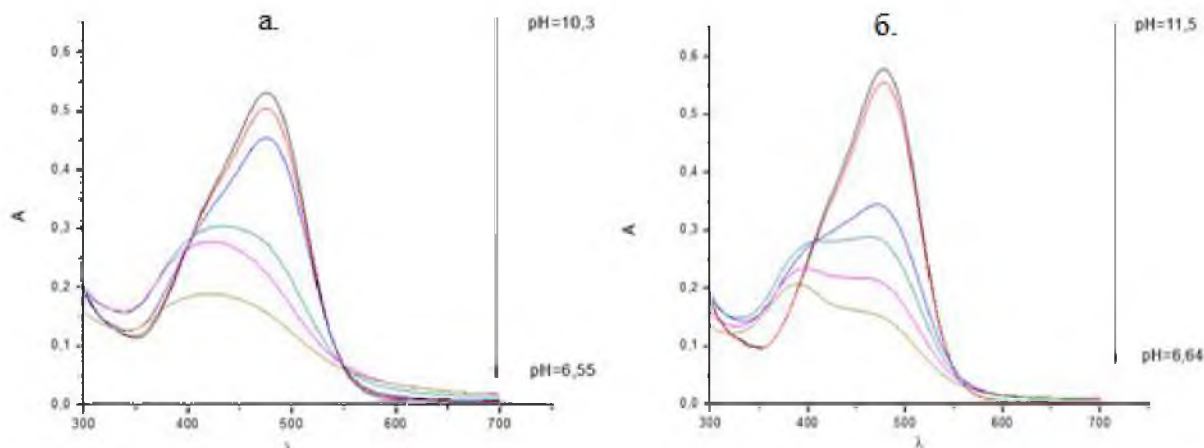


Рис.2. Спектри світлопоглинання розчинів ГХФБ на буферних сумішах: а – аміачна, б – ацетатна. ($l=1$ см, $C_{\text{ГХФБ}}=2,61 \cdot 10^{-5}$ М)

Помічено, що утворення твердої фази носить мало повторюваний характер, а отримані значення рК «гідролізу» для різних буферних сумішей суттєво відрізняються. Наявність твердої фази ускладнює адекватну оцінку рК та кількості ОН іонів що приймають участь у реакції. Так, значення рК гідролізу отримані у аміачному буфері 8,92, гліколевому 9,01, фосфатному 8,82 та ацетатному 9,34 значно відрізняються. Згідно рівнянь отриманих залежностей у білогарифмічних координатах у реакції приймає участь не ціле число гідроксил іонів (0,5-0,75), що швидше за все пов'язано із утворенням твердої фази чи наявністю у молекулі барвника 8-оксихінолінового фрагменту з рК гідролізу 9,6. Участь 0,5 гідроксил-іона у процесі гідроксилювання є умовною і може бути пов'язаною із особливостями будови синтезованого барвника, в молекулі якого відбуваються паралельні протолітичні процеси депротонування гідрокси-групи 8-ОХ та утворення тетраборат-іону, що проходять за різними механізмами [2,4].

Література

1. Saylam, Aytül; Seferoğlu, Zeynel; ERTAN, Nermin. Azo-8-hydroxyquinoline dyes: the synthesis, characterizations and determination of tautomeric properties of some new phenyl- and heteroarylazo-8-hydroxyquinolines. *Journal of Molecular Liquids*, 2014, 195: 267-276.
2. Hall, D. G. (2005). Structure, properties, and preparation of boronic acid derivatives. Overview of their reactions and applications. *Boronic Acids*, 1.
3. Bevziuk K, Chebotarev A, Snigur D, Bazel Ya, Fizer M and Sidey V 2017 Spectrophotometric and theoretical studies of the protonation of Allura Red AC and Ponceau 4R J. Mol. Struct. 1144 216.
4. Ai Abdul Zahra, Ali. Synthesis, characterization and spectroscopic properties of new azo-dyes and azo-metal complexes derived from 8-hydroxyquinoline. *Basrah journal of science*, 2011, 29.1: 15-36.

ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ БОРУ У ВИНАХ

Петруляк Я.Ю., Фершал М.В.

Кафедра аналітичної хімії

e-mail: petruliakvana@gmail.com

Аналітична хімія бору досить різноманітна, в літературі описано використання багатьох методів та методик визначення бору, які володіють рядом переваг та деякими особливостями, що перешкоджають їх широкому використанню на практиці. Тому питання розробки доступної, надійної, високо селективної та експресної методики визначення бору у винах, як у джерелі надходження його у організм людини та індикатора доступності для виноградників є актуальним.

Для розробки методики визначення бору у винах нами використано досліджений раніше $[BF_4]$ -селективний сенсор котрий зберігає чутливість у кислих фторид-вмісних середовищах[1]. Оптимальні умови отримання аналітичної форми протягом 40 хв досягається у присутності 4.0 М H_3PO_4 та 0.2 М NH_4F . За таких умов утворення аналітичної форми відбувається з швидкістю достатньою для детектування сенсором, а подальша обробка кінетичних даних веде до отримання кривих з широкими лінійними ділянками, що дозволяє розраховувати швидкість реакції, що було використано для дослідження впливу інтерферентів на вихід та кінетику утворення аналітичної форми.

Експериментально показано, що присутні у вині потенційні інтерференти здатні до зв'язування бору у різноманітні комплекси не впливають на результат визначення бору та кінетику реакції утворення тетрафторборату за вивчених умов. Жоден із досліджених поліолів та гідрокислот не зв'язує борну кислоту у достатньо стійкий комплекс, який не руйнується у кислому фторидвмісному середовищі. Так, присутність 100-1000 кратних надлишків гліцерину (третій за вмістом компонент вина), аскорбату, фруктози та гліцину практично не впливають на перебіг реакції утворення тетрафторборату, що пояснюється не високим значенням констант стійкості відповідних комплексів. Натомість присутність маніту та цитрату помітно пришвидшують процес (Див. Рис. 1).

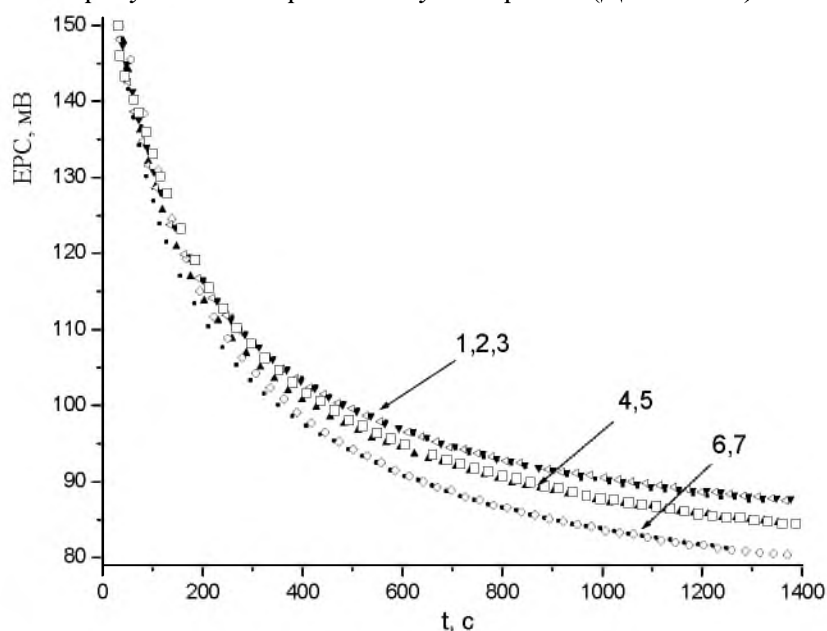


Рис. 1. Кінетичні криві отримання аналітичної форми бору у умовах 4 М H_3PO_4 , 0,2 М NH_4F , $t^\circ = 25,0 \pm 0,2$ °С у присутності інтерферентів. У комірку вносили розчини котрі містили $8,4 \cdot 10^{-4}$ моль/л H_3BO_3 на фоні 0,1 М інтерференту: 1-холостий, 2-гліцерин, 3-аскорбат, 4-фруктоза, 5- гліцин, 6-цитрат, 7-маніт.

Досліджено вплив додаткової підготовки проби вина до аналізу - мінералізації у відкритих системах і показано, що озолення вина веде до неминучих втрат аналіту та спотворення результатів.

Пропонована методика включає наступні стадії: у пластмасовий стакан об'ємом 30 мл вносять 5 мл реакційної суміші (4 М H_3PO_4 , 0,2 М NH_4F), далі з допомогою мікропіпетки у стакан вносять 0,100-0,200 мл досліджуваного вина, вміст стакану перемішують та залишають при $t^\circ = 25,0$ на 40 хв для отримання аналітичної форми. Після збігання зазначеного часу у стакани занурюють тетрафторборат селективний електрод на основі ДБТКС₉[1] у парі з хлор-срібним електродом порівняння в епоксидному корпусі, та вмикають перемішування магнітною мішалкою. Після встановлення рівноважного значення ЕРС у комірку вносять декілька порцій стандартного розчину борної кислоти приготовленого на реакційній суміші. Отримані зміни ЕРС використовують для обрахунків вмісту бору у вині за методом Грана.

Проведено часткову валідацію розробленої методики визначення бору у винах із залученням ІЗП-МС та методу введено-знайдено (Див. Рис. 2). Розроблену методику було апробовано на винах агропідприємства ДП «Леанка» (сmt. Середнє, Закарпатської області), які відомі високим вмістом цукру (солodкі вина 13% цукру) та спирту (кріплені вина 17% етанолу). Розроблена методика характеризується правильністю та відтворюваністю у межах похибки потенціометрії. Методика придатна для визначення бору у солodких кріплених винах без підготовки проби. Вміст бору у досліджуваних винах коливається у межах 1,5 – 9,0 мг/л. Знайдені концентрації бору у досліджуваних винах ДП «Леанка» занижені в порівнянні із літературними даними по винах, що свідчить про необхідність внесення бору у вигляді добрив на виноградниках підприємства.

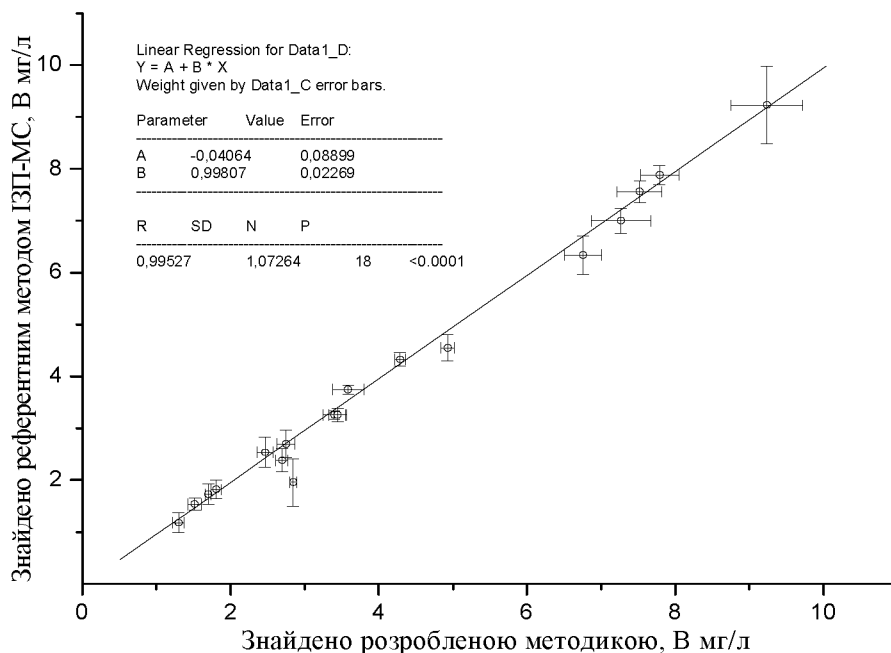


Рис. 2. Кореляція результатів аналізу вин з добавками отриманих розробленою методикою та референтною ІЗП-МС. Лінії вказують довірчі інтервали результатів аналізу отриманих відповідним методом.

Література

1.Fershal, Maksym, etal. "Combination of sequential injection analysis with an integrated [BF₄]-potentiometric sensor for the kinetic determination of boron." Sensors and Actuators B: Chemical 297 (2019): 126778.doi:10.1016/j.snb.2019.126778

МЕТОДИ АНАЛІТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ НИКОТИНОВОЇ КИСЛОТИ

Русин В. М., Капшин С. О.

*Кафедра аналітичної хімії
vasilina.lavra@uzhnu.edu.ua*

Нікотинова кислота, ніацин ($C_6H_5NO_2$) – речовина, необхідна організму людини, що бере участь у багатьох окисно-відновних реакціях, утворенні ферментів та обмін ліпідів і вуглеводів в живих клітинах [1]. Її можуть виробляти рослини і тварини з амінокислоти триптофану [4]. Ніацин отримують з дієти з різноманітних цільних і оброблених харчових продуктів, з найвищим вмістом у збагачених упакованих продуктах, м'ясі, птиці, червоній рибі, такій як тунець і лосось, менша кількість у горіхах, бобових і насінні [5].

За хіміко-фізичними властивостями, нікотинова кислота – це безбарвна, розчинна у воді тверда речовина, яка є похідною піридину з карбоксильною групою.

Використовується у харчовій промисловості, як харчова добавка, у лікувальній справі, як ліпідомодифікуючий препарат [2]. Вона входить до складу речовин, які формують комплекс вітамінів В₃, який бере участь в метаболізмі жирів, протеїнів, амінокислот, пуринів, тканинному диханні, глікогенолізі, синтетичних процесах. Додаткова норма для дорослої людини приблизно 25 мг, а його нестача призводить до дерматизму, деменції, діареї, а також спричинює таке захворювання як пелагра (авітамінозне захворювання з переважним ураженням шкіри) [3].

Нікотинова кислота також розширює і зміцнює судини, прискорює обмінні процеси. Така дія вітаміну сприяє посиленню харчування і притоку крові до волосяних цибулин, їх зміцнення і активацію діяльності. При цьому інтенсивність росту волосся збільшується в рази. Крім стимуляції росту волосся, кислота запобігає їх випадання, сприяє зміцненню кореневої частини волосся. Розчин швидко вбирається в шкіру, забезпечуючи її цінними поживними речовинами [12].

Як вітамін, він є попередником коферментів нікотинамідаденіндинуклеотиду (НАД) і нікотинамідаденіндинуклеотидфосфату (НАДФ). Ці сполуки є коферментами для багатьох дегідрогеназ, беручи участь у багатьох процесах перенесення водню. НАД важливий у катаболізмі жирів, вуглеводів, білків та алкоголю, а також у передачі сигналів у клітинах та репарації ДНК, а НАДФ переважно в реакціях анаболізму, таких як синтез жирних кислот і холестерину [6]. Високі дози нікотинаміду не мають такого лікарського ефекту, а можуть спричинити навіть негативні наслідки для здоров'я [6]. Тому кількісне визначення нікотининової кислоти вкрай важливе та необхідне в подальшому.

Кількісний аналіз нікотининової кислоти, нікотинаміду та 3-ціанопіридину у промислових стоках за допомогою вискоєфективної рідинної хроматографії – швидкий, чутливий та надійний метод, який підходить для моніторингу нікотининової кислоти, нікотинаміду та 3-ціанопіридину у стоках відповідних фармацевтичних виробництв. Довжина хвилі детектування діодного масиву (ДДМ) була встановлена на рівні 216 нм з пропускнуою здатністю 16 нм. Фенол використовувався як внутрішній стандарт. Рівняння регресії виявили лінійну залежність між концентрацією введених аналітів та площею піку, виявленої ДДМ. Межі виявлення ($S/N = 3$) коливалися від 0,70 до 1,18 мг л⁻¹, відновлення складало від 87% до 102%, а точність, виражена у % RSD протягом дня та між днями, варіювалась від 0,9 до 3,9 та 1,2 до 5,6 відповідно [7].

Кількісне визначення нікотининової кислоти в мікролітровому об'ємі зразка сечі шляхом мікроекстракції розчинника «drop-to-drop» у поєднанні з мас-спектрометрією з лазерною десорбцією/іонізацією за допомогою матриці – метод, переваги якого – простота, швидкість, і невелика кількість розчину зразка, яка використовується для поділу та попередньої концентрації нікотининової кислоти. За оптимальних умов межа виявлення методу становила

20 нг мл⁻¹, а відносні стандартні відхилення для визначення нікотинової кислоти знаходилися в діапазоні 8,0-12,5%. Розрахункові калібрувальні криві дали лінійність у діапазоні 80-1000 нг мл⁻¹. Цей метод також може бути корисним для аналізу інших зацікавлених аналітів у невеликих обсягах біологічних зразків, таких як плазма, слина та сеча, де доступність зразків обмежена [8].

Розроблено також простий кількісний аналіз стабільних ізотопних розведень (СІР) для кількісного визначення тригонеліну, нікотинової кислоти та нікотинаміду в таких продуктах, як кава, а також у біологічних зразках за допомогою РХ-МС/МС. Коефіцієнти варіації для їх кількісного аналізу в зразку кави становили 2,1% для тригонеліну, 1,1% для нікотинової кислоти і 3,1% для нікотинаміду, а експерименти з відновлення показали хороші результати від 98,5 до 104,5%. Застосування цього методу СІР для кількісного визначення нікотинової кислоти в зразках кави різного ступеня обсмажування виявило утворення нікотинової кислоти, що становить 4-6% від початкового вмісту тригонеліну, тоді як інші досліджувані речовини залишалися досить постійними на низькому рівні, і навіть руйнувалися [9].

Також, є дуже цікавий метод чутливої та специфічної рідинної хроматографії за допомогою електроспрею іонізаційно-тандемної мас-спектрометрії для одночасного кількісного визначення нікотинової кислоти (НК) та її метаболітів нікотинаміду (НА), 1-метилнікотинаміду (МНА), 1-метил-2-піридон-5-карбоксаміду (М2ПК) та 1-метил-4-піридон-5-карбоксаміду (М4ПК) у плазмі щурів. В якості внутрішнього стандарту використовували 6-хлорнікотинамід. Зразки (100 мкл) піддавали депротейнізації ацетонітрилом (200 мкл), а потім, після центрифугування, 150 мкл супернатанту переносили в конічний флакон і випарювали. Хроматографію проводили на Waters Spherisorb 5 мкм CNRP 4. 6 x 150 мм аналітична колонка з градієнтним елююванням з використанням рухомої фази, що містить ацетонітрil і воду з 0,1% мурашиної кислоти. Повне розділення всіх сполук було досягнуто протягом 15 хв після аналізу. Виявлення проводили потрійним квадрупольним мас-спектрометром Applied Biosystems MDS Sciex API 2000, налаштованим на одиничну роздільну здатність [10].

Математичні алгоритми пропонують корисний метод для кількісного аналізу сполук у багатокомпонентних сумішах для подолання проблем, що перекриваються та виникають в УФ-спектрофотометрії. Прикладом є розробка методу одночасного визначення біоактивних сполук у лікарських формах рослинного походження, отриманих з екстракту пажитника. Для одночасного визначення тригонеліну (ТРГ), діосгеніну (ДІ) та нікотинової кислоти (НК) використано УФ-спектрофотометричний метод на основі математичного алгоритму. Максимальне поглинання (λ_{max}) було визначено як 232,65 нм, 296,23 нм та 262,60 нм для ТРГ, ДІ та НК відповідно. Калібрувальні криві показали хорошу лінійність для всіх аналітів у діапазоні концентрацій 1-20 мкг/мл ($R^2=0,9995, 0,9997, 0,9994$ для ТРГ, ДІ та НК відповідно). Внутрішньодобова точність і міждобова точність були в межах 1,1-10,7% і 1,2-8,2% відповідно. Точність методу склала 96,0% для ТРГ, 92,9% для ДІ і 104,2% для НА. Було встановлено, що межі виявлення та кількісного визначення становлять 0,91 та 3,06 мкг/мл для ТРГ, 0,99 та 3,30 мкг/мл для ДІ та 0,33 та 1,10 мкг/мл для НА. Перевірений метод був застосований для визначення аналітів у таблетках, капсулах та тонкоплівкових лікарських формах, виготовлених з екстракту насіння пажитника. Середні відсотки відновлення аналітів були в діапазоні 90,0-97,4%, 85,6-105,4% і 90,0-99,0% для таблетованих, капсульних та плівкових лікарських форм відповідно [11].

Отже, як можна відмітити, нікотина кислота – необхідна, для організму людини, речовина, з широким практичним застосуванням. Приведені вище приклади методів аналітичного визначення ніацину – це тільки мала частина з усієї інформації [12]. Узагальнюючи все вище сказане, можна дійти висновку, що ця речовина, є перспективною і цікавою базою, для розроблення нових методик визначення та більш ширших шляхів застосування.

Література

1. Малая медицинская энциклопедия. Том 1. 1991. С. 330—337.
2. "NIACOR-niacin tablet". DAILYMED, US National Library of Medicine. March 2020. Retrieved 9 May 2020.
3. Гонський Я. І., Максимчук Т. П. Біохімія людини: підручник. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. — 736 С. ISBN 966-7364-17-8 (С.130-132).
4. Інститут медицини (1998). «Ніацин» . Дієтичні стандартні норми споживання тіаміну, рибофлавіну, ніацину, вітаміну В6, фолієвої кислоти, вітаміну В12, пантотенової кислоти, біотину та холіну . Вашингтон, округ Колумбія: The National Academes Press. С. 123–149. ISBN 978-0-309-06554-2.
5. «Ніацин». Інформаційний центр про мікроелементи, Інститут Лайнуса Полінга, Університет штату Орегон, Корвалліс, Орегон. 8 жовтня 2018 року.
6. Penberthy WT, Kirkland JB (2020). «Ніацин». В BP Marriott, DF Birt, VA Stallings, AA Yates (ред.). Сучасні знання з харчування, одинадцяте видання . Лондон, Великобританія: Academic Press (Elsevier). С. 209–24. ISBN 978-0-323-66162-1.
7. Tsang, P.K., Zeng, L. Quantitative analysis of nicotinic acid, nicotinamide and 3-cyanopyridine in industrial effluent by high performance liquid chromatography. *Front. Chem. China* 2, 270–273 (2007).
8. Shrivastava K, Patel DK. Quantitative determination of nicotinic acid in micro liter volume of urine sample by drop-to-drop solvent microextraction coupled to matrix assisted laser desorption/ionization mass spectrometry. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc.* 2011 Jan;78(1):253-7. doi: 10.1016/j.saa.2010.10.003. Epub 2010 Oct 28. PMID: 21035381.
9. Lang R, Yagar EF, Eggers R, Hofmann T. Quantitative investigation of trigonelline, nicotinic acid, and nicotinamide in foods, urine, and plasma by means of LC-MS/MS and stable isotope dilution analysis. *J Agric Food Chem.* 2008 Dec 10;56(23):11114-21. doi: 10.1021/jf802838s. PMID: 19007232.
10. Szafarz M, Lomnicka M, Sternak M, Chlopicki S, Szymura-Oleksiak J. Simultaneous determination of nicotinic acid and its four metabolites in rat plasma using high performance liquid chromatography with tandem mass spectrometric detection (LC/MS/MS). *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 2010 Apr 1;878(11-12):895-902. doi: 10.1016/j.jchromb.2010.02.009. Epub 2010 Feb 17. PMID: 20223714.
11. Mohamadi N, Pournamdari M, Sharififar F, Ansari M. Simultaneous Spectrophotometric Determination of Trigonelline, Diosgenin and Nicotinic Acid in Dosage Forms Prepared from Fenugreek Seed Extract. *Iran J Pharm Res.* 2020 Spring;19(2):153-159. doi: 10.22037/ijpr.2019.1100790. PMID: 33224220; PMCID: PMC7667557.
12. Український портал здоров'я і харчування © 2021 Режим доступу: <https://cbo.org.ua/nikotinova-kislota-dlya-volossya-sposib-zastosuvannya-yak-pravilno-vtirati-korist-nikotinki-dlya-zmicnennya-i-proti-vipadinnya/>

МОЖЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН, ЩО МІСТЯТЬСЯ У ГІГІЄНІЧНИХ ЗАСОБАХ

Русин В. М., Попович Н. Д.

Кафедра аналітичної хімії

vasilina.lavra@uzhnu.edu.ua

Поверхнево активні речовини (ПАР) широко застосовуються у господарській діяльності та побуті як мийні засоби, антикорозійні речовини, емульгатори і суспензатори пестицидів, у виробництві мінеральних добрив і кормових добавок, компонентів лікарських препаратів і косметики. Екологічні аспекти використання ПАР поширюються і на очищення водної поверхні — від нафти і нафтопродуктів та повітря — у шахтах. Практично все населення планети контактує з ПАР, кількість яких у навколишньому середовищі зростає з кожним роком [1]. Інтенсивне використання синтетичних ПАР спричинює забруднення, які можна порівняти із забрудненням нафтою Світового Океану і пестицидами — ґрунту і води, тобто проблема запобігання забруднення навколишнього середовища детергентами має глобальний характер [2].

Мило — це ПАР, яка здатна зменшувати поверхневий натяг води на межі поділу фаз і збільшувати змочування твердої поверхні [3]. Милами називають солі вищих жирних кислот, найбільш практичне значення серед яких мають мила, виготовлені на основі вищих насичених кислот, особливо пальмітинової і стеаринової. Натрієві мила — тверді, калієві — рідкі [4]. Мило — це натрієва сіль стеаринової кислоти, тобто стеарат натрію ($C_{17}H_{35}COONa$). Мила, потрапляючи в річку чи озеро, швидко розкладаються, тому що містять нерозгалужені вуглеводневі ланцюги, які руйнуються бактеріями. Розчини деяких синтетичних ПАР не руйнуються, оскільки містять алкілсульфати або алкіл(арил)сульфонати з розгалуженими або ароматичними вуглеводневими ланцюгами. Мікроорганізми не можуть засвоїти такі сполуки. Отже, при створенні нових ПАР необхідно враховувати не тільки їх ефективність, але й здатність до розщеплення мікроорганізмами [5, 6]. Молекули ПАР на граничній поверхні розташовуються так, що гідрофільні групи направлені у воду, а гідрофобні виштовхуються на поверхню. Така водна поверхня має менший поверхневий натяг, що сприяє швидкому і повному змочуванню забруднених поверхонь. При зменшенні поверхні натягу води, збільшується її змочувальна властивість. Висока мийна здатність ПАР пояснюється тим, що їх молекули оточують гідрофобні частинки забруднень, створюють зовнішній гідрофільний шар, відривають від поверхні ті частинки, які переходять у стан емульсії або суспензії.

Детергенти стабілізують ці завислі частинки перешкоджаючи їх зворотному осіданню на відміту поверхню. Вуглецевий ланцюг — ліпофільна, а карбоксилат-іон — полярна гідрофільна частина молекули. При додаванні мийного засобу до води карбоксилат-іони «розчиняються», а вуглецевий ланцюг — ні. У результаті утворюється мономолекулярний поверхневий шар, який зменшує поверхневий натяг води. При митті забрудненої тканини молекули мийного засобу оточують краплі жиру, так, що ліпофільні групи виявляються «розчиненими» у ліпідах, а гідрофільні — у воді, утворюючи міцелу. Поверхні всіх міцел заряджені негативно, тому не злипаються [7, 8].

Науково-технічний прогрес характеризується не тільки видатними досягненнями, але й виникненням цілого ряду проблем у зв'язку із забрудненням навколишнього середовища. Природно, що широке застосування детергентів не може не впливати на зовнішнє середовище і перш за все на водоймища [31]. Не дивлячись на методи очистки від ПАР: адсорбція, коагуляція, озонування, переведення ПАР у піну з подальшим її видаленням, значна кількість ПАР потрапляє у зовнішнє середовище. При проникненні ПАР у ґрунт не виключена ймовірність їх міграції у підземні і поверхневі води, транслокація в рослини, а також поступлення в організм тварин [25].

Детергенти повинні відповідати наступним гігієнічним вимогам: не проявляти токсичну, алергенну, мутагенну, ембріотоксичну і канцерогенну дію на організм тварин і людини, і не накопичуватися у ньому [2]. ПАВ сприяють інтенсивнішій міграції і транслокації хімічних забруднювачів (важких металів, мінеральних добрив, пестицидів), впливають на токсичність інших хімічних сполук, мають сенсibiliзуючі властивості, спільно з іншими хімічними речовинами навколишнього середовища можуть змінювати імунобіологічний статус організму людини. Тому проблема вивчення можливої несприятливої дії ПАВ на організм набуває особливої актуальності і має важливе значення для гігієнічної регламентації даного чинника в об'єктах навколишнього середовища [25, 29]. Із аніонних ПАВ токсичність вища у сполук, які мають ароматичне кільце, у порівнянні з речовинами, в яких гідрофобна частина молекули представлена жирними кислотами. Виражену гемолітичну дію виявляють аніонні сполуки на рівні смертельних доз. Алкілсульфати є активнішими гемолітичними агентами, ніж четвертинні амонієві сполуки. Гемоліз, викликаний ПАВ, затримується у присутності холестеролу, фосфоліпідів сироватки або плазми крові [27]. Неіоногенні ПАВ часто мають нижчу токсичність, ніж аніонні. У цих сполуках із збільшенням числа оксietiленових груп від 10 до 20 токсичність знижується. Для гігієнічної характеристики детергентів велике значення має вивчення їх кумулятивних властивостей. Згідно з літературними даними більшість АПАВ (сульфонолхлорний, сульфонол НП-1, алкілсульфонати та ін.) кумулятивних властивостей не мають. У деяких НПАВ (синтанол ДС-10, альфанол-8) кумулятивні властивості виражені більше, ніж у АПАВ. НПАВ на основі різних первинних жирних спиртів у фракції С16-С18 з різним ступенем оксietiлювання мають помірні кумулятивні властивості [7, 18].

Література

1. Волощенко О. И., Мудрый И. В. Гигиеническое значение ПАВ // К.: Здоровье, 1991.–145 с.
2. Ластухін Ю. О. Хімія природних органічних сполук: Навч. посібник. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка» (Інформаційно-видавничий центр «ІНТЕЛЕКТ+» Інституту післядипломної освіти), «Інтелект-Захід», 2005. – 560 с.
3. Абрамзон А. А. Поверхностные явления и поверхностно-активные вещества. – Л., 1984. – 173 с.
4. Можаяев Е. А., Литвинов Н. Н. Совместное действие на организм ПАВ и других химических веществ // Гигиена и санитария. – 1972. – № 4. – С. 26–28.
5. Войтенко А. М., Лебедева Т. М., Кац Б. М. Обеззараживание водопроводной воды с помощью УФ-излучения // Материалы международной научно-практической конференции «Вода и здоровье — 98». – Одесса. – С. 37–41.
6. Запольский А. К., Баран А. К. Коагулянты и флокулянты в процессе очистки воды: Свойства, получение, применение. – Л.: Химия, 1987. – 284 с.
7. Волощенко О. И., Мудрый И. В. Влияние синтетических детергентов на уровень эндогенных поверхностно-активных веществ // Гигиена и санитария. – 1987. – № 1. – С. 14–15.
8. Трикуленко В. И. Биохимическое действие ряда новых детергентов и уровень их безвредности при поступлении в водоемы // Гигиена и санитария. – 1986. – № 11. – С. 54–57.
9. Мудрый И. В., Голенкова Л. Г., Раецкая Е. В. Определение реальной нагрузки поверхностно-активных веществ на организм и ее гигиеническое значение // Гигиена окружающей среды. – К.: КНИИОКГ, 1989. – С. 87–88.

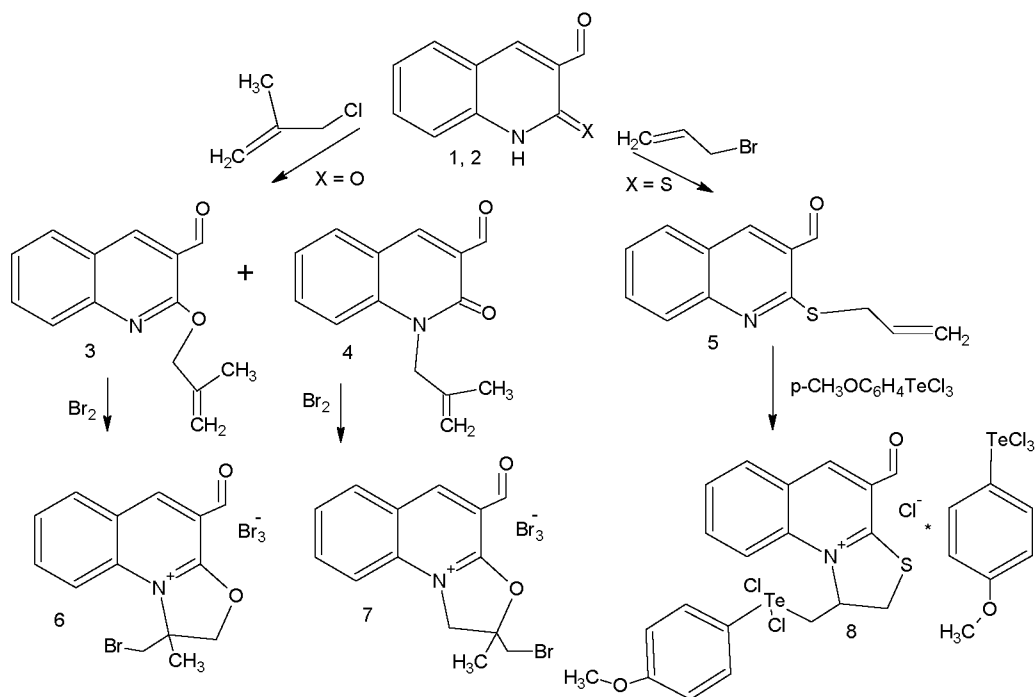
ЕЛЕКТРОФІЛЬНА ГЕТЕРОЦИКЛІЗАЦІЯ АЛКЕНІЛЗАМІЩЕНИХ 2-ОКСО(ТІОКСО)ХІНОЛІН-3-КАРБАЛЬДЕГІДІВ

Сабо Т.Ш., Кут М.М., Онисько М.Ю., Лендел В.Г.

Кафедра органічної хімії
e-mail: szabotibor11@outlook.com

Відомо, що багато похідних хіноліну виявляють біологічну активність. Їх використовують як лікарські засоби з різною фізіологічною активністю, а також як реагенти в органічному синтезі. Аелювання нітрогеновмісних гетероциклів до остова хіноліну розширює можливості пошуку біоактивних сполук у цьому ряду. Зручним та ефективним методом аелювання азольного циклу є електрофільна внутрішньомолекулярна циклізація з використанням різних електрофільних агентів. Тому дослідження взаємодії електрофільних реагентів з алкенильними тіо(оксо)похідними хіноліну є актуальною проблемою.

Модельними об'єктами для функціоналізації використані 2-оксо(тіоксо)формілхінолін-3-карбальдегіди **1**, **2**, які алкілували ненасиченими алкіл(аліл, металіл) галогенідами. У випадку хінолона **1** алкілування відбувається нерегіоселективно з утворенням суміші продуктів O- та N-алкілування **3**, **4**, які відрізняються різною розчинністю в ізопропанолі. Натомість, при алкілуванні хінолінтіону **2** утворюється виключно 2-алілтїохінолін-3-карбальдегід **5**. Бромовання металільного хіноліну **4** проводили в оцтовій кислоті з двократною кількістю бромованого. Встановлено, що електрофільна гетероциклізація 1-металіл-3-формілхінолін-2-ону **4** під дією бромованого проходить регіоселективно з аелюванням оксазолінового циклу до остову хіноліна. В результаті реакції утворюється з високим виходом 2-бромометил-2-метил-4-форміл-2,3-дигідрооксазоло[3,2-а]хіноліній трибромід **7**. При бромованні ізомерного хіноліну **4** 2-металілоксихінолін-3-карбальдегіду **3** утворюється ізомерний солі **7** 1-бромометил-1-метил-4-форміл-2,3-дигідрооксазоло[3,2-а]хіноліній трибромід **13**. Циклізація 2-алілтїохінолін-3-карбальдегіду **5** *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом приводить до ангулярного тіазолохіноліну **8** з екзоциклічним арилтелуровим фрагментом. Причому, виявилось, що в результаті реакції утворюється комплекс тіазолохіноліну з *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом у співвідношенні 1:1.



ТІОН-ТІОЛЬНА ТАУТОМЕРІЯ НА ПРИКЛАДІ 5-ПЕНТИЛ-4-МЕТИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛ-3-ТІОНУ

Біжик Н.В., Фізер М.М., Сливка М.В.

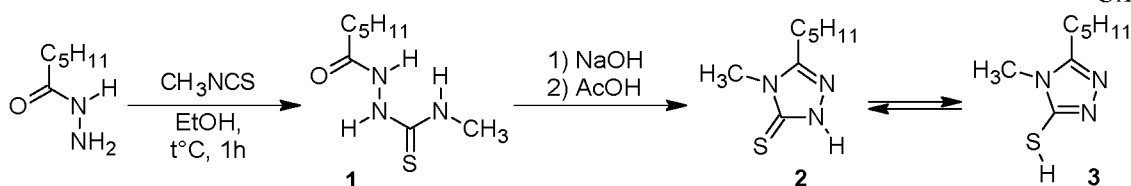
Кафедра органічної хімії

e-mail: max.fizer@uzhnu.edu.ua

Похідні 1,2,4-триазолу широко застосовуються у промисловості, сільському господарстві та медицині. Популярність такого класу сполук обумовлена широким спектром біологічної активності, яку можна досягнути при введенні фармакофорного ядра 1,2,4-триазолу. Крім того, більшість похідних 1,2,4-триазолу є порівняно малотоксичними, що додатково стимулює розвиток досліджень застосування похідних 1,2,4-триазолу, а як наслідок – це визначає потребу у розвитку синтетичної методології одержання таких сполук.

Потужним та синтетично зручним методом одержання похідних 1,2,4-триазолу є метод циклізації 1-алкіл/алкаріл/арил/гетерил-заміщених 4-ацил/ароїл/гетероїл тіосемікарбазидів у лужному середовищі, який веде до 4,5-дизаміщених-1,2,4-триазол-3-тіонів. Перевагою цього методу є можливість варіювати природу замісника у п'ятому та четвертому положеннях 1,2,4-триазольного циклу. У нашій роботі, було проведено синтез 5-пентил-4-метил-1,2,4-триазол-3-тіону, виходячи із гідразиду гексанової кислоти (схема 1). Реакція гідразиду гексанової кислоти з метилізотіоціанатом у спиртовому середовищі, при нагріванні, веде до утворення відповідного 1-гексаноїл-4-метилтіосемікарбазиду **1**. Подальше нагрівання тіосемікарбазиду **1** у водному розчині гідроксиду натрію веде до утворення 1,2,4-триазоло-3-тіолату натрію, який окремо не виділяли, а переводили у відповідний 1,2,4-триазол-3-тіон **2**, через нейтралізацію реакційного середовища невеликим надлишком оцтової кислоти.

Схема 1.



Наявність довгого алкільного замісника обумовлює поверхневу активність такого роду сполук, адже алкільний ланцюг виступає у якості «гідрофобного хвоста», тоді як більш полярний цикл 1,2,4-триазол-3-тіону виступає у ролі «гідрофільної голови». Саме такі структурні особливості обумовлюють актуальність досліджень алкіл-заміщених похідних 1,2,4-триазол-3-тіону у якості ПАР та флотаційних колекторів [1,2]. Автори встановили, що саме екзоциклічні атоми сульфуру та нітрогену у N4-аміно-5-гексил-1,2,4-триазол-3-тіону, обумовлюють сорбцію цієї молекули на поверхні малахіту [1]. Зрозуміло, що дослідження можливості існування різних таутомерних форм таких сполук, є важливим етапом у розумінні механізму їхнього зв'язування з іншими молекулами. Так, синтезований триазол-3-тіон **2**, може існувати у тіольній формі **3**. Аналіз ІЧ спектрів розчинів синтезованого триазолу у різноманітних розчинниках, теоретичні розрахунки методом M06-2X/6-311G(2d,2p), свідчать про існування синтезованого 5-пентил-4-метил-1,2,4-триазол-3-тіону, саме у тіонній формі **2**.

Література

1. Liu G., Huang Y., Qu X., Xiao J., Yang X., Xu Z. Understanding the hydrophobic mechanism of 3-hexyl-4-amino-1, 2,4-triazole-5-thione to malachite by ToF-SIMS, XPS, FTIR, contact angle, zeta potential and micro-flotation. *Colloid Surf. A-Physicochem. Eng. Asp.* 2016, 503, 34-42.
2. Zhang Z., Liu S., Liu F., Ahmed M.M.M., Qua X., Liu G. The flotation separation of sphalerite from pyrite through a novel flotation reagent system of FeCl₃-CuSO₄-aminotriazolethione. *J. Mol. Liq.* 2022, 345, 116997.

ПОЛІФЕНОЛВМІСНІ ЕКСТРАКТИ З ПЛОДІВ ШОВКОВИЦІ ЯК ПЕРСПЕКТИВНІ ІНГРЕДІЄНТИ БАД З АНТИОКСИДАНТНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Войнагій Н.М., Жукова Ю.П., Король Н.І., Сливка М.В.

Кафедра органічної хімії

e-mail: voinahii.nataliia@student.uzhmu.edu.ua

Проблематика комплексного вивчення можливості раціонального використання екологічно чистої природної сировини є предметом підвищеної уваги науковців. Закарпатський регіон є надзвичайно сприятливим для вирощування широкого спектру плодово-ягідної сировини, яка є невичерпним джерелом вітамінів, мінералів, антиоксидантів та багатьох інших цінних для людського організму речовин. Достатньо високий рівень екологічної чистоти нашого регіону зумовлено природним розташуванням та відсутністю об'єктів великої промисловості по всій території краю. Саме тому для науковців актуально знайти шляхи раціонального використання екологічно чистої природної сировини Закарпаття. Так, науковцями нашого краю проявлявся постійний інтерес до цінних властивостей плодово-ягідної сировини Закарпаття, у результаті чого було запатентовано кілька композицій на основі відповідних екстрактів. Також останнім часом вченими Ужгородського університету з кафедри екології та охорони навколишнього середовища й кафедри органічної хімії проводяться активні дослідження цінних властивостей та екологічної чистоти фруктів та ягід, вирощених в нашому регіоні. Разом з цим, залишається актуальною проблематика комплексного вивчення можливості раціонального використання природної сировини Закарпаття в плані дослідження властивостей водно-спиртових екстрактів ягідної сировини Закарпаття, з метою визначення перспектив її використання.

Метою дослідження є розробка ефективних методів вилучення поліфенолів з плодів білої шовковиці для створення БАДів, що характеризуватимуться високим вмістом компонентів, які володітимуть антиоксидантною активністю і можуть бути використані для профілактики вірусних інфекцій. Поліфеноли, як відомо, сприяють виникненню терпкості, гіркоти та інших тактильних відчуттів та визначають як структуру плодів/ягід, так і їх колір. Фенольні речовини в ягодах/фруктах включають багато різних речовин: фенольні кислоти (гідроксibenзойні кислоти, такі як галова кислота, гідроксикоричні кислоти, що містяться у виноградному соку), три класи флавоноїдів, що містяться в шкірці та насінні (червоні антоціани, флавоноли та флаван-3-оли, які містять мономерні катехіни), олігомерні проантоціанідини та полімерні конденсовані дубильні речовини. Ось чому, загальний вміст поліфенолів є ключовим показником антиоксидантної активності, визначення якого профодили методом Фоліна-Чіокальто. В роботі досліджено вплив на ефективність досліджень природи й кількісних характеристик екстрагенту, часу екстракції на ступінь вилучення антиоксидантів з фруктової сировини. Найбільш корисну й цікаву інформацію було отримано у випадку варіацій природою екстрагенту, а саме кількісними параметрами в системі «етанол-вода» - оптимальне вилучення полі фенолів спостерігали при використанні 60-70%-водного розчину етанолу. Найбільш оптимальним часом екстракції виявилась мацерація протягом однієї доби. Також було досліджено й оцінено зміну вмісту поліфенолів при витримуванні екстрактів при температурі 5-7 °С в закритій тарі без доступу світла протягом 30 діб.

На основі отриманих первинних експериментальних досліджень та відомих літературних даних розроблено план подальшого експериментального дослідження по вилученню поліфенолів з плодів чорної шовковиці та розробки пропозицій щодо композиції БАДів на їх основі.

СИНТЕЗ НОВИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОХІДНИХ НА ОСНОВІ ТРИАЗОЛІВМІСНИХ ПОХІДНИХ АМІДІВ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

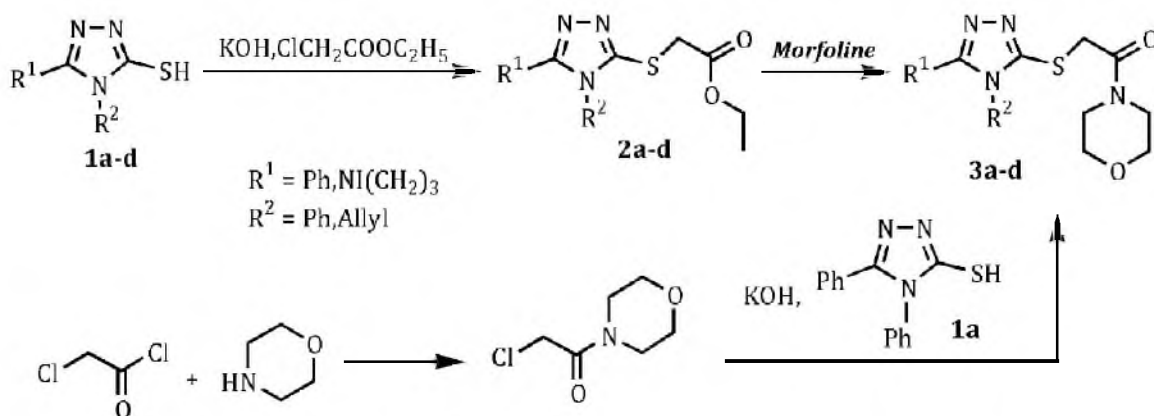
Ігнацевич Н.Я., Король Н.І., Фізер М.М., Сливка М.В.

Кафедра органічної хімії

e-mail: ihmatsevych.nataliya@student.uzhmu.edu.ua

Хімія симетричних триазолів є предметом зацікавлення дослідників понад сто років з моменту синтезу 1,2,4-триазольного гетероциклу, якому притаманні яскраво виражені основні властивості. Окрім синтетичного інтересу, впродовж останніх трьох десятиліть активно проводиться пошук сфер використання похідних 1,2,4-триазолу, як біологічно активних сполук. У зв'язку з цим, особливу увагу привертають функціональні похідні 1,2,4-триазолу як зручні об'єкти для введення фармакофорних угруповань.

Метою дослідження було розробити ефективну методику для синтезу нових функціональних похідних 3-меркапто-1,2,4-триазолу, за рахунок введення в їх склад залишків амінів, які містять фармакофорні угруповання. Було розроблено багатостадійну схему синтезу, яка на першій стадії включала алкілування похідних триазолу (1) етиловим естером хлороцтової кислоти в середовищі етанолу, в результаті чого було отримано з високими виходами триазолвмісні естери (2). Амінуванням останніх було одержано ряд амідів (3), які містять фармакофорні угруповання і можуть бути перспективними в плані дослідження їх біологічної активності.



Було також здійснено зустрічний синтез амиду (3a) на основі хлорангідриду хлороцтової кислоти; оцінено ефективність розроблених методик та можливість їх використання в серійних синтезах.

Склад отриманих сполук підтверджено елементним аналізом; структуру триазолів (2,3) доведено спектральними методами.

На основі отриманих первинних експериментальних досліджень та відомих літературних даних розроблено план подальшого експериментального дослідження по синтезу нових функціональних похідних на основі 3-меркапто-1,2,4-триазолу, що містять фармакофорні угруповання.

СИНТЕЗ 2-МЕРКАПТО-7-(ТРИФТОРОМЕТИЛ)ХІНАЗОЛІН-4(3H)-ОНУ

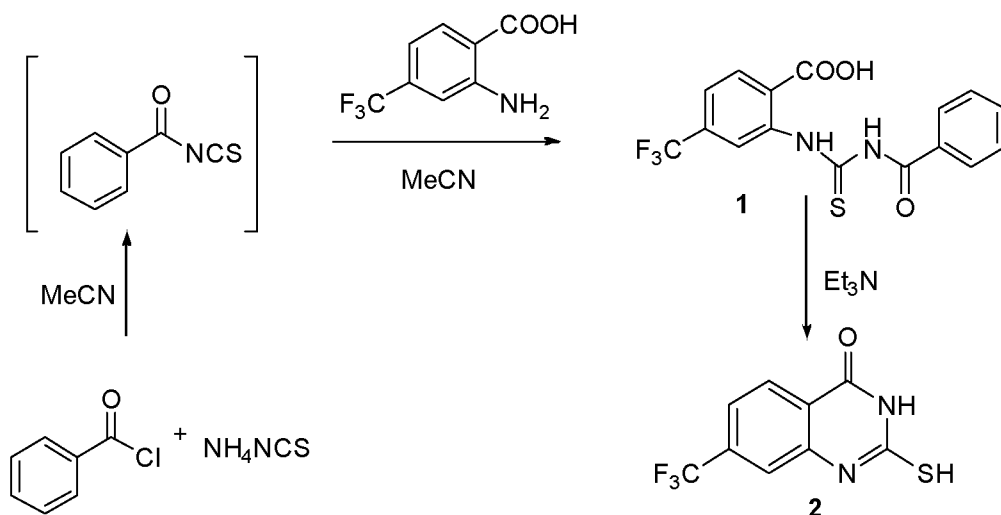
Поковба А.В., Кут Д.Ж., Кут М.М., Онисько М.Ю., Лендел В.Г.

Кафедра органічної хімії

e-mail: pokovba.andriana@student.uzhnu.edu.ua

Серед великої кількості нітрогеновмісних гетероциклічних сполук одними з найбільш важливих у біологічному відношенні є моноциклічні та конденсовані азини, похідні яких є природними сполуками та приймають участь у багатьох біологічних процесах. Особливе місце серед них займають фторпохідні, оскільки фторвмісні гетероциклічні сполуки входять до складу великої кількості лікарських засобів. Тому синтез фторопохідних хіназолінів є актуальною проблемою.

Дана робота присвячена синтезу 2-меркапто-7-(трифторометил)хіназолін-4(3H)-ону **2**. Для синтезу 2-меркапто-7-(трифторометил)хіназолін-4(3H)-ону **2** найбільш зручним та ефективним методом є його одержання з ароїл тіосечовини. Синтез тіосечовини **1** проводили 2-годинним перемішуванням 4-трифторометил антранілової кислоти та бензоїлізотіоціанату який отримували *in situ* з роданіду амонію та бензоїл хлориду в ацетонітрилі при кімнатній температурі. Виділену 2-(3-бензоїлтіоуреїдо)-4-(трифторометил)бензенову кислоту **1** циклізували 4-годинним нагріванням в середовищі триетиламіну, що приводило до утворення 2-меркапто-7-(трифторометил)хіназолін-4(3H)-ону **2**.



Будову одержаного 2-меркапто-7-(трифторометил)хіназолін-4(3H)-ону **2** підтверджено спектрами ЯМР на ядрах ^1H та ^{13}C , а склад — елементним аналізом.

2-Меркапто-7-(трифторометил)хіназолін-4(3H)-он **2** є об'єктом для дослідження реакції алкілування ненасиченими алкілгалогенідами, що відкриває шлях для вивчення регіоселективності реакцій електрофільної гетероциклізації утворених тіоетерів під дією галогеновмісних електрофільних реагентів.

Таким чином, в результаті проведених перетворень отримано біоперспективний 2-меркапто-7-(трифторометил)хіназолін-4(3H)-он, який придатний для подальшої функціоналізації.

ДОСЛІДЖЕННЯ КИСЛОТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЛАДНОЇ КАТАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТИПУ $x\text{AlPO}_4 \cdot y\text{CrPO}_4$

Гаштур В.І., Кузнєцова А.О., Голуб Н.П., Голуб Є.О., Козьма А.А.

Кафедра фізичної та колоїдної хімії

e-mail: kaf-physchem@uzhnu.edu.ua

Одержання нових недорогих, активних та високоселективних каталізаторів парціального окиснення н-алканів із заданими фізико-хімічними й каталітичними властивостями є надзвичайно актуальною проблемою і важливим напрямком сучасної фізичної хімії.

Тому метою даної роботи були пошук та розробка методів цілеспрямованого синтезу нових кислотних складних каталітичних систем типу $x\text{AlPO}_4 \cdot y\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ на основі фосфату алюмінію шляхом модифікації його іонами кобальту (II) Co^{2+} , які володіють прогнозованими кислотними властивостями для одержання нового дешевого і високопродуктивного каталізатора з покращеними каталітичними параметрами для процесу парціального окиснення етану в етилен.

2 індивідуальні ортофосфати алюмінію та кобальту та 7 нових складних каталітичних систем типу $x\text{AlPO}_4 \cdot y\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ на їх основі шляхом модифікації ортофосфату алюмінію іонами кобальту (II) Co^{2+} (К-1–К-7), синтезували методами осадження та співосадження з нітратних солей згідно методики, розробленої на кафедрі фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Після відмивання, фільтрування та висушування при кімнатній температурі на повітрі зразки піддавали термообробці при різних температурах від 110°C до 700°C . В результаті була одержана серія нових складних оксидних каталітичних систем типу $x\text{AlPO}_4 \cdot y\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ з 7 каталізаторів (К-1–К-7), в яких вміст обох фосфатів змінювали в інтервалі від 0,5 мас.% до 99,5 мас.%. Для вивчення кислотних властивостей синтезованих зразків та розподілу активних центрів по силі на їх поверхні використовували метод Джонсона.

Встановлено, що максимальна величина кислотності поверхні у синтезованій серії алюміній-кобальтфосфатних каталізаторів внаслідок модифікації досягається на зразку К-4 (50,0% AlPO_4 50,0% $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$). Максимальна кислотність на даному каталізаторі спостерігається при 400°C і становить 3,70 ммоль/г, що більше, ніж в 4 рази перевищує відповідне значення індивідуального алюмофосфату (0,93 ммоль/г). При оптимальній кінцевій температурі синтезу (600°C) на зразку К-4 вона відповідає 2,92 ммоль/г, теж в 4 рази перевищуючи його, порівняно з вихідним ортофосфатом AlPO_4 .

Підтверджено промотуючу роль іонів кобальту Co^{2+} в структурі алюмофосфатного каталізатора та встановлено яскраво виражений синергетичний ефект обох вказаних ортофосфатів щодо величини кислотності в структурі синтезованих каталітичних систем. Одержані результати свідчать про правильний вибір не тільки способу модифікації зразка, але й складу основи та природи модифікатора, що дало змогу спрогнозувати кислотні властивості зразка та суттєво покращити його фізико-хімічні та каталітичні параметри. Це підтверджує вирішальну роль, крім складу каталізатора, і кислотних властивостей зразка при прогнозованому науковому підборі каталізаторів селективного окиснення алканів

Водночас встановлено, що особливостями одержаних складних алюміній-кобальтфосфатних каталітичних систем типу $x\text{AlPO}_4 \cdot y\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$, як і передбачалось, є наявність всіх необхідних фізико-хімічних параметрів: великої термічної та хімічної стійкості, оптимальної кислотності, активних центрів на поверхні. Це дає змогу використати їх в каталітичних процесах в якості ефективних дешевих каталізаторів парціального одностадійного перетворення вуглеводнів в цінні продукти. А також в інших важливих галузях промисловості: як ефективних сорбентів, високоякісних та термічно стійких пігментів з антикорозійними характеристиками тощо.

ОДЕРЖАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АЛЮМОФОСФАТНИХ КАТАЛІЗАТОРІВ

Микулін Т.Р., Кузнєцова А.О., Голуб Н.П., Голуб Є.О., Козьма А.А.

Кафедра фізичної та колоїдної хімії

e-mail: kaf-physchem@uzhnu.edu.ua

На сьогодні синтез етилену є особливо перспективним напрямком сучасного каталізу. Це обумовлено широким спектром галузей його практичного використання. Тому пошук і розробка нових дешевих і ефективних каталізаторів з покращеними фізико-хімічними та каталітичними параметрами є важливим науковим напрямком. Найкраще зарекомендували себе для таких процесів фосфатні каталізатори. Проте їх каталітичні властивості залежать від складу, структури та фізико-хімічних параметрів.

Метою даної роботи було одержання та дослідження фізико-хімічних властивостей алюмофосфатних каталізаторів типу $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{AlPO}_4$.

Сім складних алюмінійвміщуючих оксидних каталітичних систем типу $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{AlPO}_4$ (К-1–К-7), синтезували методами осадження з розчинів нітратних солей згідно методики, розробленої на кафедрі фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Після відмивання, зразки фільтрували та висушували на повітрі при кімнатній температурі. Далі їх піддавали подальшій термообробці при різних температурах до 700°C (з інтервалом 100°C). В результаті була одержана серія нових складних оксидних каталітичних систем типу $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{AlPO}_4$ з 7 каталізаторів (К-1–К-7), з поступовим підвищенням вмісту Фосфору (V) в структурі вихідного алюміній оксидного зразка. При цьому вміст алюміній ортофосфату варіював в інтервалі від 0 до 100 мас.%. Для вивчення фізико-хімічних властивостей використовували сучасні фізико-хімічні методи аналізу: РФА, ІЧ-спектроскопічний. Одночасно для всіх зразків при відповідних температурах термообробки визначали величини їх питомої поверхні та кислотні властивості. Встановлено, що усі 7 синтезованих зразків є твердими фазами білого кольору. Результати РФА свідчать, що всі синтезовані повітряно-сухі зразки каталітичних систем є рентгеноаморфними. На отриманих дифрактограмах чітко виражених характеристичних рефлексів не спостерігалось. Це свідчить про відсутність кристалічної структури в одержаних алюмофосфатах.

Експериментальні дані ІЧ-спектроскопії свідчать, що для системи $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{AlPO}_4$ є характерними смуги поглинання в області валентних коливань ОН-груп молекул води ($3480\text{--}3020\text{ см}^{-1}$). Після прожарювання валентні коливання фосфат-іону найбільше проявляються в зразках у вигляді смуг поглинання в області $1100\text{--}401\text{ см}^{-1}$. При цьому спостерігається зміщення смуг поглинання PO_4^{3-} у короткохвильову область. Водночас в процесі нагрівання спостерігається поступове зменшення величини питомої поверхні всіх синтезованих зразків. Це зумовлено проходженням відповідних структурних явищ, зокрема спікання фосфатів. Дослідження кислотних властивостей для синтезованих систем типу $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{AlPO}_4$ підтвердили, що в процесі модифікування Al_2O_3 іонами Фосфору (V), як і прогнозувалось, одержано нову серію кислотних алюмофосфатних каталізаторів К-2–К-7. Встановлено, що гранична кислотність досягається на зразку К-7 і становить $3,34\text{ ммоль/г}$ при оптимальній температурі 600°C , перевищуючи більше, ніж в 2,5 рази вихідний зразок (К-1). Це дає змогу використовувати одержані складні каталітичні системи типу $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{AlPO}_4$ у каталітичних процесах як нові дешеві й ефективні каталізатори з покращеними властивостями для парціального окиснення вуглеводнів в цінні продукти, а також як високоякісні пігменти та сорбенти.

Література

1. Gomonaj V., Toulhoat H. Selective Oxidation of Methane to Formaldehyde Catalyzed by Phosphates: Kinetic Description by Bond Strengths and Specific Total Acidities. *ACS Catalysis*. 2018, 8, 9, 8263-8272.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАДИЦІЙНОЇ ТА ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ У ШКОЛІ

¹Горват С.І., ¹Стерчо І.П., ¹Мільович С.С., ²Барчій Е.Ю., ²Янкович Г.Ю.

¹Кафедра фізичної та колоїдної хімії

²Ужгородська ЗОШ І-ІІІ ступенів №6 імені В.С. Гренджі-Донського

e-mail: ivanna.stercho@uzhnu.edu.ua

Протягом останніх двох десятиріччів років, відбувається процес переходу від традиційного навчання до навчання на базі комп'ютерних технологій. Інформатизація процесу освіти та новітні інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) за умови повного їх використання та введення до освітнього процесу, докорінно змінюють перебіг життя суспільства. Стрімкий розвиток сприяє модернізації сучасної системи освіти. Сучасна дистанційна освіта – це розгалужена система передачі знань на відстані за допомогою різних засобів і технологій, яка сприяє отриманню учнями необхідної інформації для використання у практичній діяльності [1].

За концепцією розвитку дистанційної освіти в Україні дистанційна освіта – це форма навчання, рівноцінна з очною, вечірнього, заочною та екстернатом, що реалізується, в основному, за технологіями дистанційного навчання [2].

Відмінність дистанційного навчання від традиційного зрозуміла, якщо розглянути їх з погляду форм взаємодії учня та вчителя. В основу традиційної моделі навчання покладено проведення уроків, практичних, лабораторних занять, організація самостійної роботи учнів тощо. База навчання – книга і вчитель, як інтерпретатор знання. Дистанційна форма навчання орієнтована на впровадження в навчальний процес принципово відмінних моделей навчання, що передбачають проведення онлайн-уроків, виконання самостійних робіт, тренінги та інші види діяльності з комп'ютерними та нетрадиційними технологіями.

В умовах ускладненої ситуації в нашій країні у зв'язку з пандемією COVID 19, система української освіти змушена була розглядати і впроваджувати дистанційну форму навчання, порядок їх застосування та переваги використання.

Метою даного дослідження є вивчення впливу форми навчання (традиційної та дистанційної) на навчальні досягнення учнів при вивченні хімії в загальноосвітніх навчальних закладах І-ІІІ ступенів.

Дослідження з використанням різних форм навчання проводились в Ужгородській ЗОШ І-ІІІ ступенів №6 імені В.С. Гренджі-Донського згідно календарно-тематичного планування для 9 класу, що відповідає «Програмі для загальноосвітніх навчальних закладів. Хімія 7-9 класи» (Програма затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804).- [3]. Для реалізації даної програми використовувався підручник «Хімія 9» автора О.В. Григорович [4].

Для порівняльного аналізу було вибрано навчальні досягнення учнів 9 класів у першому семестрі 2021-2022 н.р. за навчальними результатами з Теми «Розчини» (вивчалась учнями очно) і Теми «Хімічні реакції» (онлайн-навчання з використанням дистанційних технологій). Дистанційна форма навчання в даному загально-освітньому закладі проводилось із застосуванням платформ Zoom (<https://zoom.us/>) і Google Classroom (<https://classroom.google.com/u/0/h>) [5-7].

В ході експерименту нами був розрахований середній бал навчальних досягнень учнів з Теми «Розчини» та Теми «Хімічні реакції» 9-А, 9-В та 9-Г класів для порівняльної оцінки впровадження різних форм навчання. Результати дослідження представлені на Рис 1.

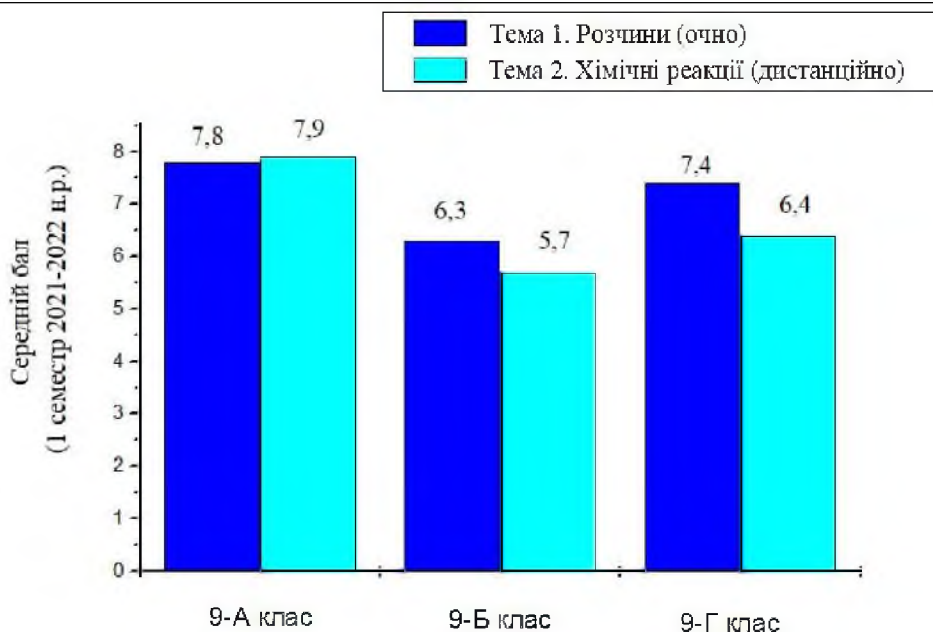


Рис. 1. Середній бал навчальних досягнень учнів 9 класів

Як видно з Рис. 1у 9-А класі при дистанційній формі середній бал успішності учнів підвищився на 0,1 у порівнянні з традиційним навчанням, тобто залишився майже незмінним. Це можна пояснити більшою підготовленістю учнів даного класу, більшим рівнем навчальних досягнень, більшою самостійністю при підготовці до уроків, а також вмінням опрацьовувати навчальний матеріал за відсутності безпосереднього контролю з боку вчителя. Це підтверджує і те, що в цьому класі не було жодного учня, який навчався на оцінки «високого» і «достатнього рівня», і понизив би свої результати успішності.

Результати учнів 9-В і 9-Г класів при дистанційному навчанні, навпаки, показують тенденцію до зменшення середнього балу успішності при дистанційному навчанні. Очевидно, тут спрацьовує фактор самостійності при підготовці до уроків, оскільки учні дистанційно переважно навчаються вдома без контролю вчителя. Тобто, не всі учні справлялись із завданнями, навіть, якщо отримували доступ до навчальних матеріалів з дому. Можливо, відіграло роль ще й те, що учні отримували великі потоки інформації з різних дисциплін, тому концентрація їхньої уваги знижувалась. Ще однією з можливих причин виявлених недоліків у навчальних досягненнях учнів є недостатній інтерес до навчального предмету та відсутність системи при виконанні домашніх завдань.

Також нами були розраховані такі моніторингові характеристики знань учнів як коефіцієнти результативності, якості (Таблиця 1) та ступінь навченості учнів (Таблиця 2).

Таблиця 1. Коефіцієнт результативності та коефіцієнт якості учнів 9 класів

Семестр I 2021-2022 н.р.	9-А клас	9-В клас	9-Г клас
Коефіцієнт результативності, %			
Тема 1. Розчини	67	53	61
Тема 2. Хімічні реакції	69	47	53
Коефіцієнт якості, %			
Тема 1. Розчини	81	45	62
Тема 2. Хімічні реакції	71	31	41

Таблиця 2. Ступінь навченості учнів

Семестр I 2021-2022 н.р.	9-А клас	9-В клас	9-Г клас
Тема 1. Розчини	67%	49%	59%
Тема 2. Хімічні реакції	64%	44%	49%

Ці показники дають можливість аналізувати рівень навченості учнів, вносити необхідні зміни у навчально-виховний процес, відслідковувати динаміку змін у рівнях навчальних досягнень учнів. Аналіз Таблиць 1-2 показує, що учні у всіх трьох класах при дистанційному навчанні погіршують свої знання в межах від 0,3% (9-А) до 10% (9-Г). Якщо прослідкувати динаміку зниження ступеня навченості, то бачимо, що у 9-Г цей показник понижується з «достатнього» до «середнього» рівня (корелює із середнім балом), а у 9-В – навіть до «низького» при вивченні Темі 2 дистанційно. Хоча як бачимо ці показники знову вищі у 9-А класі, що добре узгоджується з «середнім балом», і їх показник ступеня навченості як при традиційному, так і при онлайн-навчанні залишився на рівні достатнього рівня, що відповідає середньому балу 7,8-7,9. Щодо показника «коефіцієнту якості» (Таблиця 1), тут прослідковується тенденція до зменшення оцінок «високого» і «достатнього» рівня у всіх трьох класах.

Таким чином, застосування повністю дистанційного навчання впливає на результати навчальних досягнень учнів у порівнянні з очною формою, особливо для учнів, які мають оцінки «середнього» та «достатнього» рівня. До негативних сторін дистанційного навчання можна віднести відсутність очного спілкування вчителя й учня, тому що індивідуального підходу в навчанні та вихованні. Учні не завжди самодисципліновані, свідомі й самостійні, для постійного доступу джерел інформації потрібна хороша технічна оснащеність. Традиційне ж навчання дозволяє в стислі терміни в концентрованому вигляді озброїти учнів знаннями основ науки; забезпечує міцність засвоєння знань і швидке формування практичних умінь і навичок; безпосереднє управління процесом засвоєння знань і навичок попереджає появи прогалин у знаннях.

Література

1. Дистанційна освіта в сучасній освітній діяльності. Освітній портал [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.osvita.org.ua/articles/30.html/>.
2. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні (затверджено Постановою МОН України В.Г. Кременем 20 грудня 2000 р.) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.osvita.org.ua/distance/pravo/00.html>.
3. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Хімія.7-9 класи [Електронний ресурс]. 2015, Режим доступу до ресурсу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>.
4. Григорович О.В. Хімія: підручник для 9 класу загальноосвіт. навч. закладів. К.: Ранок, 2017. С. 255.
5. Zoom – зручний додаток для відеоконференцій: як працює і де завантажити програму. [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://24tv.ua/techno/dodatok_zoom_yak_avantazhiti_yak_pratsyuje_zoom_reyestratsiya_n1307075.
6. Платформа Zoom: якісний сервіс для проведення відеоконференцій та вебінарів. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://gurt.org.ua/articles/59005/>.
7. Платформа GoogleClassroom. [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Classroom.

ОДЕРЖАННЯ ТА КАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛЮМБУМ (II) ОРТОФОСФАТУ $Pb_3(PO_4)_2$

Дужар М.Ю., Козьма А.А., Голуб Н.П., Голуб Є.О.

Кафедра фізичної та колоїдної хімії

e-mail: kaf-physchem@uzhnu.edu.ua

Пошук нових каталізаторів, які дозволяли б ефективно перетворювати н-алкани в цінні продукти, є актуальною науковою проблемою сьогодення. Серед розмаїття каталітичних систем особливу перспективу мають фосфатні композиції. Їх головна перевага – висока каталітична активність при низькій собівартості одержання. Прикладом фосфату, який може виконувати роль матричної структури при синтезі таких каталітичних систем, є плюмбум (II) ортофосфат $Pb_3(PO_4)_2$ [1].

Найбільш давній спосіб одержання дрібнодисперсного $Pb_3(PO_4)_2$ полягає у використанні водних розчинів плюмбум (II) ацетату та натрій гідроортофосфату. Масивні монокристали $Pb_3(PO_4)_2$ можна отримати за методом Чохральського, використовуючи плюмбум оксид та амоній дигідроортофосфат [2]. Здебільшого плюмбум (II) ортофосфат синтезують із Pb_3O_4 та амоній ортофосфату. Даний процес проводять у платинових тиглях при високих температурах до 1600 K [3].

Прикладом вдалого каталітичного використання плюмбум (II) ортофосфату є композиція $LiClO_4/Pb_3(PO_4)_2$. Дана каталітична система дозволяє ефективно здійснювати окиснювальне перетворення метану в етилен. При цьому конверсія метану становить 35 %, а селективність за етиленом – 93 %. Збудження твердої поверхні каталізатора досягається опроміненням лазером з довжиною хвилі 9,27 мкм. Ефективний каталітичний процес відбувається при температурі 473 K за нормального атмосферного тиску [4].

Іншим прикладом важливого використання каталізатора $Pb_3(PO_4)_2$ є окиснювальне метилування толуола метаном. Таке перетворення здебільшого проводять на каталітичній композиції Li/MgO , промотованій плюмбум (II) оксидом. Однак, це супроводжується небажаним відновленням катіонів Плюмбуму до елементарного свинцю. Запобігти такому побічному процесу можна шляхом заміни $Pb(NO_3)_2$, як попередника PbO , на $Pb_3(PO_4)_2$. Під час каталітичної реакції плюмбум (II) оксид, який утворюється при прожарюванні промотованого плюмбум (II) ортофосфатом каталізатора Li/MgO , стабілізується за рахунок синергії Літію, Фосфору та Оксигену [5]. Отже, літературні джерела підтверджують високу каталітичну ефективність $Pb_3(PO_4)_2$. На наступному етапі виконання роботи планується провести синтез плюмбум (II) ортофосфату за новим конкурентоспроможним способом, розробленим на кафедрі фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Одержаний фосфат використовуватиметься в наступних синтезах як складовий компонент нових каталітичних систем.

Література

1. Голуб Н.П. Закономірності каталітичного окиснення етану на кислотних каталізаторах: Автореф. дис. ... канд. хім. наук: 02.00.04, КНУ ім. Тараса Шевченка. Київ, Україна, 1996.
2. Констант, З.А.; Диндуне, А.П. Фосфаты двухвалентных металлов. Рига: *Зинатне*, 1987. С. 371.
3. Paetsch, H.H.; Dietzel, A. Untersuchungen über das System $PbO-SiO_2-P_2O_5$. *Glasstechn. Ber.*, 1956, 29(9), S. 345-356.
4. Zhong, S.-H.; Ma, H.-Q. Laser stimulated oxidative coupling of methane to ethene on $LiClO_4/Pb_3(PO_4)_2$. *Proceedings of the 10th International Congress on Catalysis, 19-24 July, 1992, Budapest, Hungary*. P. 2249-2252.
5. Hyung-Mi Suh; Hyungrok Kim; Hangnam Paik. Oxidative methylation of toluene with methane over Li/MgO promoted by $Pb_3(PO_4)_2$. *Applied Catalysis A: General*, 1993, 96, P. L7-L11.

СУЧАСНІ МЕТОДИ ОДЕРЖАННЯ ТА ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ОРТОФОСФАТНИХ КАТАЛІЗАТОРІВ

Куцина І.В., Голуб Н.П., Голуб Є.О., Козьма А.А.

Кафедра фізичної та колоїдної хімії

e-mail: kaf-physchem@uzhnu.edu.ua

Здійснений аналіз наукових джерел свідчить, що на сьогодні досить обмежена кількість літературних даних щодо систематичного вивчення кінетичних закономірностей селективного окиснення компонентів природного газу, зокрема, етану в цінні продукти хімічної промисловості: олефіни, спирти, альдегіди, карбонові кислоти. Найбільш ефективно протікають процеси перетворення n-алканів на гетерогенних каталізаторах. При цьому найвищу каталітичну активність і селективність для даного процесу виявляють саме складні оксидні каталізатори. До них належать і фосфати металів. Володіючи високою хімічною і термічною стійкістю, розвинутою поверхнею та водночас невисокою вартістю, вони стають особливо перспективними каталізаторами для даного процесу. При цьому характеризуючись унікальними фізико-хімічними властивостями, ортофосфати знайшли ще й широке практичне застосування і в інших галузях промисловості.

Тому метою даної роботи було здійснити літературний огляд та патентний пошук щодо сучасних методів одержання та областей практичного застосування ортофосфатних каталізаторів.

Одержані результати патентного пошуку та огляд наукових джерел свідчать, що на сьогодні ортофосфати металів p- і d-елементів можна синтезувати різними методами: спіканням, осадженням, співосадженням, нанесенням на інертні носії тощо. При цьому вони характеризуються дуже широким спектром їх ефективного використання в цілому ряді важливих галузей. Проте особливий науковий інтерес викликає можливість їх застосування як перспективних матеріалів в області каталізу в ролі активних і дешевих каталізаторів для важливих процесів синтезу органічних сполук хімічної промисловості. Особливо, в газо- та нафтопереробній промисловостях. Водночас фізико-хімічні та каталітичні властивості ортофосфатів металів залежать не тільки від їх складу. Важливий вплив має і сам метод їх синтезу та умови одержання. Вони безпосередньо впливають на процес формування структури твердої фази та відповідні параметри. Тому зараз використовують різні методи одержання ортофосфатів металів з різних вихідних речовин. При цьому особливо перспективним напрямком каталізу на сьогодні став пошук та розробка нових ефективних методів прогнозованого синтезу фосфатних каталізаторів із заданими фізико-хімічними та каталітичними властивостями.

До прикладу, значна кількість досліджень присвячена одержанню ортофосфатів кобальту та вивченню можливості їх застосування в якості активних та перспективних каталізаторів, ефективних сорбентів для процесів селективної адсорбції, розділення сумішей різної природи, в хроматографічних методах, для захисту об'єктів навколишнього середовища, вирішення екологічних проблем тощо. Особливо цікавими є наукові дані щодо вивчення можливості їх синтезу та застосування в якості каталізаторів, а також використання іонів Кобальту (II) для модифікації інших твердих фаз та покращення їх структури та відповідних властивостей.

Тому пошук та розробка нових методів синтезу каталізаторів, зокрема, шляхом модифікації фосфорвміщуючих оксидних каталізаторів з метою одержання нових недорогих, активних та високоселективних кислотних каталізаторів парціального окиснення вуглеводнів із заданими кислотними, фізико-хімічними й каталітичними властивостями є надзвичайно актуальною проблемою і важливим перспективним напрямком сучасної фізичної хімії, потребуючи свого ефективного вирішення.

СУЧАСНЕ ФІЗИКО-ХІМІЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ АЛЮМОФОСФАТНИХ КОМПОЗИЦІЙ

Сірко А.М., Козьма А.А., Голуб Н.П., Голуб Є.О.

Кафедра фізичної та колоїдної хімії

e-mail: kaf-physchem@uzhnu.edu.ua

Протягом останніх кількох років стрімко зростає науковий інтерес до різноманітних композицій на основі алюміній ортофосфату. Так, чимало таких композитів вже знаходять своє застосування як матриці цифрових моніторів ноутбуків та світлодіодів ламп денного світла [1], в ролі компонентів літій-іонних акумуляторів [2], які можуть застосовуватись у портативних комп'ютерах, айфонах і сматрфонах. Фосфати алюмінію-галію проявляють ефективні сорбційні властивості та перспективні як «молекулярні сита» високоселективної дії [3]. Алюмофосфатні матриці мають високу хімічну та термічну стійкість, що дозволяє на їх основі одержувати антикорозійні покриття [4, 5]. Крім зазначеного, алюмофосфатні системи ефективні як каталізatori деяких органічних та неорганічних процесів [6-8]. Особливий інтерес викликають перетворення на таких каталітичних системах компонентів природного газу в цінні продукти: етилен, метанол, формальдегід [9] та інші. Основні приклади сучасного застосування $AlPO_4$ та композитів за його участі згруповані в Таблиці.

Таблиця. Сучасне фізико-хімічне застосування алюмофосфатних композицій

Область застосування	Алюмофосфат або композиція за його участі	Джерело
LED-світлодіоди	$AlPO_4:Eu^{3+}$	[1]
Літій-іонні акумулятори	$LiMn_2O_4 + AlPO_4$	[2]
Сорбенти та «молекулярні сита»	$AlPO_4 + AlGaPO_4$	[3]
Антикорозійні покриття	$Al_2O_3/AlPO_4$	[4]
	$TiO_2/AlPO_4$	[5]
Каталізatori органічних та неорганічних процесів	$AlPO_4/Cu$	[6]
	$MoP/Al_2O_3 + AlPO_4$	[7]
	$AlPO_{4-5}, MoZn/AlPO_{4-5}$	[8]
	$AlPO_4$	[9]

Розглянемо дещо детальніше варіанти фізико-хімічного застосування алюмофосфатних систем. При розробці термостійких плівок важливо враховувати величини коефіцієнтів термічного розширення вихідних компонентів. По відношенню до індивідуального $AlPO_4$ одною з найбільш близьких за величинами теплофізичних параметрів є α -модифікація Al_2O_3 . Завдяки цьому алюмофосфатна матриця здатна вступати в міцну фізико-хімічну взаємодію з наночастинками алюміній оксиду. Такий композит характеризується суттєвим зниженням (приблизно в десять тисяч разів) сили корозійних струмів та значним підвищенням корозійної стійкості (приблизно в три тисячі разів) порівняно з індивідуальним $\alpha-Al_2O_3$ [4].

Іншим прикладом стійкого до корозії та дії сонячного випромінювання композиту є рутиловий пігмент $TiO_2/AlPO_4$. У даному випадку титан діоксид представляє собою «ядро», яке вкрите щільною оболонкою алюміній ортофосфату. Фосфатний протектор пригнічує фотоактивність і розділення електронно-діркових пар, при цьому прискорює анігіляцію електронів. Спостережувані ефекти підвищують стійкість пігментної композиції до погодних умов і цим подовжують термін її використання [5].

Каталітичні властивості алюмофосфатних систем проявляються по-різному. Так, композиція типу $AlPO_4/Cu$, в якій вміст Купруму коливається в межах 1-5 мас. %, прискорює процес відновлення нітроген монооксиду до азоту. Такому перетворенню не заважає присутність кисню та карбон монооксиду. При цьому процес є стовідсотково селективним відносно N_2 [6].

Алюмофосфатний цеоліт $\text{MoZn/AlPO}_4\text{-5}$ використовується як каталізатор процесів одержання етилену. Водночас, цеоліт простішого складу $\text{AlPO}_4\text{-5}$ ефективніше застосовувати для каталітичного отримання діетилового етеру [8].

Індивідуальний AlPO_4 та різноманітні каталітичні системи на його основі успішно вже тривалий час досліджуються на кафедрі фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Такі каталізатори дозволяють у парціальних умовах ефективно перетворювати н-алкани в цінні продукти. Шляхом розробки нових способів синтезу, термообробки та модифікації складу алюмофосфатів, було з'ясовано нові особливості, закономірності та можливості покращення їх каталітичних властивостей. Даний науковий напрямок був започаткований та розвинений науковою школою ужгородських фізико-хіміків на чолі з професором Гомонаєм В.І. [9].

Отже, перспективність алюміній ортофосфату підтверджена багатьма сучасними дослідженнями [1-9]. На основі проведеного аналізу літературних даних планується здійснення синтезу та вивчення низки нових фізико-хімічних властивостей алюміній ортофосфату AlPO_4 . Одержаний фосфат використовуватиметься в подальших синтезах як матричний компонент складних каталітичних композицій.

Література

1. Tran, M.T.; Nguyen, Tu; Quang, N.V.; Nguyen, D.H.; Thu, L.T.H.; Trung, D.Q.; Huy, P.T. Excellent thermal stability and high quantum efficiency orange-red-emitting AlPO_4 : Eu^{3+} phosphors for WLED application. *Journal of Alloys and Compounds*, 2021, 853, P.156941.
2. Patel, Sh.; Kumar Singh, R.; Kumar R. Structural and electronic property of AlPO_4 modified LiMn_2O_4 material for Li-ion battery application. *Materials Today: Proceedings*, 2021, 42(Part 2). P.776-780.
3. Zhangli Liu; Min Xu; Xiulan Huai; Caifeng Huang; Lanting Lou. Ionothermal synthesis and characterization of AlPO_4 and AlGaPO_4 molecular sieves with LTA topology. *Microporous and Mesoporous Materials*, 2020, 305, P.110315.
4. Zirui Zhao; Heping Li; Zhongyang Zheng; Liyu Zheng; Youwei Yan. Improved thermal shock and corrosion resistance of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{AlPO}_4$ coating with PAA addition. *Surface and Coatings Technology*, 2021, 414. P.127115.
5. Xiongbo Dong; Xiangwei Zhang; Xuecheng Yu; Zhigang Jiang; Xiaorui Liu; Chunquan Li; Zhiming Sun; Shuilin Zheng; Dionysiou, D.D. A novel rutile $\text{TiO}_2/\text{AlPO}_4$ core-shell pigment with substantially suppressed photoactivity and enhanced dispersion stability. *Powder Technology*, 2020, 366. P.537-545.
6. Kacimi, M.; Ziyad, M.; Liotta, L.F. Cu on amorphous AlPO_4 : Preparation, characterization and catalytic activity in NO reduction by CO in presence of oxygen. *Catalysis Today*, 2015, 241(Part A), P.151-158.
7. Baowei Wang; Yi Cheng; Jun Zhao; Zhenhua Li; Yan Xu; Xinbin Ma. AlPO_4 -free $\text{MoP}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ catalyst for methanation under low H_2/CO . *Applied Surface Science*, 2020, 526, P.146461.
8. Said, S.; Aman, D.; Riad, M.; Mikhail, S. $\text{MoZn/AlPO}_4\text{-5}$ zeolite: Preparation, structural characterization and catalytic dehydration of ethanol. *Journal of Solid State Chemistry*, 2020, 287, P.121335.
9. Gomonaj V., Toulhoat H. Selective Oxidation of Methane to Formaldehyde Catalyzed by Phosphates: Kinetic Description by Bond Strengths and Specific Total Acidities. *ACS Catalysis*. 2018, 8, 9, 8263-8272.

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КУПРУМФОСФАТНИХ КАТАЛІЗАТОРІВ

Гернешій Я.М., Козьма А.А., Голуб Н.П., Голуб Є.О., Кузнєцова А.О.

Кафедра фізичної та колоїдної хімії

e-mail: kaf-physchem@uzhnu.edu.ua

Проблема одержання нових активних каталізаторів для процесів промислової переробки вуглеводнів, зокрема, й компонентів природного газу в цінні продукти: олефіни, спирти, альдегіди, карбонові кислоти на сьогодні є особливо актуальною. Тому пошук ефективних шляхів її вирішення є важливим напрямком сучасного каталізу. Як відомо, особливо важливою і необхідною властивістю каталізаторів парціального окиснення н-алканів є кислотність їх поверхні.

Тому метою даної роботи були пошук та розробка нових методів синтезу купрумфосфатних каталізаторів з прогнозованими оптимальними структурними та фізико-хімічними властивостями, які володіють кислотними властивостями поверхні та дослідження їх фізико-хімічних властивостей для одержання нового дешевого, активного та високоселективного каталізатора парціального окиснення н-алканів.

Індивідуальні фосфати Купруму (II) і Алюмінію, а також складні купрум-алюмінійфосфатні оксидні каталітичні системи типу $x\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot y\text{AlPO}_4$ на їх основі, синтезували методами осадження та співосадження з розчинів нітратних солей згідно методики, розробленої на кафедрі фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Водночас для вивчення впливу і температурного фактору на процес формування структури зразків та їх фізико-хімічні параметри відмиті, відфільтровані та висушені на повітрі при кімнатній температурі каталізатори піддавали подальшій термообробці при різних температурах від 110°C до 700°C . Для вивчення фізико-хімічних властивостей синтезованих зразків використовували сучасні фізико-хімічні методи аналізу: РФА, ДТА, ІЧ-спектроскопію. Також при всіх температурах термообробки в дослідженому інтервалі визначали величини їх питомої поверхні та кислотні властивості. Встановлено, що всі синтезовані зразки є твердими фазами. Результати РФА свідчать, що індивідуальний повітряно-сухий ортофосфат купруму (II) за набором основних рефлексів суттєво відрізняється від його зразків, прожарених при оптимальній температурі термообробки (600°C) та кінцевій температурі (700°C). Для більш ґрунтовного вивчення фізико-хімічних процесів, які відбуваються при нагріванні повітряно-сухих купрумвміщуючих зразків використовували ДТА. Результати свідчать, що для $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$ виникають 4 термо ефекти при нагріванні вихідного зразка до 700°C . При цьому спостерігаються два ендотермічні: при 129°C та 401°C та два екзотермічні ефекти: при 304°C та 647°C . Одержані частоти смуг поглинання в ІЧ-спектрах повітряно-сухих та прожарених при 600°C каталізаторах підтверджують, що на поверхні зразків містяться бренстедівські кислотні центри, обумовлені характерними проявами водневого зв'язку в коливальному спектрі води, низькочастотний зсув, зростання інтенсивності та розширення смуги валентних коливань O–H-груп. Величина питомої поверхні всіх синтезованих зразків при нагріванні поступово знижується. Вивчення кислотних властивостей для синтезованих зразків підтвердило, що одержано нову серію кислотних купрумфосфатних каталізаторів. Для ортофосфату купруму (II) величина загальної кислотності змінюється від $1,77$ ммоль/г (при 20°C) до $1,3$ ммоль/г при кінцевій температурі (700°C). Максимальна кислотність спостерігається при 500°C ($2,64$ ммоль/г). Результати розподілу концентрації кислотних центрів за їх силою на поверхні $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$ підтверджують наявність слабких бренстедівських активних центрів та середньої сили. Для купрум-алюмінійфосфатних систем спостерігається, як і прогнозувалось, яскраво виражений синергетичний ефект щодо величини кислотності.

МОНІТОРИНГ ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ВИСВІТЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕМ В ЗАСОБАХ МАСОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ УКРАЇНИ

Делеган-Кокайко С. В., Маличкович О. Б., Глюдзик Е. І., Гарапко Л. І.
Кафедра екології та охорони навколишнього середовища
Товариство з обмеженою відповідальністю «Е.Л.БІ.АЙ» (Аналітичний центр, м. Київ)
e-mail: harapko.lyudmyla@student.uzhnu.edu.ua

Протягом останніх років значних темпів поширення набуває екологічна тематика в інформаційному просторі, яка мала б давати можливість громадськості отримати інформацію про стан навколишнього природного середовища країни, основні джерела забруднення довкілля, ознайомлювати з діяльністю фахівців-екологів, з розвитком екології як науки, введенням новітніх технологій та методів запобігання можливих негативних екологічних наслідків. Підвищення еко-свідомості громадян та залучення їх до різного роду екологічних акцій, ініціатив, протестів є також одним із завдань інформаційної платформи. Ecofriendly – це тренд початку $\square\square\square$ століття, однак, в інформаційному просторі, від соціальних мереж до медіа, екологічні питання тісно переплітаються з іншими актуальними проблемами у таких сферах як економіка, політика, міжнародна співпраця та соціальна складова.

В результаті дослідження українського медіаполя (українські онлайн, друковані видання, блоки новин на телебаченні та радіо, соціальні мережі) було встановлено зацікавленість медіа в екологічній тематиці, що проявляється у висвітленні як позитивних, так і негативних новин. Сукупна кількість всіх публікацій в базі даних за період з 01.01.2019 по 30.06.2021 становить близько 60 млн. матеріалів. Кількість джерел у вибірці складала 8760 найменувань. Цікавим було порівняти відсоток публікацій екологічної тематики з іншими тематиками в засобах масової інформації. До прикладу, тема боротьби з COVID-19 за період 2020-2021 роки формує 31% інформаційного поля України, що значно перевищує всі інші теми резонансу. Для порівняння також було проведено дослідження щодо тематики культури, в широкому розумінні. Результати вказують, що всі публікації за 2019-2021 роки, що стосуються культурної складової не набирають навіть 1% загального медіаполя України. Екологічна тематика також зростає, утримуючи позиції. При цьому середній показник частоти та кількості публікацій на екологічну тематику та Green Deal за весь період з 2019 по червень 2021 становить – 2,3% медіаполя українських засобів масової інформації.

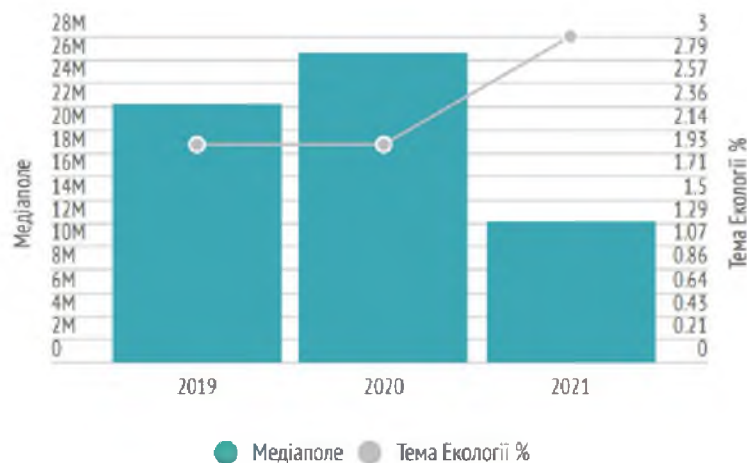


Рис.1. Статистика публікацій медіаполя та відображення теми Екології

При цьому, результати оцінки якості висвітлення екологічної складової в засобах масової інформації свідчать про те, що медіаполе теми «екологія» - це, у більшості випадків, звітування про факт події, еколіха чи рішення державних органів влади. Медіа не формують адженду, а слідкують за інфоприводами, а також яскраво демонструють використання медіа

як інструменту для поширення інформації, часом, відверто маніпулятивної. Крім того, частка публікацій із залученням фахових спеціалістів екологів є надто низькою, що безумовно ставить під сумнів достовірність та глибину екологічного інформаційного контенту України протягом досліджуваного часу.

Для формування репрезентативної вибірки та проведення якісного аналізу медіаполя було створено стихійну покрокову неповторну вибірку розміром 5651 публікацію. Метою аналізу є визначення головних спікерів, тематик, інформаційних приводів публікацій, міжнародних донорських інституцій, що підтримують впровадження практичних екологічних проєктів. Додатково проведений експертний аналіз викладеного матеріалу у публікаціях на відомих онлайн порталах та ТБ. Експерти-екологи оцінювали статті та стенограми на предмет повноти інформації, достовірності джерел та даних, наявності маніпуляції у текстах.

Одиницею вимірювання в дослідженні був матеріал у ЗМІ. Якщо в одній публікації переважали декілька тематичних напрямків, то аналітик обирав ту тему матеріалу, яка є домінуючою. Автоматичний для статистики даних з перевіркою релевантності метод повторного кодування 50% публікацій слугував методом обробки інформації. Перевірка надійності контент-аналізу здійснювалася через підвибірку одиниці аналізу (30 одиниць перекодовується двома іншими аналітиками, до досягнення Альфа-коефіцієнту Криппендорфа більше/рівне 0,8. Дослідження «Екологічні тренди в Україні: погляди громадян» було представлено громадськості України у квітні 2021 року інститутом ім. Горшеніна і являлося вхідним переліком для порівняння пошукових тем та запитів. Протягом періоду з 01.01.2020 по 31.12.2020 проходив аналіз GoogleTrends. Пікові точки пошукових запитів були співставлені з трендами інформаційного резонансу у ЗМІ. Масив згадок у соціальних мережах зібрано по ключовим словам: «екологія, навколишнє середовище, глобальне потепління, зміна клімату, сортування відходів». Окремі інформаційні приводи аналізувалися на основі кількісного та якісного контент-аналізу усіх каналів інформування. Експертами-екологами було проаналізовано 2800 публікацій, на предмет якості контенту. Додатково аналітики LBI опрацювали ще 2851 статтю. Якість контенту оцінювалася «відмінно», якщо матеріал змістовний, висвітлені різні точки зору, думку експертів/авторів/журналістів, наведені аргументи, вказані посилання на першоджерела, відсутні нав'язливі висновки чи рішення; «добре» оцінювалися публікації (зазвичай це статті про факт подій), в яких поданий матеріал логічно обдуманий, але відсутні посилання на першоджерела чи на автора статті. Оцінка «задовільно» характеризувала ті публікації, які містили недостатньо інформації для висвітлення теми, ситуації загалом, а «незадовільно» - стаття маніпулятивного характеру, неправдива інформація, відсутність посилань на першоджерела та доказової бази.



Рис.2. Якість викладу екотематики у ЗМІ

Наявність першоджерел фіксувалась у публікаціях з посиланнями, у цьому випадку перевірялось посилання, що вказане у статті. Якість вказаного першоджерела оцінювалась як «добре» - у випадку, якщо посилання справне та веде безпосередньо на дослідження/ресурс, що заслуговують на довіру. «Задовільно» - у матеріалі посилаються на дослідження чи

вчених, проте не ідентифікують їх. «Незадовільно»- у матеріалі вказують фейкове дослідження. Публікації, як правило не містять "образних авторських заголовків"- не використовуються образні метафори, назви статей - чіткі та інформативні. Менше 1% публікацій мали маніпулятивний заголовок. Візуальний контент привертає увагу, що збільшує потенційну аудиторію читачів.



Рис.3. Якість викладу першоджерел, що згадані у статтях.

Що стосується локації подій (міжнародні, національні, локальні), то все залежить від еко-напряму. Частка національних становить 41,92 %, локальних – 40,81 %, а міжнародних – 17,27 %. Так, у розділі «Зміна клімату» або «Сталий розвиток» значну частину становить міжнародний порядок денний. День Землі, звіти та заяви ООН стають одним з головних інформаційних приводів, які спонукають українців до маршів, ініціатив, акцій, блокад, протестів або ж стають інфоприводом для репортажів журналістів національних та регіональних видань. Тема «Ліси, флора, фауна» містить вагому частку міжнародних повідомлень у зв'язку з масштабними пожежами у світі. Локальні події чи ініціативи – це зазвичай забруднення водних об'єктів, нераціональне використання корисних копалин. Висвітлення новин про лісові ресурси та їх незаконні вирубки, менеджмент відходів, енергоефективність зовсім не стосуються проблем екології, а скоріше за все подаються теми з точки зору економіки чи бездіяльності певних органів влади. Відкриття нових "зелених" електростанцій висвітлюють не з точки зору збереження навколишнього середовища, а лише з точки зору промислових потужностей. Альтернативні способи виробництва електроенергії часто згадуються не як виконання екологічної функції, а перетворилися на серйозний та вигідний бізнес. Багато згадок та коментарів присвячено «зеленому курсу».



Рис.4. Тематичний напрям у ЗМІ

Тема « Якість повітря» - це висвітлення цифри статистики, результатів моніторингу повітря без коментарів чи висновків. Підприємства добувної та переробної промисловості, теплоенергетики, автотранспорт, а у літній період – спека, являються основними причинами забруднення повітря.

Пошукові тренди визначено за допомогою Google Trends. Окрім частоти та інтенсивності запитів до уваги приймалися і географічні показники - поширення на всій

території України. Разом з трендами проведено паралельний аналіз медіаполя з метою зрозуміти, чи тримували українці достатню інформацію у часові проміжки, де інтенсивність запитів найвища. Забруднення води та дефіцит питної води, збільшення кількості побутових і промислових відходів, забруднення атмосферного повітря – це одні з основних проблем, що викликали хвилювання у респондентів (перегукується з рейтингом пошукових запитів). Серед тем, які найменше цікавлять українську аудиторію було виявлено теми якості харчових продуктів, дефіцит зелених насаджень, електромагнітне забруднення, зменшення кількості природних ресурсів, вирубка лісу, руйнування озонового шару та зменшення біорозмаїття. Ставлення українців до проблеми зміни клімату: в цілому, це питання у світовому масштабі хвилює майже половину респондентів 47,9%, тоді як тема зміни клімату на рівні України викликає занепокоєння у більш ніж вдвічі меншій кількості людей 22,9%.

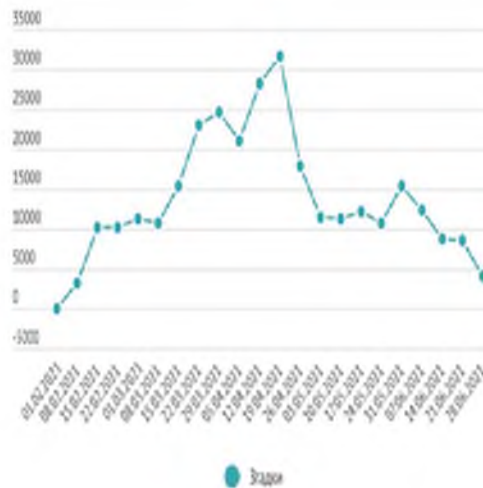
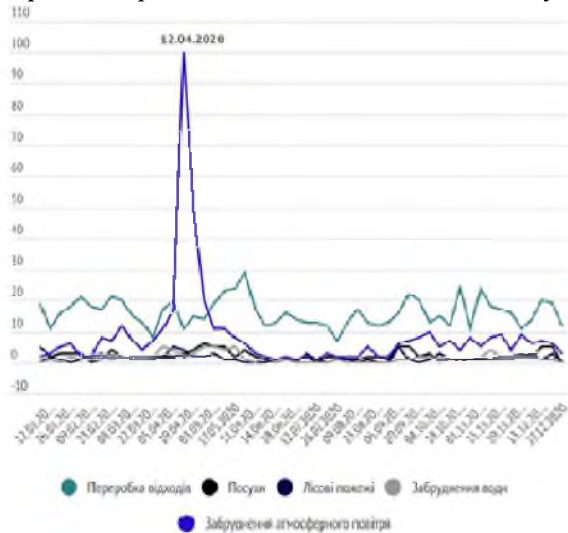


Рис. 5. Динаміка Google Trends – 2020

Рис. 6. Соціальні мережі- динаміка поширення

Що стосується соціальних мереж, то перевага надається соціальній мережі Facebook, на яку припадає 98% поширення тематики. В той же час менше 1% складають мережі Instagram, TikTok, але частину змісту може бути втраченою при зборі ретроспективних даних. Youtube становить 1% медіаполя, тобто 3125 сюжетів з кількістю переглядів понад 5,6 млн. У соціальних мережах було виділено комунікацію державних органів, громадських організацій, шкільної та позашкільної освіти, вищих навчальних закладів та/або дослідницьких інституцій, а також комунікацію церкви, яка активно підтримує питання збереження довкілля. Звернення церкви до вірян, активно поширювалось саме у соц. мережах, хоча було опубліковане на mediakinform.ua. Сортування відходів є однією з основних тем шкільних ініціатив. Близько 65% всіх постів про шкільні ініціативи містять інформацію про сортування відходів. Однією з найактуальніших тем, яка має постійну сталу динаміку як в Facebook, так і в Google Trends являється тема сортування сміття та менеджмент відходів. В той же час вона є основною темою шкільних ініціатив: в 65% постів зазначена інформація про поводження з відходами.

Поширення інформації у соціальних мережах напряму залежить від аудиторії акаунту, де вона опублікована та наскільки підписники автора є активними та залученими у тематику повідомлень. Часом багатотисячна аудиторія залишається байдужою до постів блогерів, якщо пост виходить за рамки "звичної теми". У таких випадках мікроблогери з цільовою активною аудиторією у 1000-2000 підписників можуть набагато краще поширювати тематичний контент.

Література

Тендер на замовлення Міжнародного Фонду Відродження "Довкілля та проблематика в публічному інформаційному просторі України". Делеган-Кокайко С. Маличкович О. Режим доступу: http://cabinet.lbicompany.com.ua/dashboard_climat/

БІОІНДИКАЦІЯ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ В МОНІТОРИНГУ ГРУНТІВ

Щербанич А.В., Галла-Бобик С.В.

Кафедра екології та охорони навколишнього середовища
e-mail: scherbanych.anastasiya@student.uzhnu.edu.ua

Моніторинг земель і ґрунтів проводиться з метою своєчасного виявлення зміни стану земель та властивостей ґрунтів, оцінки здійснення заходів щодо охорони земель, збереження та відтворення родючості ґрунтів, попередження впливу негативних процесів і ліквідації наслідків цього впливу.

Важливою складовою екологічно моніторингу є біомоніторинг, який використовує методи біоіндикації та біотестування. Методи біоіндикації дозволяють отримати дані, що характеризують відгук біоценозів на антропогенний вплив. Характерно, що реакція формується протягом досить тривалого проміжку часу, тому може включати накладання різних чинників, їх коливання та адаптаційні механізми виду-індикатора. Біоіндикатори не можуть миттєво реагувати на зміну екологічних умов, тому що їх індикаторними властивостями є популяційні процеси та процеси угруповання в цілому. Методи біотестування, на відміну від біоіндикації, являють собою характеристику ступеня впливу на біоценози. За допомогою цих методів можна отримати дані про токсичність конкретної проби ґрунту, забрудненої хімічними речовинами антропогенного чи природного походження.

Організми та їх угруповання, життєві функції яких тісно корелюють з певними чинниками середовища і можуть використовуватися для їх оцінки, називають біоіндикаторами. Ними можуть бути рослини, тварини, мікроорганізми, гриби.

Існує два основні методи біоіндикації: пасивний і активний [1].

Пасивна біоіндикація – дослідження у вільно живучих організмів видимих або непомітних ушкоджень і відхилення від норми, що є ознаками несприятливого впливу.

Активна індикація або біотестування – дослідження тих же впливів у лабораторних умовах на найбільш чутливих до даного фактору організмах – тест-організмах.

Біоіндикація має певні переваги як метод отримання безпосередньої інформації про зміни стану біоти в конкретних умовах забруднення, але він повинен об'єднуватися з хімічними та геофізичними даними для отримання не тільки якісних, а й кількісних даних.

Перевагою методів біоіндикації та біотестування перед фізико-хімічними методами є інтегральний характер відповідних реакцій організмів [2].

На основі екологічної характеристики організмів, тобто їх реакцій на вплив факторів середовища, виокремлюють еврибіонти – види з широкою адаптаційною здатністю, які можуть жити при різних значеннях фактору, і стенобіонти – види з низькою адаптаційною здатністю, життєдіяльність яких обмежена вузьким діапазоном змін певного фактора. Саме стенобіонти (організми або їх угруповання), життєві функції яких тісно корелюють з певними чинниками середовища використовують для біоіндикації ґрунту.

Зокрема, про високу родючість ґрунту свідчать такі рослини: малина, кропива, іванчай, таволга, снить, чистотіл, копитняк, кислиця, валеріана. Індикатори помірної (середньої) родючості: медунка, дудник, грушанка, гравілат річковий, вівсяниця лугова, купальниця, вероніка довголиста. Про низьку родючість свідчать сфагнові (торф'яні) мохи, наземні лишайники, котяча лапка, брусниця, журавлина, ситник ниткоподібний, запашний колосок. Байдужі до ґрунтової родючості жовтець їдкий, пастуша сумка. Маловимоглива до ґрунтової родючості сосна звичайна [3].

Індикаторами різного водного режиму ґрунтів є рослини-гідрофіти, мезофіти, ксерофіти.

Вологолюбні рослини (гідрофіти) – мешканці вологих, іноді заболочених ґрунтів: лохина, багно, морощка, білозір, калюжниця, герань лугова, очерет лісовий, шабельник

болотний, горець зміїний, м'ята польова, чистець болотний. Це рослини мілководь та прибережних смуг водойм, що мають темно-зелене листя та товсті соковиті стебла.

Ксерофіти – види посушливих місцезростань, для них характерні вузколистість, опушення листків, жорсткі стебла та видозміни листків (колючки). До них відносяться котяча лапка, нечуйвітер волосистий, ковила пірчаста, мучниця, мітлиця біла, наземні лишайники, сукуленти і кактуси.

Мезофіти – рослини помірно зволжених районів, які пристосовані до життя в середовищі з помірною, але не надмірною вологістю ґрунту і повітря. Це листопадні деревні (дуб, береза) і чагарникові (брусниця, ліщина, бузок) рослини, лугові (конюшина, тимофіївка, лисохвіст луговий, пирій повзучий, конюшина лучна, горошок мишачий, волошка фрігійська) і лісові (костяниця, копитняк, золота різка, плауни, медунка, конвалія) трави в помірній кліматичній зоні. Вони представляють найчисельнішу групу наземних рослин [4].

Встановлення показників глибини залягання ґрунтових вод має значення для уточнення властивостей ґрунтів і для вироблення рекомендацій щодо їх меліорації. Для індикації глибини залягання ґрунтових вод можна використовувати групи видів трав'янистих рослин (індикаторні групи). Для лугових ґрунтів виділяється 5 груп індикаторних видів. Крім названих груп рослин, є перехідні види, які можуть виконувати індикаторні функції, наприклад мятлик луговий може бути включений як в першу, так і в другу групи. Він вказує залягання води на глибині від 100 до понад 150 см. Хвощ болотний – від 10 до 100 см і калюжниця болотна – від 0 до 50 см [5].

По відношенню до механічного складу ґрунтів і материнських порід рослини поділяють на:

- псамофіти – ростуть на пісках;
- пелитофіти – на глині;
- алевритофіти – на суглинистих або супісчаних ґрунтах;
- хасмофіти – на кам'янистих ґрунтах;
- петрофіти або літофіти – на скелях [4].

На основі дослідження рослинного покриву можна визначити основні складові ґрунтів (рухомі сполуки основних елементів живлення рослин Ca, N, P, S, K, Mg), оскільки певні види рослин домінують у місцевостях з відповідним складом ґрунту. Наприклад, нітрофіти (азотолуби) можна вважати надійними індикаторами ґрунту, збагаченого азотом, до них відносять берест, черемху, бузину, бруслину європейську. Найбільше їх росте на землях з підвищеним вмістом нітратів, дуже рідко вони трапляються на бідних азотом землях. Домінування різних рослин-галофітів (солестійких) пов'язано з засоленістю ґрунтів різними йонами. Високу забезпеченість кальцієм показують кальцієфіли: багато бобових (наприклад люцерна серповидна), модрина сибірська. При нестачі кальцію панують кальцієфоби – рослини кислих ґрунтів: щучка (луговик дернистий), квас, сфагнум та ін. Ці рослини стійкі до шкідливої дії іонів Феруму, Мангану, Алюмінію [6].

Фітоіндикацію широко застосовують при визначенні кислотності ґрунтів. Так, на дуже кислих ґрунтах (рН 3–4,5) ростуть крайні ацидофіли (надають перевагу кислим ґрунтам), до яких належать сфагнум, плавун булавовидний; на кислих ґрунтах (рН 4,5–6,0) – помірні ацидофіли (калюжниця болотна, їдкий і повзучий жовтець); на слабо кислих ґрунтах (рН 5,0–6,7) – слабкі ацидофіли (медунка, купина багатоквіткова, анемона жовтецева) [7].

ґрунтові тварини широко використовуються як індикатори забруднення ґрунту. Популяції та комплекси видів ґрунтових тварин відзначаються стабільністю і стійкістю навіть за дуже несприятливих змін в екосистемі, тому на землях, активно використовуваних людиною, ґрунтові тварини лишаються останньою групою, за якою оцінюють ступінь впливу людини на біоту. Цьому сприяють особливості ґрунту як середовища існування.

Різноманіття ґрунтових тварин дуже велике, тому вибір об'єктів серед них повинен бути обмеженим. Якщо це стосується видів, то до них ставиться цілий ряд вимог. Перевага

відається великим ґрунтовим безхребетним, багато з яких мешкає в досить широкому діапазоні екологічних умов.

Середовище існування представників цієї групи – не найменше скупчення ґрунтової вологи, не порожнини і ходи в ґрунті, а весь ґрунт як середовище. Тому зв'язок зі змінами ґрунтових умов, хімізму ґрунтових розчинів, гумусу у великих ґрунтових тварин набагато тісніший, ніж у дрібних. Ареали багатьох видів добре відомі, і їх популяції на протязі всього ареалу мають досить високу чисельність. Важливе й те, що серед великих безхребетних багато видів–поліфагів, слабо пов'язаних із певною групою рослин чи тварин у своєму живленні. Серед них для моніторингу найбільш зручні представники таких груп: дощові черв'яки, ковалики та їх личинки, великі хижі туруни, деякі види мокриць і диплоподів.

Високий ступінь осілості цих груп, широка харчова база, достатня вивченість особливостей екології, розподілу, розміри ареалів, висока чисельність у різних місцях уможливають використання видів із цих груп як основних об'єктів екологічного моніторингу.

Популяції ґрунтових тварин чутливі до змін, які відбуваються в екосистемах і ґрунтовій біоті, і реагують в основному зменшенням кількості видів, чисельності та біомаси популяцій, зникненням характерних для екосистем видів і появою еврибіонтних форм. У сильно пошкоджених екосистемах популяції ґрунтових тварин, у першу чергу мікроартроподів, залишаються останнім «уламком» тваринного світу, що колись існував. Водночас у результаті господарської діяльності людини виникає велика кількість екосистем, у яких немає багатьох груп ґрунтової фауни, головним чином ґрунтоутворювачів, таких як дощові черв'яки, ківсяки, мокриці. Такі зміни в комплексах помітні на ділянках, що на них людина безпосередньо здійснює господарську діяльність [8].

Системи моніторингу, побудовані на основі дослідження поведінки рослин і тварин, дають змогу оцінити біологічні ефекти від впливу забруднення повітря, їх просторовий розподіл, можливе нагромадження на значних територіях. Перевагами їх використання є:

- відносна швидкість проведення досліджень;
- отримання достатньо точних і відтворюваних результатів;
- велика кількість об'єктів біоіндикації з однорідними властивостями;
- діапазон похибок у порівнянні з іншими методами тестування не більше 20%.

Література

1. Боголюбов В. М. Моніторинг довкілля. Вінниця: *ВНТУ*, 2010. С. 530.
2. Ашихміна Т.Я. та ін. Біоіндикація та біотестування – методи пізнання екологічного стану навколишнього середовища. К: *Знання*, 2005. С. 450с.
3. Зацерковний В. І. Система агроекологічного моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення. *Уч. записки Таврического національного університета ім. В. І. Вернадського*. 2012, 1. 60-70.
4. Ольхович О.П, Мусієнко М.М. Фітоіндикація та фітомоніторинг. К: *Фітосоціоцентр*, 2005. С. 64.
5. Панас Р. М. Ґрунтознавство. Львів : *Новий світ*, 2005. С. 372.
6. Калінін М.І., Єлісеєв В.В. Біометрія: Підручник для студентів вузів біологічних та екологічних напрямків. Миколаїв: *МФ НАУКМА*, 2000. С. 204.
7. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. К: *Академія*, 2006. С. 360.
8. Чухрій Ю.П. Біоіндикація. Біотестування. Біомоніторинг. Одеса: *ОНАХТ*, 2014. С. 41.

МОНІТОРИНГ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО КОНФЛІКТУ ТА У ПОСТКОНФЛІКТНИЙ ПЕРІОД

Сейковські Д.Й., Глух О.С.

*Кафедра екології та охорони навколишнього середовища
e-mail: seikovski.daniela@student.uzhnu.edu.ua*

Незважаючи на те, що військові конфлікти періодично відбуваються протягом усієї історії людства у всіх частинах земної кулі, дослідження впливу війн на стан навколишнього середовища є обмеженими і досі мають фрагментарний характер. Однак, суттєвий прогрес у вивченні наслідків військових конфліктів на стан об'єктів довкілля спостерігається з появою можливостей використання супутникової зйомки та розвитком геоінформаційних технологій.

Війна – це завжди величезні людські, політичні та економічні втрати; це загроза життю людини; знищення середовища її існування; вплив на її здоров'я та різноманітні зміни в навколишньому природному середовищі, його руйнування. Усі військові дії справляють негативний вплив на довкілля, знищують природу певної місцевості і, як наслідок, спричиняють екологічні катастрофи. Але особливо значного впливу зазнають ґрунти, які вимагатимуть відновлення та рекультивациі.

Оцінка деградації земель на основі супутникових знімків, біофізичних та соціально-економічних даних, здійснюється за вісьмома ключовими показниками [1]:

1. Ерозія ґрунту, спричинена втратою рослинного покриву;
2. Штучно деформована берегова лінія; що впливає на екологію морського узбережжя;
3. Зміна щільності населення; що веде до збільшення експлуатації земельних ресурсів;
4. Обмеження доступності до сільськогосподарських угідь;
5. Пошкодження ландшафту, безпосередній вплив на рослинний покрив, ґрунтові та водні ресурси;
6. Відстань до центру конфлікту;
7. Площа територій, що постраждали від пожеж;
8. Витрати на відновлення рослинності.

Використання цих показників та довготривалого моніторингу дає можливість розрахувати значення інтегрованого показника деградації земель (composite land degradation index CLDI). При цьому, охоплена війною територія ділиться на кадастрові одиниці та оцінюється за шкалою від 0,0 до 3,0, що відповідає низькому та високому ступеню деградації відповідно. Моделювання та картографування деградованих земель на території Сирії під час війни 2011-2012 рр. з використанням індексу CLDI показало добру узгодженість із результатами польових досліджень (похибка <10%).

З 2014 року військові дії велися на території Луганської та Донецької областей. А з 24 лютого 2022 року триває гаряча фаза військового конфлікту внаслідок вторгнення РФ на територію України. Тому, на частині східної та південної України виявляється величезна кількість екологічних проблем, які потребують негайного вирішення.

Реагування на негативні наслідки та їх подолання має здійснюватися миттєво з метою їх ліквідації та недопускання можливого розвитку. Але через неможливість проведення повноцінного моніторингу ґрунтів у зонах ведення військового конфлікту важко спрогнозувати шляхи вирішення екологічних проблем деградації ґрунтів та перейти до активних дій. Після припинення ведення воєнних дій та розмінування територій є необхідним проведення комплексу заходів, що будуть спрямовані на відновлення та рекультивацию ґрунтів. Рекультивацию земель необхідно здійснити у два етапи: технічний та біологічний, що полягають у підготовці території для цільового використання, нанесенні

ґрунтів на вирівнюванню поверхню, засипання воронки, ярів, ліній укріплення, траншей, розбирання дерев'яних і залізобетонних конструкцій, засипання бліндажів ґрунтом з наступним плануванням, проведення протиерозійних заходів, підвищення родючості ґрунтів, що зазнали впливу, відновлення рослинного покриву та забезпечення умов для життєдіяльності мікроорганізмів.

Особливо загострює ситуацію руйнування Авдіївського, Ясинуватського, Єнакіївського коксохімічних заводів, Лисичанського нафто-перероблювального заводу, Горлівського азотно-тукового заводу, металургійного комбінату «Азовсталь» та багато інших промислових об'єктів. Внаслідок аварійних відключень електроенергії в атмосферне повітря викинуто значний об'єм небезпечних речовин; мало місце забруднення ґрунту і повітря хімічними речовинами від застосування різних видів зброї; пошкоджено значні площі земельних ресурсів, родючого шару ґрунту, рослинного покриву, затоплено шахти; пошкоджено та знеструмлено споруди; пошкоджено каналізаційні мережі; зруйновано транспортні магістралі та інфраструктуру з обслуговування населення щодо збору та вивезення твердих побутових відходів [2].

У першу чергу страждають деревні рослини, які вирубують або в них влучають снаряди, що призводить до масових пожеж. Порушується і ґрунтово-рослинний покрив, що супроводжується зміною поверхні внаслідок вибуху, порушенням цілісності ґрунту внаслідок руху танків та важкої техніки, загибелі наземної рослинності, використання фугасних набоїв, які виділяють шкідливі для представників рослинного і тваринного світу токсичні речовини, провокують виникнення пожеж. На значних площах покинутих сільськогосподарських угідь відбувається розмноження бур'янів. Якщо ці території не зазнали спалення, то на них за сприятливих умов проживатимуть різні види гризунів. На забруднених ґрунтах не можна буде вирощувати зернові культури, овочі та фрукти, адже при потрапленні їжі в організм людини це може призвести до таких негативних наслідків як отруєння, нервових ускладнень та загострень хронічних захворювань.

До наслідків військових дій для земельних угідь внаслідок руйнування інфраструктурних об'єктів можна віднести бактеріальне забруднення води у результаті руйнування каналізаційних систем, знищення гребель та іригаційних систем та пов'язане із ним затоплення земель. На землях, які зазнали бомбардувань залишаються уламки від снарядів, порушується рівень ґрунтових вод, зменшується родючість та вміст гумусу і може спостерігатися безпліддя підґрунтових горизонтів на поверхні ґрунту. Порушується не тільки поверхневий шар ґрунту, а й літогенна основа, яка сягає глибини декількох метрів.

Небезпечним являється і хімічне забруднення ландшафтів, що спостерігається під час детонації ракет та артилерійських снарядів. Утворюються різні отруйні речовини, пари ціанистої кислоти (HCN), азот (N₂), вуглекислий газ (CO₂), бурий газ (NO), закис азоту (N₂O) тощо, а також потрапляють у ґрунти важкі метали, від використання власне зброї, яка в своєму складі містить свинець, уран, меркурій, вуглеводи, азот та інші хімічні сполуки. Забруднюючі речовини перевищують значення гранично допустимих концентрацій і спричиняє техногенне навантаження. Вплив на ґрунти здійснюється перш за все за рахунок руху великогабаритної техніки, гусеничної техніки, який призводить до замулення або заболочення місцевості, до ерозії ґрунтів, руйнування ґрунтового покриття, його ущільнення, загибель трав'яної рослинності, зміна режиму водоносних горизонтів. Суть збитків унаслідок ерозії полягає насамперед у втраті ґрунтом основної якісної оцінки — родючості за рахунок прискореного змиву і розмиву ґрунту та видування його вітром. В результаті таких процесів значна частина земель будуть непридатними для сільського господарства, а отже просто залишатимуться закинутими. Порушення ґрунтів зумовлюють і вибухи боєприпасів, риття окопів, бліндажів, облаштування військових позицій. Це характерне не тільки для території ведення основних бойових дій, а й для об'єктів полігонів, таких як стрільбища, танкова директриса, де проводять навчання. Окрім, того ґрунти забруднені сміттям, уламками від ракет, зруйнованої техніки, ганчір'ям, маскувальними матеріалами.

Внаслідок руху та пошкоджень сухопутної військової техніки, бомбардувань промислових об'єктів здійснюється забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами. У результаті їх просочення у шари ґрунту спостерігається зниження водопроникності, порушується повітряний, водний режими та колообіг поживних речовин, знижується вміст кисню, а також порушується кореневе живлення рослин, гальмується їх ріст та розвиток, порушуються процеси життєдіяльності мікроорганізмів. Обстріли інфраструктурних і промислових об'єктів зумовлюють виникнення пожеж, що спричиняють додаткове забруднення. Особливу загрозу становить затоплення шахт, точніше влучення в них внаслідок активних бойових дій. Війна прискорила даний процес і за рахунок виходу шахт з ладу, їх закривання, відбувається підтоплення ґрунтовими водами, які перетворюються на шахтні. Більше того, затоплені шахти через взаємопов'язані водоносні горизонти виходять на некерований стік у поверхневі та ґрунтові води [3]. Як наслідок фіксується зміна хімічного складу ґрунтів, підвищується їх засоленість, відбувається деградація та заболочення поверхні, забруднення підземних і поверхневих вод, виділення шахтного метану, просідання поверхні. Зворотній процес характерний для територій, де ґрунтами є глинисті сланці: за рахунок поглинання глинистими породами води, ґрунт піднімається. Це може призвести до руйнування будівель, комунікацій.

Для запобігання забруднення ґрунтів, своєчасного виявлення негативних змін, отримання інформації для прийняття необхідних і дієвих рішень, які стабілізуватимуть і покращуватимуть стан ґрунтів, покращення родючості у постконфліктний період є необхідним проведення систематичних спостережень за властивостями ґрунтів, тобто моніторингу ґрунтів. Саме він допоможе у певній мірі подолати негативні наслідки бойових дій; зберегти регулювання циклів біофільних елементів; попередити розвиток та усунути вже наявні процеси ґрунтоутворення, такі як водна та вітрова ерозія, вторинне засолення, солонцювання, дегуміфікація; підвищити родючість; відновити пошкоджений рослинний покрив. А також отримати своєчасну інформацію про стан ґрунтового покриву на територіях, де ведуться активні бойові дії та по цілій Україні й здійснити прогноз розвитку змін для розроблення ефективних заходів подолання негативного впливу воєнних дій та недопускання подальшого погіршення стану ґрунту. Завдяки отриманим даним можна здійснити прогнозування майбутнього стану ґрунтів та можливих подальших змін. У цьому допомагає використання різних методів серед яких нормативний, трендів, моделювання, Бокса-Дженкінса, картографування. Одним із необхідних методів ліквідації негативних наслідків військових конфліктів є метод біотестування для оцінювання фітотоксичності забрудненого важкими металами ґрунту в зоні ведення активних бойових дій. Він базується на аналізі зворотної реакції тест-організмів на негативний вплив та інші фактори.

Література

1. Mitri, George, Manal Nader, Irna Van der Molen, and Jonathan Lovett. Evaluating exposure to land degradation in association with repetitive armed conflicts in north Lebanon using multi-temporal satellite data. *Environmental monitoring and assessment*. 2014, 186 (11), 7655-7672. DOI: [10.1007/s10661-014-3957-5](https://doi.org/10.1007/s10661-014-3957-5)
2. Балюк Г.І., Шомпол О.А. Національні та міжнародно-правові проблеми регулювання охорони довкілля і забезпечення екологічної безпеки під час збройних конфліктів / Г.І. Балюк, О.А. Шомпол. *Адміністративне право і процес*. 2015, 2 (12), 143–160.
3. Війна програної екології. Як затоплення шахт на Донбасі впливає на довкілля – інтерв'ю з гідрогеологом. Режим доступу: <https://hromadske.ua/posts/vijna-progranoyi-ekologiyi-yakzatoplennya-shaht-na-donbasi-vplivaye-na-dovkilliya-intervyu-z-gidrogeologom>

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕЯКИХ ВИДІВ ЗБРОЇ НА ОБ'ЄКТИ ДОВКІЛЛЯ В УМОВАХ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

Мошак В.В., Сухарев С.М.

Кафедра екології та охорони навколишнього природного середовища
e-mail: moshakvvv@gmail.com

Надзвичайно важливі екологічні проблеми, які виникають у світі внаслідок бойових дій – це порушення екосистем, руйнування екологічно небезпечних промислових об'єктів, погіршення санітарно-гігієнічних показників питної води, порушення діяльності природоохоронних територій, загроза радіоактивного забруднення, тощо. Внаслідок бойових дій утворюється багато шкідливих та небезпечних речовин, які важко утилізувати та зберігати, а найчастіше їх утилізацією та збереженням ніхто не займається, тому їх просто викидають, що призводить до небажаних і часто непередбачуваних наслідків.

Слід звернути увагу і на можливий незадовільний санітарно-гігієнічний стан питних вод в районах воєнних дій, який зумовлений тим, що знезаражувальні установки у містах практично відключені і вода надходить до споживачів майже без очищення. Військові дії призводять до екологічних наслідків, які спрогнозувати важко і даються взнаки упродовж багатьох років після завершення бойових дій. Під час військових дій ніхто не задумується про збереження довкілля, адже пріоритетом є збереження життя людей та перемога над ворогом. Діють принципи – якнайшвидше, якнайдієвіше, якнайдешевше.

Одним із найвагоміших впливів на довкілля був нанесений військовими снарядами. В цьому контексті особливої уваги заслуговують термобаричні боеприпаси (вакуумні бомби), які створені на основі ефекту об'ємного вибуху пилогазових або аерозольних хмар. Такі боеприпаси багатьма експертами відносяться до різновиду запалювальної зброї масового ураження. Під час вибуху цієї бомби відбувається миттєве спалювання кисню, потім утворюється глибокий вакуум, більший ніж в космосі [1]. Фосфорні бомби – це боеприпаси, начинені білим фосфором, який є вогнебезпечною речовиною. Їх застосування заборонено Женевською конвенцією про захист жертв війни, проте російські загарбники використали їх на території України. Вибухи боеприпасів, руйнування і згоряння військової техніки разом із палим та боекомплектами є джерелом значного забруднення атмосфери та ґрунтів [2].

Необхідно звернути увагу і на основні забруднювальні атмосферне повітря речовини та їх небезпеку при перевищенні граничнодопустимої концентрації. Серед них можна виділити наступні: оксиди Карбону, Нітрогену, Сульфуру, сірководень, сполуки Флуору та Хлору. При перевищенні ГДК вище зазначених речовин, відбувається прямий вплив на рослинний покрив, тварин та людину. Окисники сильно подразнюють і призводять до запалення очей, а в комбінації з озоном подразнюють носоглотку, приводять до спазмів грудної клітки, а при високій концентрації (понад 3-4 мг/м³) – викликають сильний кашель і послаблюють можливість зосереджуватися. Пероксиацилнітрати (ПАН і ПБН) є канцерогенними речовинами. Сполуки Флуору надходять в атмосферу переважно у вигляді аерозолів сполук натрію і кальцію флуориду, але при цьому мають виражений токсичний ефект. Деякі похідні флуору є мають інсектицидні властивості.

Збереження миру, зміцнення принципів рівноправного міжнародного співробітництва – основа успішного вирішення екологічних проблем, які тісно пов'язані з багатьма глобальними проблемами людської цивілізації, і в першу чергу з проблемою війни і миру.

Література

1. Ларіонов В.В., Хом'як К.М., Казмірчук Р.В., Івахів О.С., Платонов М.О., Стаднічук О.М. Аналіз розвитку та основні тенденції застосування термобаричних боеприпасів. *Військово-технічний збірник*. 2016, 16, 28-31. Doi: [10.33577/2312-4458.15.2016.28-31](https://doi.org/10.33577/2312-4458.15.2016.28-31).
2. Воєнні дії на сході України – цивілізаційні виклики людству. Львів: *Екологія-Право-Людина*, 2015. С. 132.

ФОНОВИЙ МОНІТОРИНГ І ЙОГО РОЛЬ В ОЦІНЮВАННІ ТА ПРОГНОЗУВАННІ ГЛОБАЛЬНОГО СТАНУ БІОСФЕРИ

Гаврилюк І.В., Галла-Бобик С.В.

Кафедра екології та охорони навколишнього середовища

e-mail: havrylyuk.iryana@student.uzhmu.edu.ua

У зв'язку з антропогенною діяльністю людини відбувається забруднення біосфери, вичерпання природних ресурсів, руйнування екосистем, втрата природної здатності їх до самовідновлення.

Шляхи вирішення екологічних проблем, стратегія екологічної безпеки і сталого розвитку все ще залишаються невизначеними. Вважають, що на ці питання повинна дати відповідь наукова концепція екологічної безпеки на базі екологічного моніторингу.

Особливо складні проблеми екологічного моніторингу на глобальному рівні. До цього часу цілі такого моніторингу недостатньо чітко сформульовані. Крім того, моніторинг на локальному і регіональному рівнях, як правило, є внутрішньодержавною справою, тоді як глобальний моніторинг – задача світового співтовариства, тому що він відповідає інтересам усього людства. У зв'язку з цим у 1972р. на Стокгольмській конференції ООН з навколишнього середовища було вирішено створити Служби Землі, покликані здійснювати глобальний моніторинг довкілля, оцінювання, дослідження та обмін інформацією, своєчасно попереджати про природні катастрофи і антропогенні зміни стану довкілля, здатні причинити прямі та непрямі збитки здоров'ю людини [1].

Невід'ємною найважливішою частиною глобальної системи моніторингу стану навколишнього середовища є фоновий моніторинг. Він здійснюється у рамках Міжнародної програми “Людина і біосфера” і має на меті зафіксувати фоновий стан навколишнього природного середовища, що необхідно для подальших оцінок рівнів антропогенного впливу.

Фоновий моніторинг це багаторічні комплексні спостереження за визначеними об'єктами природоохоронних зон для оцінювання і прогнозування змін стану екосистем, віддалених від об'єктів промислової та господарської діяльності.

Основним його завданням є з'ясування й фіксація показників, що характеризують природний фон (стан природного середовища, який не зазнав прямого впливу людської діяльності), а також глобальні й регіональні зміни в процесі розвитку біосфери.

Особливістю фонового моніторингу є те, що він здійснюється паралельно як за національними, так і за глобальними програмами, таким чином, є результатом об'єднаної праці всього людства [2].

Основна мета глобального моніторингу навколишнього середовища полягає одержанні інформації:

- про вихідний стан (в тому числі в минулому) навколишнього середовища в різних регіонах Землі;
- про сучасний рівень забруднення навколишнього середовища;
- про шляхи і швидкість поширення забруднювальних речовин по Земній кулі;
- про накопичення забруднювальних речовин в окремих ланках біосфери;
- виявлення найбільш уразливих стосовно забруднювальних речовин екосистем чи їхніх елементів;
- прогнозування тенденцій зміни якості середовища, як у національних, так і у світовому масштабах [3].

Фоновий моніторинг здійснюється у біосферних заповідниках, базових і регіональних постах спостереження та на станціях комплексного фонового моніторингу.

Нині у 76 країнах світу функціонує до 300 біосферних заповідників. В Україні біосферними заповідниками, де проводять фонові спостереження, є Асканія-Нова (33307,6

га), Чорноморський біосферний заповідник (100809 га), Карпатський біосферний заповідник (57880 га) та Дунайський біосферний заповідник (46402,9 га).

Програма фонових екологічних моніторингу на основі біосферних заповідників охоплює такі напрями:

- моніторинг забруднення природного середовища та інших факторів антропогенного впливу;
- моніторинг реакції біоти на антропогенний вплив, передусім на фоніві рівні забруднення;
- спостереження за зміною функціональних і структурних характеристик еталонних (незайманих) природних екосистем та їх антропогенних модифікацій.

Базові пости спостереження служать для одержання інформації про вихідний (базовий, тобто фоновий) стан біосфери і розташовуються в районах із свідомо повною відсутністю безпосереднього антропогенного впливу не тільки в даний час, але й в найближчі 50 – 100 років. З базових постів спостереження ведуться спостереження за найбільш повільними процесами, наслідки яких можуть бути найбільш небезпечними, тому що вони через свою інертність важче виявляються, але охоплюють всю планету.

Регіональні пости фонових моніторингу призначені для спостереження за ситуацією в біосферних зонах, що піддані антропогенному впливу, і виявлення причин негативних наслідків у стані біосфери. Вони можуть розташовуватися як поблизу урбанізованих районів, так і на їхніх границях.

Програма спостережень на регіональних постах фонових моніторингу повинна враховувати регіональні особливості і бути ширшою, ніж на базових. Тому вона є основою для коректування програми спостережень на базових постах спостереження а, отже, і для всієї програми фонових моніторингу.

Станцію комплексного фонових моніторингу формують стаціонарна ділянка спостережень і хімічна лабораторія. Ділянка (полігон) спостереження складається з майданчика для відбору проб, гідропостів, спостережувальних свердловин. На ній відбирають проби атмосферного повітря, атмосферних опадів, вод, ґрунтів, рослинності, проводять гідрометричні та геофізичні вимірювання [4].

Включення в систему моніторингу космічних постів спостереження дозволило підвищити ефективність контролю забруднення біосфери. Вони за допомогою багатоканальної спектросональної зйомки визначають межі антропогенних забруднень, сезонні чи технологічні їхні зміни, а також фіксують вплив природних катаклізмів (вивержень вулканів, ураганів і т.п.) чи механізмів (плинів, вітрів і температурних інверсій) на характер забруднень навколишнього середовища.

Програма фонових моніторингу формується з абіотичної та біотичної складових [5].

До абіотичної складової фонових моніторингу належать спостереження за кліматичними, едафічними (ґрунтовими), гідрологічними, орографічними (рельєфними), геологічними умовами та явищами навколишнього середовища, які впливають на організми екосистеми. При цьому вимірюють гідрометеорологічні величини, концентрації хімічних речовин природного й антропогенного походження у певних середовищах.

Спостереження за абіотичною частиною мають забезпечити інформацією про концентрацію хімічних речовин, їх сполук у навколишньому середовищі, про міграційні процеси, накопичення, трансформацію та кругообіг цих речовин.

Визначаючи необхідність охоплення певних речовин програмою вимірювань у біосферних заповідниках, послуговуються такими критеріями:

- поширення речовин, їх стійкість і мобільність у навколишньому середовищі;
- здатність речовин до впливу на біологічні та геофізичні системи.

Деякі забруднюючі речовини, потрапивши у природне середовище, можуть змінити геохімічну рівновагу, легко мігрувати харчовими ланцюжками, накопичуватися у біоті й утворювати складні токсичні сполуки.

За даними досліджень, найчастіше спричинюють порушення геохімічної рівноваги гідраргіум, кадмій і плумбум. При оцінюванні змін природного кругообігу речовин, спричинених антропогенною діяльністю, використовують такі показники:

- коефіцієнт технофільності – відношення щорічного видобутку певного хімічного елемента до його загального вмісту в літосфері;
- коефіцієнт геохімічної рівноваги – відношення сумарних викидів будь-якої речовини у навколишнє природне середовище до його загального вмісту в літосфері.

Враховуючи ці коефіцієнти, для кожної речовини встановлюють перелік середовищ, які потребують вивчення на фонових станціях у біосферних заповідниках.

Біотична складова фонового моніторингу охоплює оцінювання стану біоти (визначення коефіцієнта розмноження, тривалості життя), прогнозування її реакцій на незначну зміну природного середовища (встановлення залежності біоти від антропогенного забруднення в системі «доза – реакція»).

При проведенні спостережень оцінюються різні параметри, основними з яких є:

- число індивідуумів у популяції;
- розмаїтість видів у співтовариствах;
- розподіл популяцій, співтовариств і т.д.;
- кругообіг біомаси й обмін енергією;
- швидкість росту індивідуумів;
- характер фізіологічних і біохімічних процесів;
- генетичні й поведінкові зміни;
- стан здоров'я і частота захворювань;
- народжуваність і смертність;
- зміна міграції.

Інформація, що зберігається у системі моніторингу, використовується для прийняття рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки органами державної влади та місцевого самоврядування і надається їм безкоштовно відповідно до затверджених регламентів інформаційного обслуговування користувачів системи моніторингу та її складових.

Література

1. Декларація Конференції Організації Об'єднаних Націй з проблем оточуючого людину середовища. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_454#Text
2. Рома В.В. Моніторинг довкілля. Полтава: ПНТУімЮК, 2016. С.117.
3. Боголюбов В. М. Моніторинг довкілля. Вінниця: ВНТУ, 2010. С. 530.
4. Погребенник В., Мельник М., Бойчук М. Екологічний моніторинг: концепції, принципи, системи. *Вимірювальна техніка та метрологія*. 2005, 65, 164–171.
5. Ємець М.А. Сучасні системи екологічного моніторингу та ефективність їх функціонування. *Екологія і природокористування*. 2008, 11, 159–169.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ ОБ'ЄКТІВ ПЗФ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Брехлійчук Т.Б., Роман Л.Ю.

*Кафедра екології та охорони навколишнього середовища
e-mail: brekhliichuk.tetiana@student.uzhnu.edu.ua*

Збереження біологічного різноманіття – це ключова складова екологічної політики України, котра, у свою чергу, володіє 35% біорізноманіття Європи. Станом на 01.01.2022р. для України відношення площі заповідних територій до загальної площі країни рівний 6,8% [1, 2]. Даний показник за окремими регіонами країни дуже відрізняється та варіюється від 3% (Дніпропетровська, Харківська, Миколаївська обл., тощо) до 15% (Івано-Франківська обл., Закарпатська, Херсонська, тощо). Всього в Україні налічується 8633 території та об'єкти ПЗФ, загальна площа яких на сьогодні рівна 4,485 млн.га. Варто зауважити, що показник заповідності є дуже важливим екологічним та соціальним індикатором. Збільшення площ територій з особливим статусом охорони сприяє підтриманню екологічного балансу біосистем та екологічній стабільності території країни.

Створення територій ПЗФ дає можливість зберегти унікальність біорізноманіття рослинного і тваринного світів, але не є абсолютною гарантією екологічної безпеки. У сучасних умовах воєнного стану в межах країни охорона її територій та об'єктів ПЗФ є вкрай необхідним процесом, який дуже важко реалізувати. Основними загрозами біорізноманіттю України на даний час є антропогенний вплив, спричинений активними бойовими діями на значній території держави: Харківської, Сумської, Київської, Донецької, Луганської, Миколаївської, Херсонської та Одеської областей.

Мета роботи: моніторинг аспектів порушення екологічної безпеки об'єктів ПЗФ України в умовах воєнних дій.

Війна загрозлива не тільки для населення України, але й для довкілля загалом. Станом на квітень 2022 року внаслідок агресії російської федерації стосовно України порушено екологічну безпеку близько третини площі всіх заповідних територій держави (табл. 1.). Українське біологічне різноманіття опинилося під загрозою знищення. Варто зазначити, що природоохоронні території країни є вагомою частиною природоохоронної мережі Європи, яка охороняється в рамках європейського союзу (ЄС) та Ради Європи.

Таблиця 1. Заповідники та НПП деяких регіонів України за 2020р.

Область	Показник заповідності	Площа заповідної території, га	У тому числі		
			Природні заповідники	Біосферні заповідники	Національні природні парки
Донецька	3,78	64359,7	1	-	2
Запорізька	5,08	94982,9	-	-	2
Київська	10,40	244171,4	1	-	2
Луганська	3,49	12672,0	1	-	1
Миколаївська	3,14	47249,1	1	-	2
Одеська	4,63	100,724	-	1	2
Сумська	7,49	40458,1	1	-	2
Харківська	2,38	22690,0	-	-	3
Херсонська	11,22	306514,2	-	2	5
Чернігівська	7,86	41988,5	-	-	3
Всього	-	875186,624	5	3	24

Примітка: дані Державної служби статистики України за 2021 рік [1]

У результаті воєнних дій під екологічною загрозою опинилися [2]:

- 900 заповідних територій, загальною площею 1,2 млн.га.;
- 14 Рамсарських об'єктів (загальна площа 397,7 тис. га);
- 200 територій Смарагдової мережі країни (площа 2, 9 млн. га) та Європи вцілому.

На сьогодні деякі з ареалів рідкісних та ендемічних видів і оселищ опинилися в зоні активних воєнних бойових дій. Це цілинні нерозорані степи, крейдянні схили Донеччини, приморські екосистеми у південних областях та болота на півночі країни. Через військову агресію ворога частина популяції червонокнижних представників флори (тюльпан скіфський (*Tulipa scythica*), тюльпанне дерево (*Liriodendron tulipifera*), ковила українська (*Stipa ucrainica*), волошка Талієва (*Centaurea taliewii*), зіркоплідник частуховидний (*Damasonium alisma*), альбіція ленкоранська (*Albizzia julibrissin*), гвоздика бессарабська (*Dianthus bessarabicus Klok.*), ковила дніпровська (*Stipa borysthenica*), тощо) і фауни (орлан-білохвіст (*Haliaeetus albicilla*), норка європейська (*Mustela lutreola*), кіт лісовий (*Felis silvestris*), горностаї (*Mustela erminea*), річкова видра (*Lutra lutra*), пелікан рожевий (*Pelecanus onocrotalus*), огар (*Tadorna ferruginea*), тхір степовий (*Mustela eversmanni*), тощо.) знаходиться під загрозою вимирання.

Наслідком застосування хімічної зброї, вибухів та аварійних ситуацій на промислових об'єктах чи складах боєприпасів зафіксовано погіршення якості води у водотоках та водоймах досліджуваних заповідних територій. В результаті це також становить екологічну загрозу порушення екологічної рівноваги природних екосистем [3].

Унаслідок лісових пожеж, незаконних вирубок та механічних пошкоджень ґрунту, пов'язаних з триваючим воєнним конфліктом на сході, півночі та півдні країни втрачено велику частину лісових та лісозахисних насаджень. Зазначимо, що з початку війни (24.02.2022р.) на територіях ПЗФ України вже зафіксовано 20 пожеж [2]. У результаті знищено 0,5 тис. га заповідних площ держави. Цей факт несе загрозу критичного зниження лісистості досліджуваних областей та зниження ґрунтозахисних, водоохоронних та рекреаційних функцій лісових екосистем місцевості.

Проведення активних бойових дій, рух важкої техніки, будівництво фортифікаційних споруд та інші воєнні дії пошкоджують ґрунтовий покрив. У свою чергу це призводить до деградації рослинного покриву та посилення ерозійних процесів. Результатом детонації ракет та артилерійських снарядів є окислення навколишніх ґрунтів, деревини, дернини. Все це призводить до руйнування цілинних ландшафтних зон, зменшення ендемічних видів флори і фауни України, розвитку шкідників, загострення санітарно-епідемічної ситуації заповідних територій окремих регіонів України.

Складно зробити прогноз істинних втрат біологічного різноманіття України у воєнний період. Потрібно докласти багато зусиль, щоб зберегти унікальність природних біотопів України під час воєнних дій та у післявоєнний період.

Література

1. Офіційний портал Державної служби статистики України. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Офіційний портал Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/timeline/Zviti.html>
3. Воєнні дії на сході України – цивілізаційні виклики людству. Львів: *Екологія-право-людина*, 2015. 136 с.

ПРОБЛЕМАТИКА ВИРІШЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ЗМІН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ДУБРІВСЬКОГО СМІТТЄЗВАЛИЩА ХУСТСЬКОГО РАЙОНУ

Марків Д.В., Делеган-Кокайко С. В.

Кафедра екології та охорони навколишнього середовища

svitlana.delehan-kokaiko@uzhmu.edu.ua

markiv.dmytro@student.uzhmu.edu.ua

Країни та регіони з нижчим рівнем екологічної безпеки, потрапляють під усе зростаючий тиск відповідальності, включаючи економічну, за транскордонний перенос забруднювальних речовин та інші види негативного транскордонного впливу на навколишнє природне середовище. В Закарпатті наявні можливості транскордонної співпраці для досягнення вищого рівня екологічної безпеки використовуються не у повній мірі. Сьогодні менеджмент відходів все частіше позиціонується як галузь економіки чи сфери діяльності/бездіяльності місцевої влади чи державних органів, без дотику до проблематики екології. Це є однією з багатьох причин, чому спостерігаються динамічні негативні зміни в об'єктах навколишнього середовища.

Здійснюючи аналіз літературних джерел та публікацій соціальних мереж, можна відмітити суцільну розрізненість у реальній екологічній ситуації на полігонах, сміттєзвалищах та контентом засобів масової інформації. Відмічаємо, що кількість корисних матеріалів, які б разом з інформацією про нелегальні звалища, проблеми сміттєвих сховищ, менеджмент відходів містили посилання на пункти прийому/сортування, розклад станцій, тощо майже відсутній. Такі «практичні» публікації залишаються малопомітними в загальному масиві інших новин. [1]

Дослідження проводилися для полігону твердих побутових відходів с. Дубрівка Хустського району. Попередні дослідження даного полігону твердих побутових відходів щодо хімічних та бактеріологічних параметрів якості ґрунту свідчать про поступову деградацію не лише досліджуваної території безпосередньо, але і прилеглих територій. [2]

Для здійснення оцінки динамічних змін в об'єктах навколишнього середовища, що прилягають до полігону, крім візуального огляду та аналізу літературних джерел, було здійснено порівняння площі території полігону у травні 2022 року та в травні 2016 року за допомогою веб-інструменту з відкритим кодом для перегляду, візуалізації та аналізу супутникових зображень EO-browser створеного в рамках проекту Copernicus. [3]



Рис. 1. Площа полігону твердих побутових відходів с. Дубрівка Хустського району станом на травень 2022 року.

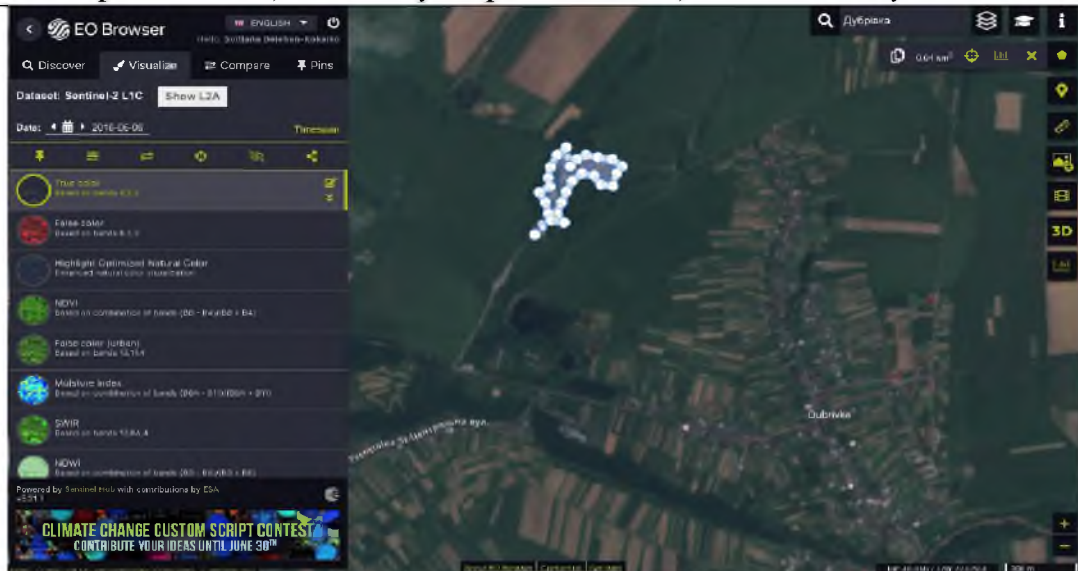


Рис. 2. Площа полігону твердих побутових відходів с. Дубрівка Хустського району станом на травень 2016 року.

Порівнявши дані цих двох знімків та застосувавши автоматичний розрахунок площі полігону отримали наступні результати: в 2016 році площа полігону складала $0,04 \text{ км}^2$, а в 2022 році – $0,05 \text{ км}^2$. Візуальна оцінка свідчить про активне засмічення прилеглих територій. Крім того, частими є випадки самозаймання відходів, що призводить до погіршення якості атмосферного повітря населених пунктів Хустського району Закарпатської області.

Попередня порівняльна оцінка стану полігону та прилеглих територій свідчить про їхню поступову деградацію, що є не припустимим для області, яка являє собою переважно гірську місцевість, з малим відсотком земель придатних для сільського господарства і проживання населення, а також має потужний рекреаційний комплекс. Крім того, погіршення якості об'єктів довкілля можуть нести загрозу здоров'ю місцевих жителів та вже погіршують соціальні, санітарно-гігієнічні та екологічні умови їхнього проживання.[4]

Література

1. Тендер на замовлення Міжнародного Фонду Відродження "Довкілляєва проблематика в публічному інформаційному просторі України". Делеган-Кокайко С. Маличкович О. Режим доступу: http://cabinet.lbicompany.com.ua/dashboard_climat/
2. Білак Я.В., Делеган-Кокайко С.В. Оцінка впливу сміттєзвалища села Дубрівка Іршавського району на екологічний стан ґрунтів прилеглих територій// Програма і тези доповідей Підсумкової наукової студентської конференції ДВНЗ «Ужгородський національний університет», секція хімічних наук та екології (18 травня 2016 року). – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2016.-с. 47.
3. Веб-інструмент EO-browser // [Електронний ресурс]. Дата звернення 14.05.2022 року. Режим доступу: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>.
4. Irshava News // [Електронний ресурс]. Дата звернення 14.05.2022 року. Режим доступу: http://www.irshava-news.com/NewsOpen/id_news_244128

ОЦІНКА ВПЛИВУ УРБАНІЗАЦІЇ НА ГІДРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧОК УКРАЇНИ

Кузьма А.В., Роман Л.Ю., Чундак С.Ю.

Кафедра екології та охорони навколишнього середовища

e-mail: kuzma.anhelina@student.uzhnu.edu.ua

Однією з характерних рис XXI століття є інтенсивний розвиток урбанізації нових територій. Ріст чисельності міського населення та, відповідно, великих міст є невід'ємною рисою цивілізації. Швидкі темпи забудови інфраструктури країни, в свою чергу наносять значного антропогенного навантаження на об'єкти навколишнього середовища, зокрема і на поверхневі водні системи. Забруднення водойм та зарегулювання їх стоку спричинює зміни їх гідрологічного режиму та якості.

Особливості екологічної урбанізації, що визначають специфічні риси водокористування та зміни в гідрологічному циклі, зумовлено органічним поєднанням самого процесу урбанізації з розвитком промислових комплексів, підприємств сфери обслуговування та систем комунікацій. Через урбанізацію відбувається також порушення водопостачання та водовідведення, що в результаті порушує кругообіг води у природі.

Мета роботи: провести оцінку впливу урбанізації на порушення гідрологічного режиму річок України та особливості використання водних ресурсів у регіонах країни.

Інтенсифікація процесів розбудови великих міст та великої кількості заводів в свою чергу призводить до забруднення річок та погіршує якість води в них, що робить її непридатною до споживання та створює дефіцит прісної води.

Зазначимо, що зміни гідрологічного режиму річок характеризуються перед усім коливанням водності. Для водного режиму річок характерно вікові, багаторічні, сезонні та короткотривалі коливання. Особливістю природного режиму більшості річок країни є весняне водопілля, обумовлене таненням снігу. Близько 50-80% річного стоку проходить саме під час водопілля. На малих річках південних регіонів України до 100%, оскільки не дренують водоносні горизонти.

Ступінь впливу урбанізації на водні ресурси та їх гідрологічний режим насамперед залежить від площ, відведених для будівництва об'єктів інфраструктури: будівлі, лінії електропередач, газопроводи, дороги, кар'єри та інші [1-3]. У результаті чого, можуть виникнути водонепроникні або мало проникні ділянки, у яких порушено зв'язок поверхневих та підземних вод.

Розвиток урбанізації впливає на зміну кліматичних умов, що призводить до збільшення річної суми опадів на 10% для великих промислових міст України через збільшення запиленості атмосфери та збільшення шорсткості підсилюючої поверхні, оскільки зменшується інфільтрація та відбувається прискорений стік талих та дощових вод.

Встановлено, що ключовими причинами зміни гідрологічного режиму річок України на урбанізованих територіях є наступні:

- залучення у водообіг задля задоволення потреб населення та промислових комплексів великої кількості води, що у багатьох випадках перевищує локальні запаси водних ресурсів місцевості;
- використання води з водозаборів глибоких підземних горизонтів;
- кліматичні зміни: зміна природного вітрового та температурного режимів, забруднення атмосферного повітря, порушення співвідношення елементів водного балансу;
- збільшення кількості непроникних та малопроникних поверхонь, зайнятих урбанізованими територіями (промислові та господарські об'єкти), що призводить до порушення процесів водообміну .

Найбільш суттєво урбанізація відображається на максимальних витратах води, обсязі та формі гідрографу дощових паводків. Зазначимо, що значення середніх максимальних витрат дощових паводків на невеликих урбанізованих водозаборах можуть збільшитися у 3-8 разів, внаслідок збільшення швидкостей стікання та підвищення стоку з мало проникних дорожніх покриттів чи дахів.

Істотний вплив на розподіл стоку впродовж року визначають водосховища та їх каскади. При цьому вирівнюється стік шляхом його акумуляції під час повеней і підвищення витрат води у нижніх б'єфах у меженний період. Водосховища, які розташовані у зонах недостатнього зволоження зменшують річний стік за рахунок збільшення площ випаровування. Вплив на водний стік малих водосховищ чи ставків у таких зонах може бути досить відчутним і досягати 10-15%.

Річний стік з урбанізованих територій більше, ніж з природних територій майже на 5-15%. Це явище обумовлене збільшенням обсягів атмосферних опадів над містом за рахунок його теплового впливу та зміни циркуляції повітря; збільшенням поверхневого стоку, «перекиданням» вод у дане місто з інших басейнів річок.

За даними [4] гідрологічний режим річок України впродовж 2020 року не зазнав значних змін. Водність річок країни знаходилась трохи нижче за норму.

Встановлено різний характер кореляційного зв'язку експлуатації водних джерел населенням та об'єктами господарської діяльності. Для питних і побутових цілей місцеве господарство середніх та невеликих міст як і населених пунктів міського типу у більшості випадків використовує підземні водні джерела. У результаті цього відбувається своєрідний перетік підземних вод після експлуатації у поверхневі водні об'єкти. Це також породжує екологічну загрозу порушення гідрологічного балансу території через виснаження практично не відновлюваних ресурсів підземних вод. В той час великі промислові міста і мегаполіси експлуатують потужні поверхневі джерела зі створенням високих ризиків дефіциту ресурсів прісноводних природних об'єктів.

Література

1. Хвесик М.А., Левковська Л.В., Сундук А.М. Системний підхід до економічної оцінки водних ресурсів України та регіонів. Вісн. НАН України. 2016, 7, 43–55. doi: 10.15407/visn2016.07.043.
 2. Васютинська К.А., Барбашев С.В., Кімінчиджи М.І. Оцінка комплексного показника екологічної урбанізації регіонів України, 2020. *Екологічні науки*. № 3(30), с.4-31. doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.4-31.
 3. Васютинська К.А., Барбашев С.В., Кімінчиджи М.І. Небезпека створення дефіциту водних ресурсів у регіонах України в умовах урбанізації. *Екологія водних ресурсів*. 2020. 4(8), С.42-48.
 4. Довкілля України за 2020 рік: статистичний збірник/ Державна служба статистики України. Київ, 2021.
- Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publnav_ser_u.htm

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ НА ЗАКАРПАТТІ

Пеха А.О., Роман Л.Ю.

Кафедра екології та охорони навколишнього середовища
e-mail: pekha.anastasiia@student.uzhnu.edu.ua

У відповідності до загально визнаної світовим співтовариством концепції сталого розвитку використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та зміна стратегічних орієнтирів з традиційної на відновлювану енергетику є нагальною вимогою сьогодення. Актуальність завдань з розвитку відновлюваної енергетики для України впливає з її євро інтегрованого курсу та міжнародних зобов'язань. Даний напрямок взято державою згідно з Угодою про асоціацію ЄС і низкою ратифікованих міжнародних документів, які регламентують сучасну енергетичну політику. Досягнення встановленого орієнтиру неможливе без активного залучення регіонів країни, їх потенціалу в реалізації відновлюваної енергетики. Це потребує пошуку та застосування найбільш дієвих та ефективних інституцій, організаційних та економічних інструментів активізації розвитку відновлюваної енергетики на загальнодержавному та регіональному рівнях. Необхідність поглиблення наукового обґрунтування шляхів та механізмів розвитку відновлюваної енергетики з урахуванням регіональних особливостей зумовлено вибір теми, її наукову та змістову спрямованість.

Мета роботи полягає у оцінці потенціалу та екологічних складових розвитку вітроенергетики на території Закарпатської області.

Відповідно до принципів стратегії використання різних видів природних ресурсів використання невичерпних природних ресурсів має здійснюватись у обсягах, які лімітуються їх природним відновленням, виходячи з економічної доцільності та міркувань екологічної безпеки.

В Україні визначено тільки декілька регіонів, які сприятливі для використання вітру. Серед їх числа особливе місце належить Західному регіону [1-2], та Закарпаттю зокрема. Для промислового виробництва електроенергії рекомендується застосування вітроустановок при середньорічній швидкості вітру 4,5-30 м/с. При цьому важливо володіти точними даними середніх швидкостей вітру посезонно, адже при похибці 10% розрахованої швидкості вітру за проектом, обсяги виробництва електроенергії можуть зменшитись на 30% і більше, що в кінцевому результаті призведе до економічних втрат.

Потенціал вітроенергетики у Закарпатті відтворено у таблиці 1.

Таблиця 1. Потенціал вітроенергетики Закарпаття [3]

Параметр		Місцевість			
		Вершини Карпат	Височини Карпат	Закарпатські низовини	
Середня річна швидкість вітру, м/с		5,5 – 6,5	3,0 – 4,5	1,5 – 2,5	
Питома потужність вітрової енергії, Вт/м ²	потенційної	250 – 300	50 – 120	10 – 40	
	утилізованої	200 – 250	30 – 100	5 – 10	
Сумарні вітрові енергоресурси, Мдж/м ²	потенційної	3000 – 9500	1500 – 4500	200 – 500	
	утилізованої	7000 – 8000	1000 – 3500	100 – 300	
Тривалість (год) різної швидкості вітру, м/с	загальна	<3	1250–6500	4000–5000	5750–6250
		>3	5500 – 6500	3500 – 5000	2500 – 3000
		>5	3000 – 5500	1500 – 2800	500 – 1500
	безперервна	>3	20 – 35	12 – 17	10 – 15

Аналізуючи дані таблиці 1 відмічаємо дуже високу оцінку потенціалу вітрової енергії вершин Карпатських гір з найбільш сприятливими умовами для використання вітроенергії. На даних ділянках можливе ефективне розміщення потужних вітроелектростанцій або автономних вітроустановок. Потенціал Карпатських височин оцінюється як невисокий з обмежено сприятливими умовами. Найнижчий потенціал встановлення вітроустановок з несприятливими умовами зазначено у районах Закарпатської низовини.

У гірських місцевостях Закарпаття енергетичні ресурси вітру найбільші у зимовий період та досягають 7 – 8 м/с. Очевидно, що тривалість робочої швидкості вітру понад 3 м/с у зазначений сезон найбільша і становить 800-1200 один за зиму. Питома потужність вітрової енергії у вказаних районах області взимку, відповідно, дуже висока і становить 471 – 597 Вт/м [2]. У літній період енергетичні ресурси вітру найменші, тривалість робочої швидкості вітру всього рівна 550-600 годин за сезон на височинах, а у низинних районах розцінюється як нерентабельна.

Зазначимо, що природний потенціал вітру в межах Закарпатської області становить 4320 кВт-год/м² на рік, а технічно можливий потенціал - 830 кВт-год/м² на рік. Економічний потенціалу вітру оцінюється в 1639,3 млн грн/рік [3].

У середньому впродовж року залежно від місцевості Закарпаття спостерігається приблизно 60 днів (від 20 до 110 днів) з достатньою середньою швидкістю вітру. Це означає, що для експлуатації вітроелектричних установок із стартовою, мінімальною експлуатаційною швидкістю 3 м/с у середньому придатна лише 1/5 частина року. У гірських районах відносна частота швидкостей вітру понад 3 м/с перевищує 30%, на найвищих хребтах досягає 90%. Тобто для роботи вітроенергетичних установок (ВЕУ) без частих простоїв найбільше придатні високі гірські хребти, полонини. Відносна частота швидкостей вітру понад 10 м/с перевищує 10% лише на полонинах. Ця швидкість найчастіше відповідає розрахунковий швидкості, за якої вітроустановка досягає номінальної потужності.

У процесі моделювання та розробки проектів будівництва вітроелектростанцій (ВЕС) на територіях, придатних за метеорологічними показниками, необхідно провести їх комплексний геопросторовий аналіз (ГІС-аналіз) стосовно наявності факторів, які включають можливість будівництва ВЕС. Це, у першу чергу, заповідні території області, ліси, річки, населені пункти, транспортна мережа, енергомережа та їх буферні зони. Варто зазначити, що показник заповідності області становить 15%, лісистість – 52,6%, а гористість території майже 75%. Найціннішими в Українських Карпатах вважають букові праліси, площа яких становить 77971,6 га, з них 70% розташовані на території Закарпаття. Букові праліси занесені до списку об'єктів Світової спадщини ЮНЕСКО. Крім того, райони з гірською місцевістю і схилами крутизною понад 20 градусів вважаються технічно складними для розвитку вітрової енергетики [3]. Якщо врахувати цей фактор, то для будівництва ВЕС придатні лише 25% території Закарпаття (3211 км²).

Варто зазначити, що вітроенергетичні установки являють собою конусоподібні башти висотою 109 м, на верхівці яких розташовані лопаті довжиною 69,3 м. Роботи цих громіздких конструкцій супроводжується значним шумом, створюючи навантаження на природні екосистеми, результатом чого є відлякування тварин та зміна їх природних місць проживання чи гніздування. При цьому виникає екологічна загроза зменшення біорізноманіття Українських Карпат.

Література

1. Малярєнко В.А., Лисак Л.В. Енергетика, довкілля, енергозбереження. Під заг. ред. проф. В. А. Малярєнка, Х.: Рубікон, 2004. – 368 с.
2. Башинська Ю. І. Перспективи розвитку малої відновлюваної енергетики в Західному регіоні України. Інвестиційно-інноваційні засади розвитку національної економіки в ринкових умовах: матеріали міжнар. науково-практичної конф. Ужгород, 2015. С. 199-200.
3. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. К.: Мінпаливенерго України, 2006. 132 с.

ЗМІСТ

Програма Підсумкової наукової студентської конференції ДВНЗ «Ужгородський національний університет», секція «Хімічних наук та екології» 2022 р.	
Секція неорганічної хімії	3
Секція аналітичної хімії	4
Секція органічної хімії	5
Секція фізичної та колоїдної хімії	6
Секція екології та охорони навколишнього середовища	7
Тези доповідей	
Немеш К. М., Філеп М.Й., Сабов М.Ю. Li Чи Na-ІОННІ БАТАРЕЇ: ЗА КОТРИМИ МАЙБУТНЄ?	8
Дербаль Е.М., Стерчо О.О., Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Зубака О.В. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ ТА ОПТОЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЕРОВСКІТНИХ СПОЛУК K_2TeBr_6 ТА Rb_2TeI_6	11
Цірик Л.П., Кохан О.П., Погодін А.І., Філеп М.Й. ФІЗИКО-ХІМІЧНА ВЗАЄМОДІЯ У СИСТЕМІ $Ag_7PS_6 - Ag_8GeS_6$	14
Субота Л. М., Кохан О.П., Погодін А.І. СИНТЕЗ ТА ОДЕРЖАННЯ МОНОКРИСТАЛІВ Ag_7PS_6 ТА Ag_8GeS_6	16
Попадинець Я.В., Фершал М.В. ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТИНОК В АНАЛІТИЧНІЙ ХІМІЇ	17
Чонтош Т.О., Фершал М.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТОЛІТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ 8-ОКСИХІНОЛІН-АЗО-ФЕНІЛБОРОНАТУ	18
Петруляк Я.Ю., Фершал М.В. ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ БОРУ У ВИНАХ	20
Русин В.М., Катшин С.О. МЕТОДИ АНАЛІТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ НІКОТИНОВОЇ КИСЛОТИ	22
Русин В.М., Попович Н.Д. МОЖЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН, ЩО МІСТЯТЬСЯ У ГІГІЄНІЧНИХ ЗАСОБАХ	25
Сабо Т.Ш., Кут М.М., Онисько М.Ю., Лендел В.Г. ЕЛЕКТРОФІЛЬНА ГЕТЕРОЦИКЛІЗАЦІЯ АЛКЕНІЛЗАМЩЕНИХ 2-ОКСО (ТІОКСО) ХІНОЛІН-3-КАРБАЛЬДЕГІДІВ	27
Біжик Н.В., Фізер М.М., Сливка М.В. ТІОН-ТІОЛЬНА ТАУТОМЕРІЯ НА ПРИКЛАДІ 5-ПЕНТИЛ-4-МЕТИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛ-3-ТІОНУ	28
Войнагій Н.М., Жукова Ю.П., Король Н.І., Сливка М.В. ПОЛІФЕНОЛВМІСНІ ЕКСТРАКТИ З ПЛОДІВ ШОВКОВИЦІ ЯК ПЕРСПЕКТИВНІ ІНГРЕДІЄНТИ БАД З АНТИОКСИДАНТНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ	29
Ігнацевич Н.Я., Король Н.І., Фізер М.М., Сливка М.В. СИНТЕЗ НОВИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОХІДНИХ НА ОСНОВІ ТРИАЗОЛІЛВМІСНИХ ПОХІДНИХ АМІДІВ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ	30
Поковба А.В., Кут Д.Ж., Кут М.М., Онисько М.Ю., Лендел В.Г. СИНТЕЗ 2-МЕРКАПТО-7-(ТРИФТОРОМЕТИЛ)ХІНАЗОЛІН-4(3Н)-ОНУ	31
Гаштур В.І., Кузнєцова А.О., Голуб Н.П., Голуб Є.О., Козьма А.А. ДОСЛІДЖЕННЯ КИСЛОТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЛАДНОЇ КАТАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТИПУ $xAlPO_4 \cdot yCrPO_4$	32

Микулін Т.Р., Кузнєцова А.О., Голуб Н.П., Голуб Є.О., Козьма А.А.	33
ОДЕРЖАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АЛЮМОФОСФАТНИХ КАТАЛІЗАТОРІВ	
Горват С.І., Стерчо І.П., Мільович С.С., Барчій Е.Ю., Янкович Г.Ю.	34
ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАДИЦІЙНОЇ ТА ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ У ШКОЛІ	
Дужар М.Ю., Козьма А.А., Голуб Н.П., Голуб Є.О.	37
ОДЕРЖАННЯ ТА КАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛЮМБУМ (II) ОРТОФОСФАТУ $Pb_3(PO_4)_2$	
Куцина І.В., Голуб Н.П., Голуб Є.О., Козьма А.А.	38
СУЧАСНІ МЕТОДИ ОДЕРЖАННЯ ТА ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ОРТОФОСФАТНИХ КАТАЛІЗАТОРІВ	
Сірко А.М., Козьма А.А., Голуб Н.П., Голуб Є.О.	39
СУЧАСНЕ ФІЗИКО-ХІМІЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ АЛЮМОФОСФАТНИХ КОМПОЗИЦІЙ	
Гернешій Я.М., Козьма А.А., Голуб Н.П., Голуб Є.О., Кузнєцова А.О.	41
СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КУПРУМФОСФАТНИХ КАТАЛІЗАТОРІВ	
Делеган-Кокайко С. В., Маличкович О. Б., Глюдзик Е. І., Гаранко Л. І.	42
МОНІТОРИНГ ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ВИСВІТЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕМ В ЗАСОБАХ МАСОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ УКРАЇНИ	
Щербанич А.В., Галла-Бобик С.В.	46
БІОІНДИКАЦІЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ В МОНІТОРИНГУ ГРУНТІВ	
Сейковські Д.Й., Глух О.С.	49
МОНІТОРИНГ ДЕГРАДАЦІЇ ГРУНТІВ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО КОНФЛІКТУ ТА У ПОСТКОНФЛІКТНИЙ ПЕРІОД	
Мошак В.В., Сухарев С.М.	52
ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕЯКИХ ВИДІВ ЗБРОЇ НА ОБ'ЄКТИ ДОВКІЛЛЯ В УМОВАХ ВІЙНИ В УКРАЇНІ	
Гаврилюк І.В., Галла-Бобик С.В.	53
ФОНОВИЙ МОНІТОРИНГ І ЙОГО РОЛЬ В ОЦІНЮВАННІ ТА ПРОГНОЗУВАННІ ГЛОБАЛЬНОГО СТАНУ БІОСФЕРИ	
Брехлійчук Т.Б., Роман Л.Ю.	56
ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ ОБ'ЄКТІВ ПЗФ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ	
Марків Д.В., Делеган-Кокайко С. В.	58
ПРОБЛЕМАТИКА ВИРІШЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ЗМІН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ДУБРІВСЬКОГО СМІТТЄЗВАЛИЩА ХУСТСЬКОГО РАЙОНУ	
Кузьма А.В., Роман Л.Ю., Чундак С.Ю.	60
ОЦІНКА ВПЛИВУ УРБАНІЗАЦІЇ НА ГІДРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧОК УКРАЇНИ	
Пеха А.О., Роман Л.Ю.	62
ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ НА ЗАКАРПАТТІ	
ЗМІСТ	64

Розтиражовано з готових оригінал-макетів
Видавництво «Говерла»
тираж 60 прим.