

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Діаманта Віктора Анатолійовича** “**Фізико-хімічні властивості неводних розчинів біс(оксалато)боратів та біс(саліцилато)боратів лужних металів та амонію**”, подану на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – фізична хімія

Дисертаційна робота В. А. Діаманта є продовженням традиційного напрямку наукових досліджень Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України, присвяченого розробці нових матеріалів та їх методів синтезу для хімічних джерел струму (ХДС). Широке використання літій-іонних акумуляторів ставить перед дослідниками завдання подальшого покращення їхніх електричних та експлуатаційних характеристик, що зумовлює пошук нових електроактивних матеріалів та електролітів, усунення недоліків та вдосконалення конструкції існуючих зразків. Щодо недоліків літєвих ХДС з металевим негативним електродом, то насамперед треба згадати про проблему саморозряджання літєвого анода. Одним з шляхів її вирішення є використання електролітів на основі неводних розчинів хелатоборатів, які, утворюючи на поверхні металу пасивуючі плівки, суттєво уповільнюють процес саморозряджання. Тому не викликає сумніву, що наукові дослідження у вибраному здобувачем напрямі є **актуальними** як в теоретичному, так і практичному аспектах.

Актуальність дисертаційної роботи В. А. Діаманта підтверджується також тим, що вона виконувалася в Інституті загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України в рамках двох проектів, що фінансувалися з державного бюджету протягом 2012–2017 рр., а саме «Розробка електрохімічних систем з малою перенапругою катодних та анодних процесів та високоекономічних електролізерів для одержання водню високої чистоти», № держреєстрації 0110U001650 та «Синтез і фізико-хімічні властивості неорганічних електрокаталітичних систем на основі карбїду вольфраму, модифікованого металами Ib (Cu, Ag), IVb (Ti, Zr, Hf) та Vb (V, Nb, Ta) підгруп, для альтернативної електрохімічної енергетики», № держреєстрації 0110U001650.

Дисертаційна робота В. А. Діаманта написана українською мовою та має класичну структуру. Вона складається з Анотації/Summary, Змісту, Переліку умовних позначень та скорочень, Вступу, п’яти розділів, Загальних висновків, Списку використаних джерел та шести Додатків (А–Е). Роботу викладено на 172 с. машинописного тексту (основна частина складає 119 с.) з дотриманням в цілому основних правил оформлення дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня кандидата та доктора наук відповідно до ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

Робота містить **96** рисунків та **40** таблиць (з них **36** рисунків та **4** таблиці – у Додатках).

У **Анотації/Summary** українською та англійською мовою стисло висвітлено мету роботи, її основні результати та висновки, зроблені на їхній основі, наведено ключові слова, які описують зміст роботи, та подано список публікацій здобувача за матеріалами дисертації.

Список авторських публікацій по темі дисертації містить **9** позицій: **6** статей (в т.ч. **3** – у виданнях, які реферуються у наукометричній базі *Scopus* (зокрема 2 статті у журналах, що входять до третього квартилю Q3), решта – у фахових періодичних виданнях України) та **3** тез доповідей на конференціях різного рівня. Слід окремо зазначити, що згідно з даними *Scopus* здобувач на сьогодні вже отримав першу одиницю до свого індексу Хірша, а його публікації за темою дисертаційної роботи процитовано **3** рази.

У **Переліку умовних позначень та скорочень** наведено абрєвіатури та позначення, які були використані в тексті дисертаційної роботи.

У **Вступі** (обсяг – 5 с.) розкрито актуальність вибраної тематики наукових досліджень, показано їх зв'язок з науковими планами та темами. Автор достатньо чітко сформулював мету роботи – встановити вплив природи іонів у *bic*(оксалато)боратах (BOB) і *bic*(саліцилато)боратах (BSB) лужних металів і тетраалкіламонію на фізико-хімічні властивості їх неводних розчинів, а також перелік завдань, які необхідно було розв'язати для досягнення цієї мети. Далі подано відомості про об'єкт, предмет та методи досліджень, представлено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, внесок в дисертаційну роботу особисто здобувача та основних співавторів його публікацій, апробацію одержаних результатів, відомості про публікації за матеріалами дисертації, структуру та обсяг дисертаційної роботи.

У **Розділі 1. Огляд літератури** (обсяг – 29 с.) розглянуто сучасний стан та перспективи електролітів для ХДС, зокрема хелатоборатів однозарядних катіонів, методи їх синтезу та очищення. Також проаналізовано функції електролітів в ХДС та інших накопичувачах енергії, їхні фізико-хімічні та електричні властивості, основні методи дослідження таких систем (електрохімічна імпедансна спектроскопія, вольт-амперо-, денсіо- та амперометрія). Розділ закінчується постановкою завдань дослідження, а саме синтезувати *bic*(оксалато)борати і *bic*(саліцилато)борати лужних металів та тетраалкіламонію, визначити фізико-хімічні властивості синтезованих електролітів та їхніх розчинів у неводних органічних розчинниках.

У **Розділі 2. Матеріали і методи дослідження** (обсяг – 15 с.) наведено каліфікацію вихідних реагентів, методики синтезу, очищення та контролю чистоти отриманих зразків *bic*(оксалато)боратів і *bic*(саліцилато)боратів лужних металів та тетраалкіламонію, а також подано інформацію про основні методи фізико-хімічних досліджень, які були використані при дослідженні фізико-хімічних властивостей електролітів та їх неводних розчинів.

У **Розділі 3. Фізико-хімічні властивості *bis*(оксалато)боратів, *bis*(саліцилката)боратів лужних металів і заміщеного амонію** (обсяг – 18 с.) наведено результати X-променевого фазового аналізу, ІЧ та (^{13}C , ^{11}B і ^7Li) ЯМР спектроскопії, на основі яких проаналізовано вплив умов синтезу на фізико-хімічні властивості та чистоту отриманих зразків BOB та BSB. З'ясовано оптимальні умови синтезу та виявлено кореляцію між вмістом домішок у синтезованих зразках солей з радіусом катіона лужного металу. Також на основі спектральних досліджень запропоновано, що залежно від природи розчинника іон BSB^- може перебувати у двох різних (R та S) конфігураціях, а також підтверджено утворення ним сольвато-комплексних сполук у амідних розчинниках. Окрім того визначено розчинність BOB та BSB солей у апротонних диполярних розчинниках (диметилсульфоксиді та амідних розчинниках), а також їх ступінь дисоціації, яка досягає ~95 та 80% для *bis*(оксалато)- та *bis*(саліцилато)боратів, відповідно.

Результати досліджень термічної стабільності BOB та BSB солей, в'язкості та електричної провідності їх апротонних розчинів подано у **Розділі 4. Зв'язок термічної стабільності солей BSB та BOB лужних металів і амонію з електрохімічними властивостями їх розчинів в апротонних диполярних розчинниках** (обсяг – 30 с.). Виявлено залежність термічної стійкості BSB від радіуса катіона лужного металу солі та суттєво нижчу стійкість тетраалкіламонійних солей. Водночас показано, що для більшості досліджених розчинників в'язкість розчинів BSB корелює з в'язкістю індивідуальних розчинників, а зміна в'язкості від природи катіона солі зумовлена їх різним ступенем сольватації. Розраховано енергію активації в'язкої течії досліджуваних розчинів електролітів, яка знаходиться в інтервалі 6,4–16,2 кДж/моль та, головне, залежить від природи розчинника. На основі результатів ЕІС запропоновано, що поряд з дифузійним у досліджених системах до $T=60^\circ\text{C}$ може реалізуватися естафетний механізм провідності.

Розділ 5. Електрохімічні властивості систем *bis*(саліцило)борати та *bis*(оксалато)борати лужних металів та амонію – апротонний розчинник – оксидний електрод (обсяг – 14 с.) присвячений дослідженню електрохімічної стабільності апротонних розчинів BOB та BSB. Виявлено, що вікно потенціалів електрохімічної стійкості досліджених систем становить 3,0–4,5 В, проте може бути розширене навіть до 5,5 В шляхом підбору суміші розчинників та ретельного видалення води з електроліту та розчинника. Показано, що під час першого циклу сканування потенціалу на поверхнях Li та Na електродів формується пасивуюча плівка, яка може стабілізувати функціонування ХДС з такими електролітами. Окрім того проведено тестування макетів літій-та натрій-іонних акумуляторів з досліджуваними електролітами та показано перспективність використання останніх у промислових зразках ХДС.

Кожен розділ закінчується узагальненнями або деталізованими висновки щодо представленого матеріалу.

У **Висновках** подано основні узагальнені результати, отримані здобувачем в ході виконання роботи.

Список використаної літератури містить **173** посилання, які вийшли з друку в основному після 2005 року (понад 50%), в тому числі майже кожне восьме – протягом останніх п'яти (з 2015) років.

У **Додатки А–Е** (обсяг – 21 с.) винесено список публікацій здобувача за темою дисертаційної роботи (Додаток А), а також:

- деякий ілюстраційний матеріал до Розділу 1 (Додаток Б);
- ІЧ-спектри твердих зразків синтезованих *bis*(оксалато)- та *bis*(саліцилато)боратів, а також деяких їх розчинів у органічних розчинниках (Додатки В–Г);
- термограмми синтезованих зразків (Додаток Д);
- результати досліджень динамічної в'язкості деяких розчинів BSB.

В ході виконання дисертаційної роботи здобувачем **вперше** одержано низку важливих та цікавих наукових результатів, зокрема:

- з'ясовано визначальні, для фізико-хімічних та електрохімічних властивостей розчинів *bis*(оксалато)- та *bis*(саліцилато)боратів, параметри. Показано, що несиметричний йон *bis*(саліцилато)борату призводить до кращої розчинності та вищої термічної стійкості солей порівняно з солями *bis*(оксалато)боратів;
- виявлено, що природа розчинника впливає не тільки на величину транспортних характеристик, але й на зміну механізму провідності у неводних розчинах BOB та BSB. Запропоновано, що у досліджених системах поряд з дифузійним може реалізуватися естафетний механізм провідності;
- показано, що зі збільшенням радіусу катіона термічна стійкість *bis*(саліцилато)боратних солей зростає у послідовності $Li^+ > Na^+ > K^+$;
- знайдено, що ступінь дисоціації BOB та BSB-солей у апротонних диполярних розчинниках (диметилсульфоксиді та амідних розчинниках) складає ~95 та 80% відповідно;
- доведено, що відмінності у будові розчинів MBSB і MBOB солей зумовлені низькою симетрією BSB-йона та його здатністю до утворення лабільного сольватного комплексу із розчинником.

Не викликає сумніви **практична значимість** даної роботи, насамперед для створення промислових зразків (Li, Na)-іонних акумуляторів на основі нових електролітів – розчинів *bis*(оксалато)- і *bis*(саліцилато)боратів лужних металів і тетраалкілзаміщеного амонію у апротонних диполярних розчинниках. Зокрема запропоновано новий електроліт для натрій-іонного акумулятора на основі NaBSB у оксолан-2-оні, який суттєво підвищує експлуатаційні характеристики ХДС під час його експлуатації за підвищених (30–60°C) температур. Окрім того запропоновано енергоощадний метод синтезу BOB солей лужних металів, використовуючи мікрохвильове опромі-

нення, та оптимізовано його умови. Можна сподіватися, що авторські пріоритети на цю та інші розробки будуть з часом захищені патентами.

Автореферат адекватно відображає зміст дисертаційної роботи, містить усі необхідні пункти стислого опису дисертації. Наводиться достатньо детальний опис результатів дослідження. Загальна характеристика роботи, її основні положення та висновки в дисертації і авторефераті **тотожні**.

Детальне ознайомлення з дисертаційною роботою дає підстави стверджувати, що чітке формулювання здобувачем мети роботи, використання взаємодоповнюючих методів дослідження (X-променевиий фазовий аналіз, ІЧ та ^{13}C , ^{11}B і ^7Li ЯМР спектроскопія, циклічна вольтамперометрія, кондуктометрія, електрохімічна імпедансна спектроскопія, термогравіметрія, віскозиметрія тощо), а також всебічний аналіз літературних джерел та отриманих експериментальних і теоретичних результатів дали змогу здобувачу успішно розв'язати поставлені завдання досліджень та сформулювати достатньо **обґрунтовані висновки**, що свідчить про **завершеність** дисертаційної роботи в рамках поставлених завдань, а також **достовірність отриманих результатів**.

Водночас до матеріалу, викладеного в дисертаційній роботі, виникли наступні зауваження та побажання, а саме:

1. Невдало сформульовані об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження, за автором, є «*фізико-хімічні властивості неводних розчинів на основі біс(оксалато)боратів та біс(саліцилато)боратів лужних металів та амонію*», що повністю співпадає з темою дисертаційної роботи. Проте, згідно з діючими вимогами до дисертаційних робіт [Бюлетень ВАК України, № 6 (2007) 42], предмет дослідження повинен «... **міститься в межах об'єкта**. Предмет дослідження визначає тему дисертаційної праці, яка визначається ... як її назва». В свою чергу, об'єкт – це «... **процес** або **явище**, що породжує проблемну ситуацію й обране для вивчення». Тому можна запропонувати, що об'єктом досліджень могло б бути «*Вплив природи катіона, аніона та розчинника на фізико-хімічні властивості неводних розчинів біс(оксалато)- та біс(саліцилато)боратів*», а предметом дослідження – «*біс(оксалато)- і біс(саліцилато)борати лужних металів й амонію та їх неводні розчини*».
2. Викликає подив не надто широка, на нашу думку, апробація роботи. Дисертант вказує, що основні результати роботи були представлені на **5** конференціях (реально – на **6**). Проте чотири з них були внутрішніми конференціями ІЗНХ імені В. Вернадського (опубліковано тези лише 2 доповідей), а тому не могли охопити достатню аудиторію.
3. Виникли запитання щодо окремих експериментальних деталей, які можуть бути суттєвими для інтерпретації отриманих результатів. Зокрема є бажаним з'ясувати наступне:
 - У **Розділі 2.1** методики синтезу *біс(оксалато)- та біс(саліцилато)боратів* наве-

- дено надто загально, тому доцільним було б їх деталізувати, вказавши, зокрема, концентрації (а не лише пропорції) вихідних речовин, температуру під час хімічного синтезу та його тривалість, а також зазначити отримані виходи;
- У **Розділі 2.3.4** (с. 58) подано методикау ІЧ-спектроскопічних досліджень синтезованих сполук лише у твердому стані. Проте **Розділ 3.4** (табл. 3.8) та **Додаток В** (рис. В.6–В.7) містять також ІЧ-спектри апротонних розчинів деяких синтезованих ВОВ таBSB;
 - Викликає серйозний сумнів, що після перекристалізації з водного розчину можна отримати безводний літій перхлорат (фактично з $\text{LiClO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) лише після 3 годинного його висушування у вакуумі при 140 °С (с. 58);
 - **Розділ 2.4** має назву «Визначення розчинності солей у неводних розчинниках», проте жодних методик експерименту автор не наводить. Більше того, в даному розділі автор не дає посилання на методики осушення всіх використаних у роботі органічних розчинників, а такі розчинники як EC, GBL, AN, DME, N-MAA, N-MPA та OZO взагалі залишилися поза його увагою. Бажано було б також зазначити якими методами та на основі яких характеристик дисертант контролював кваліфікацію (зокрема вміст води) використаних розчинників;
 - У **Розділі 2.7** вказано, що електрохімічні властивості електролітів досліджували, використовуючи також метод амперометрії. Проте суть досліджень та їх методика у методичній частині дисертаційної роботи відсутні. Також у **Розділі 2.7.2** не вказано які походження та характеристики електроактивних матеріалів позитивного електрода, які використовували у сконструйованих макетах ХДС. Окрім того, автора має уточнити яким чином вводили електроліт у систему (макет ХДС) та чи макети натрієвих ХДС мали конструкцію аналогічну до наведеної на рис. 2.2 схеми літійового ХДС.
4. Окремі положення, твердження та висновки автор у дисертаційній роботі недостатньо, а у деяких випадках зовсім не підтверджує експериментальними результатами, зокрема:
- на с. 78 та у загальному **Висновку 1** автор наводить нерівність згідно з якою змінюється «*кількісний та якісний склад (вміст) домішок*» у синтезованих зразках біс(оксалато)боратів. Проте на основі яких саме даних робиться висновок про **кількісний** вміст, автор не вказує;
 - на с. 85 зазначено, що «... *визначено вплив природи катіону ... на кількісний вихід кінцевого продукту ...*», проте в роботі ми не знаходимо жодних подібних кількісних результатів;
 - на сс. 87–90 та 92 запропоновано рівняння, які описують термічний розклад LiBOB та KBOB, проте прямих доказів, якими могли б бути результати X-променевого фазового аналізу твердого залишку, автор не наводить.
5. Виникли окремі застереження до представлення та обговорення результатів досліджень, а саме:

- У **розділі 2.3.3** вказано, що як розчинник під час ^{13}C ЯМР досліджень використовували DMSO (очевидно класичний d_6 , якому відповідає хімічний зсув 39,6 м.ч., як це ілюструє рис. 3.1). Проте у підписі до рис. 3.3 як розчинник вказано DMAA, а до рис. 3.5 – AN. Тож виникають запитання щодо адекватності інтерпретації окремих сигналів у спектрах *bis*(саліцилато)боратів, тим більше, що автор не вказує літературних джерел чи баз даних на основі яких проводили їх віднесення до відповідних функціональних груп. Більше того, подібна ситуація простежується також щодо інтерпретації ІЧ спектрів (**Розділ 3.4**), де посилання на джерела [144–146] стосується лише утворення координаційного зв'язку M–N;
- автор пояснює «нерівноцінне положення сигналів карбоксильних груп в спектрах ЯМР сполук MBSB» існуванням R та S конформерів іону *bis*(саліцилато)-борату, проте, на нашу думку, даний факт пов'язаний швидше з існуванням «транс-» (схема 2.2, с. 54) та «цис-» (рис. 3.4) ізомерів згаданого йону;
- **Розділ 3.3** має назву «Рентгенофазовий аналіз солей BOB та BSB...», проте автор наводить результати досліджень лише зразків *bis*(оксалато)боратів;
- існує певна невизначеність щодо результатів досліджень розчинності солей *bis*(оксалато)- та *bis*(саліцилато)боратів (**Розділ 3.5**), оскільки дана характеристика є функцією температури, а її значення при отриманні більшості результатів не зазначено (див. табл. 3.9 та 3.10). Більше того, у випадку деяких використаних амідних розчинників, температура топлення яких лежить в інтервалі від -20 до $+80^\circ\text{C}$, можливе утворення евтектичних сумішей, що також може відбитися на отриманих результатах;
- на с. 93 дисертант робить висновок, що на рис. Д.15 спостерігаються два ендотермічних піки, пов'язані зі згорянням продуктів розкладу саліцилової кислоти, проте: а) висновок про теплові ефекти процесів можна зробити лише на основі ДТА-, а не ТГ-кривих; б) згоряння органічних сполук є завжди екзотермічним, а не ендотермічним процесом;
- під час опису результатів у **Розділі 4.1** автор оперує такою характеристикою як термічна стійкість (або межа термічної стійкості), значення якої виражає у $^\circ\text{C}$. Водночас дисертант має зазначити фізичний зміст цього параметра, тобто про яку саме температуру йдеться та як вона визначалася (як температура початку термолізу зразка, температура максимальної швидкості розкладу чи кінцева температура розкладу?) на основі термогравіметричних даних;
- у таблиці 4.9 дисертант наводить значення енергії активації в'язкої течії розчинів електролітів, проте залишилося нез'ясованим чи приведені ці значення до кількості (концентрації) електроліту або ж розчинника (кДж/моль)?
- автор мав би вказати яким чином розраховувалися, або ж джерело звідки взято відповідні дані, значення констант дисоціації розчинників (табл. 4.10). Застереження також викликають велетенські значення похибок, що становлять $7,55 \cdot 10^7$

- та $1,34 \cdot 10^8$ % (відповідно у тексті – $7,55E7$ та $1,34E8$), які ставлять під сумнів всі результати розрахунків, наведені у табл. 4.12;
- на с. 116 вказано, що на електрохімічну стабільність розчинів електролітів «досліджено системи MBOB ($M = Li, Me_4N, Et_4N, Bu_4N$) в ЕК/DMК, в ацетонітрилі і пропіленкарбонаті та MBSB ($M = Li, Na, K$) в пропіленкарбонаті, оксолан-2-оні та амідних розчинниках ...». Проте у **Розділі 5.1** наведено циклічні вольтамперограми робочих електродів лише у 8 різних розчинах електролітів. Тож автор має обґрунтувати вибір систем, результати дослідження яких увійшли в основну частину роботи, а також зазначити які саме робочі електроди (платина чи поруватий вуглець) використовувалися як робочий електрод в кожному конкретному випадку;
 - у табл. 5.1 дисертант наводить значення питомої втрати ємності сконструйованими макетами ХДС, проте не зазначає протягом якого часу ця втрата мала місце (розмірність має бути %/час замість %);
- б. Існують певні зауваження також до представлення результатів та оформлення роботи, а саме:
- було б доцільним ввести публікації автора за темою дисертації у загальний **Список використаних джерел** та посилатися на них у назвах відповідних розділів, підписах до рисунків чи таблиць, що вказувало б на ступінь опублікування/апробацію матеріалів дисертаційної роботи;
 - **Перелік умовних позначень та скорочень** дисертаційної роботи є досить широким, проте застосовані аббревіатури розташовані не у алфавітному порядку, що ускладнює пошук відповідного позначення. Окрім того, автор мав би уніфікувати підхід до застосовуваних позначень, використовуючи лише латиницю, або ж лише кирилицю, водночас в тексті, наприклад, поряд з ТГ, ДТА та ДТГ (див. Перелік) зустрічаємо TG, DTA і DTG (с. 161).
 - підпис до рис. 1.9 не зовсім відповідає його змісту, оскільки там наведено величини провідності та густини електролітів на основі розчинників різної природи, але не вплив провідності та густину, тим більше, що фізичний сенс має зворотна залежність;
 - назва **Розділу 3.2.2** мала б очевидно звучати як «Склад зразків отриманих сполук ...» замість «Склад отриманих сполук ...»;
 - **Розділи 4.1.1–4.1.4** містять 8 ідентичних за структурою таблиць, які було б варто об'єднати в одну, що полегшило б аналіз отриманих результатів;
 - рис. Д.7–Д.8 очевидно стосуються зразків KBOB, проте у підписі до рисунків зазначено NaBOB;
 - результати термогравіметричних досліджень (**Додаток Д**) представлені дуже недосконало, зокрема: а) на рис. Д.4–Д.6 відсутні підписи, розмірності, а також дві з **трьох** необхідних шкал для вертикальних осей координат; б) на рис. Д.14, Д.16 та Д.18 вісь ординат має бути позначена не як втрата маси, а її швидкість її

- зміни [% / час];
- саме в'язкість є функцією від температури, а не навпаки, тому на рис. 4.3, 4.5 та 4.6 осі x – y мали б бути поміняні місцями, оскільки таке представлення ускладнює сприйняття отриманих результатів;
 - у **Розділі 5** дисертант використовує не зовсім зрозумілі скорочення складів розчинів електролітів, як приклад «*NaBSB 1M N-MAA*» замість «*1M розчин NaBSB у N-MAA*» або «*1M N-метилацетоамідний розчин NaBSB*». Окрім того у цьому ж розділі рисунки мають називатися *ЦВА відповідних електродів у певних розчинах електролітів*, а не *ЦВА розчинів*, як подає дисертант;
 - в роботі подекуди зустрічаються незрозумілі/невдалі вирази та терміни, кальки з російської, описки тощо, зокрема: «*перевсполюки літію*» (с. 37), «*перекристалізовували з ізопропіловим спиртом*» (с. 56), «*розчин сумісника*» (с. 61), «*мається один сигнал*» (с. 70), «*двустадійний*» та «*ізотермічне витримування до температури*» (с. 86); «*блокуючи плівка*» замість «*пасивуюча плівка*» (с. 38), «*діафрагма*» замість «*сепаратор*» (с. 61), «*металевий термінал*» замість «*струмозбірник*» (с. 61), «*висушений на вакуумі*» (с. 118); «*в якості*» замість «*як*», «*в порівнянні з*» замість «*порівняно з*», «*сополімер*» замість «*співполімер*» тощо;
 - У **Списку використаних джерел** бажано було б подавати не повні, а скорочені назви видань.

Вказані зауваження не знижують загальну високу оцінку роботи, а також не впливають на результати та основні висновки дисертаційної роботи, яка є **цілісним та завершеним науковим дослідженням** в рамках поставлених завдань.

На основі вищесказаного можна зробити такі висновки щодо поданої дисертаційної роботи:

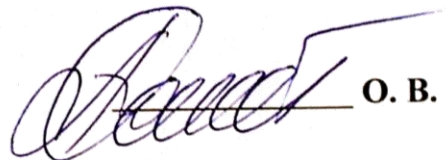
1. За актуальністю обраної теми, обсягом, достовірністю та рівнем апробації отриманих експериментальних результатів, науковою новизною, обґрунтованістю висновків, практичною цінністю дисертаційна робота “Фізико-хімічні властивості неводних розчинів *bis*(оксалато)боратів та *bis*(саліцилато)боратів лужних металів та амонію” **відповідає** вимогам пп. 9, 11–14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року зі змінами, внесеними Постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19 серпня 2015 року, № 1159 від 30 грудня 2015 року, № 567 від 27 липня 2016 року, № 943 від 20 листопада 2019 року та №607 від 15 липня 2020 року; «Вимогам до оформлення дисертації», затверджених Наказом МОН України № 40 від 12 січня 2017 року зі змінами, внесеними згідно з Наказом МОН України № 759 від 31 травня 2019 року.
2. Дисертаційна робота **відповідає Паспорту спеціальності 02.00.04** – фізична хімія за такими пунктами:

- Теорія хімічної будови. Вивчення будови хімічних речовин і проміжних частинок у хімічних процесах із використанням фізико-хімічних методів.
 - Хімічний зв'язок, міжмолекулярна взаємодія, теорія розчинів.
 - Взаємозв'язок хімічної будови речовин з їх реакційною здатністю.
 - Вплив фізичних факторів – температури, тиску, ультрафіолетового, інфрачервоного, радіаційного та інших видів випромінювання, електричного та магнітного полів тощо на хімічні процеси.
3. Кількість та якість наукових праць Діаманта В.А., опублікованих за результатами дисертаційної роботи, **відповідає** Наказу МОН України № 1220 від 23 вересня 2019 року «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук».
4. Здобувач Діамант Віктор Анатолійович **заслуговує присудження** наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – фізична хімія.

15 вересня 2020 року

Офіційний опонент –

завідувач кафедри фізичної та колоїдної хімії
Львівського національного університету
імені Івана Франка МОН України,
доктор хімічних наук, професор

 **О. В. Решетняк**

Власноручний підпис професора Решетняка О.В. підтверджую.

Вчений секретар Львівського національного
університету імені Івана Франка МОН України,
кандидат філологічних наук, доцент



 **О. С. Грабовецька**