

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

директор Інституту  
монокристалів НАН України,  
чл.-кор. НАН України,  
д.-ф.-м.н., проф.

Ігор ПРИТУЛА

« \_\_\_\_\_ 2023 р.



### ВИТЯГ

з протоколу №2 розширеного засідання відділу кристалічних матеріалів  
складних сполук Інституту монокристалів НАН України  
від «22» грудня 2023 року

**ПРИСУТНІ:** головуючий на засіданні – заступник директора Інституту монокристалів НАН України, член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор **Толмачов Олександр Володимирович**; завідувач відділу кристалічних матеріалів складних сполук Інституту монокристалів НАН України, доктор технічних наук, старший дослідник, професор **Явецький Роман Павлович**; старша наукова співробітниця відділу нелінійно-оптичних кристалів Інституту монокристалів НАН України, докторка технічних наук, старша дослідниця **Долженкова Олена Федорівна**; провідна наукова співробітниця відділу наноструктурних Матеріалів імені Ю.В. Малюкіна, докторка технічних наук, старша дослідниця **Беспалова Ірина Ігорівна**; старша наукова співробітниця відділу нелінійно-оптичних кристалів Інституту монокристалів НАН України, докторка технічних наук **Безкровна Ольга Миколаївна**; завідувач відділу оптичних та лазерних кристалів Інституту монокристалів НАН України, кандидат технічних наук **Ніжанковський Сергій Вікторович**; старша наукова співробітниця відділу кристалічних матеріалів складних сполук Інституту

монокристалів НАН України, кандидатка фізико-математичних наук **Добротворська Марія Вікторівна**; старша наукова співробітниця відділу оптичних та лазерних кристалів Інституту монокристалів НАН України, кандидатка технічних наук **Вовк Олена Олександрівна**; старший науковий співробітник відділу оптичних та лазерних кристалів Інституту монокристалів НАН України, кандидат хімічних наук **Вовк Олег Михайлович**; старша наукова співробітниця відділу кристалічних матеріалів складних сполук Інституту монокристалів НАН України, кандидатка технічних наук **Крижановська Олександра Сергіївна**; старший науковий співробітник відділу нелінійно-оптичних кристалів Інституту монокристалів НАН України, кандидат хімічних наук **Софронів Дмитро Семенович**; старший науковий співробітник відділу кристалічних матеріалів складних сполук Інституту монокристалів НАН України, кандидат фізико-математичних наук **Ворона Ігор Олегович**; старший науковий співробітник відділу кристалічних матеріалів складних сполук Інституту монокристалів НАН України, кандидат технічних наук **Пархоменко Сергій Володимирович**; науковий співробітник відділу оптичних та лазерних кристалів Інституту монокристалів НАН України, кандидат технічних наук **Кривоногов Сергій Іванович**; молодша наукова співробітниця відділу кристалічних матеріалів складних сполук Інституту монокристалів НАН України, кандидат технічних наук **Матвієнко Оксана Олегівна**; науковий співробітник відділу кристалічних матеріалів складних сполук Інституту монокристалів НАН України, **Матейченко Павло Вікторович**; молодший науковий співробітник відділу кристалічних матеріалів складних сполук Інституту монокристалів НАН України **Тимошенко Арсеній Дмитрович**; інженер I категорії відділу кристалічних матеріалів складних сполук Інституту монокристалів НАН України **Черноморець Дарья Григоріївна**.

Серед присутніх 4 доктори технічних наук, 1 доктор фізико-математичних, 6 кандидатів технічних наук, 2 кандидата фізико-математичних

наук, 2 кандидата з хімічних наук – фахівці зі спеціальності, з якої виконувалась дисертація.

### **СЛУХАЛИ:**

1. Результати дисертаційної роботи аспіранта БАЛАБАНОВА Антона Едуардовича на тему: «Процеси синтезу та властивості ІЧ-прозорої кераміки в системі  $MgO-Y_2O_3$ », поданої на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 Матеріалознавство.

Науковий керівник – завідувач відділу кристалічних матеріалів складних сполук Інституту монокристалів НАН України, доктор технічних наук, професор ЯВЕЦЬКИЙ Роман Павлович.

Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради Інституту монокристалів НАН України (протокол № 12 від 24.12.2019 р.). Уточнену редакцію теми дисертаційного дослідження затверджено на засіданні Вченої ради Інституту монокристалів НАН України (протокол № 8 від 23.10.2020 року).

2. Виступ здобувача.

3. Запитання до аспіранта по темі дисертації ставили: член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор **Толмачов Олександр Володимирович**; кандидатка фізико-математичних наук **Добротворська Марія Вікторівна**; кандидат технічних наук **Ніжанковський Сергій Вікторович**; кандидатка технічних наук **Вовк Олена Олександрівна**; кандидат хімічних наук **Вовк Олег Михайлович**; кандидат хімічних наук **Софронов Дмитро Семенович**.

4. Виступ наукового керівника.

5. В обговоренні дисертаційної роботи взяли участь: член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор **Толмачов Олександр Володимирович**; докторка технічних наук **Безкровна Ольга Миколаївна**; кандидатка фізико-математичних наук **Добротворська Марія Вікторівна**; кандидат хімічних наук **Софронов Дмитро Семенович**;

кандидат хімічних наук **Вовк Олег Михайлович**; кандидатка технічних наук **Вовк Олена Олександрівна**.

**УХВАЛИЛИ:**

### **ВИСНОВОК**

**про наукову новизну та практичне значення результатів дисертації БАЛАБАНОВА Антона Едуардовича за темою: «Процеси синтезу та властивості ІЧ-прозорої кераміки в системі  $MgO-Y_2O_3$ », поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 132 Матеріалознавство**

#### **Обґрунтування вибору теми дослідження.**

Розроблення нових прозорих матеріалів для сучасної інфрачервоної (ІЧ) оптики, що здатні працювати в агресивних умовах, є одним з актуальних завдань матеріалознавства. Базова стратегія синтезу ІЧ-прозорих керамік, включаючи нанокompatитні, полягає у контролі їх структурно-фазового стану на мікро- і нанорівні на всіх етапах консолідації. В літературі було описано окремі аспекти синтезу керамік системи  $MgO-Y_2O_3$  з контрольованим розміром зерен, але комплексний підхід до процесів консолідації на всьому маршруту спікання майже не застосовувався. Тому розвиток фізико-технологічних основ синтезу цих матеріалів, визначення особливостей процесів консолідації багатокomпонентних оксидних нанопорошків системи  $MgO-Y_2O_3$ , розробка принципів керування мікроструктурою та фізичними властивостями керамік, прозорої в середньому ІЧ діапазоні довжин хвиль, є вкрай актуальною науково-технічною задачею.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.**

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до затвердженої теми дисертаційної роботи, індивідуального плану аспіранта, а також в рамках наступних наукових проєктів:

- Науково-дослідна робота за темою «Фізико-технологічні основи створення керамічних нанокompatитів  $\text{MgO-RE}_2\text{O}_3$  (RE: Y, La, Lu) класу IRTRAN для середнього ІЧ-діапазону» (2018–2019 р.р., № держреєстрації 0118U000327).

- Конкурсу НФДУ «Підтримка досліджень провідних та молодих учених» за темою «Новітні та традиційні ІЧ-прозорі кераміки складної архітектури для екстремальних умов експлуатації» (2020–2023 р.р., № держреєстрації 0123U102633).

- Проєкту доступу до Центрально-європейської науково-дослідницької інфраструктури (CERIC) CERIC-ERIC Project No. 20192029 “Structural and compositional homogeneity of transparent composite nanoceramics on micro- and nano-scale”, 2019.

Дослідження Балабанова А.Е. стали складовою частиною даних науково-дослідних робіт.

**Мета і завдання дослідження.**

Метою дисертаційної роботи є визначення особливостей отримання ІЧ-прозорої кераміки в системі  $\text{MgO-Y}_2\text{O}_3$ , а також впливу структурно-морфологічних характеристик нанопорошків на оптичні властивості та функціональні характеристики кераміки.

**Основні задачі:**

- Встановлення впливу структурно-морфологічних властивостей нанопорошків та температурних меж їх морфологічної стійкості на мікроструктуру та оптичні властивості керамік  $\text{Y}_2\text{O}_3$  та  $\text{MgO-Y}_2\text{O}_3$ .

- Визначення впливу домішок – модифікаторів спікання – на процеси дифузійного масопереносу, а також структурно-фазовий стан та оптичні властивості керамік  $Y_2O_3$  та  $MgO-Y_2O_3$ .
- Встановлення закономірностей отримання ІЧ-прозорих керамік  $Y_2O_3$  та  $MgO-Y_2O_3$  методами реакційного та іскрового спікання, відповідно.

#### **Об'єкт дослідження.**

Процеси синтезу ІЧ-прозорої кераміки в системі  $MgO-Y_2O_3$ , її оптичні властивості та механічні характеристики.

#### **Предмет дослідження.**

Структурно-фазовий стан, морфологія, оптичні властивості та функціональні характеристики оптичних керамік в системі  $MgO-Y_2O_3$ .

#### **Методи дослідження.**

Порошкові суміші отримували методом високоенергетичного помелу та методом гліцин-нітратного синтезу для керамік  $Y_2O_3$  та  $MgO-Y_2O_3$  відповідно. Компакти формували методом одновісного та холодного ізостатичного пресування. Консолідацію компактів у високощільну прозору кераміку здійснювали методом реакційного спікання у вакуумі та методом іскрового плазмового спікання. Фазовий склад керамік в системі  $MgO-Y_2O_3$  досліджували методом рентгенфазового аналізу. Мікроструктуру досліджували методом оптичної мікроскопії. Морфологію та елементний склад зразків кераміки досліджували методами автоемісійної скануючої електронної мікроскопії (FESEM) та енергодисперсійної рентгенівської спектроскопії (EDX). Розподіл розмірів пор і пористість відпалених зразків визначали за допомогою ртутної порометрії. Мікротвердості керамік визначалися за методом Віккерса шляхом вдавнення пірамідки в досліджуваний зразок.

**Наукова новизна дослідження** базується на таких основних положеннях:

1. Досліджено закономірності формування твердих розчинів заміщення  $Y_2O_3:La^{3+}$ . Показано, що повне розчинення гексагонального  $La_2O_3$  в кубічному

$Y_2O_3$  оксиді ітрію відбувається нижче  $1500^\circ C$  за участі проміжних фаз, збагачених лантаном. Фазові перетворення, що супроводжуються збільшенням питомого об'єму, а також гігроскопічність оксиду лантану призводять до розтріскування кераміки  $Y_2O_3:La^{3+}$  при спіканні.

2. Показано, що відпал компактів  $Y_2O_3$  доцільно проводити за максимальної температури, при якій не відбувається спікання зі зближенням центрів частинок, а фактор росту розміру пор не перевищує  $\approx 1,3$ . Компакти, відпалені при  $T=800^\circ C$ , демонструють оптимальну мезоструктуру та ефективність ущільнення. Підвищення температури відпалу до  $900-1000^\circ C$  супроводжується усадкою та знижує вільну енергію порошкової системи, що призводить до формування пористої кераміки.

3. Показано, що комплексна домішка  $La^{3+}+Zr^{4+}$  ефективно пригнічує рухливість границь зерен кераміки  $Y_2O_3$  та одночасно активує дифузійний транспорт по розгалуженій системі міжзеренних меж. В результаті оптимізації температурно-часового маршруту спікання, отримано кераміки з високою прозорістю в видимому та ІЧ-діапазонах (83% при 5 мкм).

4. Реалізовано умови синтезу нанокompозитів 50:50 об.%  $MgO-Y_2O_3$  методом іскрового спікання, які дозволяють отримати оптичну прозорість кераміки у ІЧ-діапазоні довжин хвиль. Лінійне оптичне пропускання композиту  $T \approx 68\%$  при  $\lambda=5$  мкм може бути реалізовано за умов формування однорідної двофазної структури, просторового обмеження рекристалізації компонентів та збереження розміру зерен на рівні 200-250 нм, за якого внесок розсіювання світла на міжфазних межах є мінімальним.

5. Встановлено, що легування іонами  $Ho^{3+}$  активізує дифузійний масоперенос при отриманні кераміки  $MgO-Y_2O_3:Ho^{3+}$  (3-12 ат.%) через перерозподіл електронної щільності поблизу легуючих іонів. Це призводить до збільшення коефіцієнту оптичного пропускання кераміки  $MgO-Y_2O_3:Ho^{3+}$  (3 ат.%) з 68 до 75% у порівнянні з нелегованою.

### **Практичне значення одержаних результатів.**

1. Реалізовано комплексний підхід до синтезу ІЧ-прозорої кераміки оксиду ітрію для вікон технологічних апаратів (структурно-морфологічні параметри нанопорошків, особливості мезоструктури компактів, траєкторія спікання, концентрація домішки-модифікатора). Одержані напрацювання знайдуть використання при розробці оптичних матеріалів для екстремальних умов експлуатації.
2. Оптимізовано технологічні режими формування композитних нанопорошків  $\text{MgO}-\text{Y}_2\text{O}_3$  методом гліцин-нітратного синтезу та наступного прожарювання аморфної фази-попередника. Визначено режими отримання двофазних низькоагломерованих порошків із середнім розміром частинок близько 40 нм, що задовольняють умовам, які висувуються для синтезу оптичної кераміки.
3. Визначено оптимальну концентрацію домішки іонів  $\text{Ho}^{3+}$  (3 ат.%), що сприяє спіканню композитної кераміки  $\text{MgO}-\text{Y}_2\text{O}_3$ . Це дозволило отримати на 7% вищу оптичну прозорість легованої кераміки у практично-значущому ІЧ-діапазоні довжин хвиль 3-5 мкм у порівнянні із нелегованою. Отримані результати використовуються при виконанні конкурсної наукової тематики Інституту монокристалів НАН України.

**Особистий внесок здобувача** полягає в участі в постановці мети досліджень та обговоренні отриманих результатів, оптимізації умов синтезу кераміки  $\text{Y}_2\text{O}_3$  та композитної кераміки  $\text{MgO}-\text{Y}_2\text{O}_3$ , вивченні структури, фазового складу та оптичних властивостей отриманої кераміки, встановленні впливу температури спікання та впливу домішок, що сприяють спіканню на структурно-фазовий стан та оптичні властивості керамік  $\text{Y}_2\text{O}_3$  та  $\text{MgO}-\text{Y}_2\text{O}_3$ . Одержання низькоагломерованих порошків проводилося за допомогою к.т.н. Н.А. Сафранової та к.т.н. А.С. Крижановської. Одержання експериментальних зразків проводилось за допомогою к.т.н. А.Г. Дорошенка, к.т.н. С.В. Пархоменка і к.ф.-м.н. І.О. Ворони. Дослідження мікроструктури кераміки



методом EDX та FESEM здійснювались за допомогою I. Matolínova, визначення фазового складу методом РФА – к.х.н. В.М. Баумером. Консолідація зразків методом іскрового плазмового спікання здійснювалась за допомогою Prof. Jiang Li. Здобувачем разом з науковим керівником і співавторами проводився аналіз та інтерпретація отриманих результатів.

### **Апробація результатів дослідження.**

Основні результати досліджень були представлені на International workshop for young scientists “Functional materials for technical and biomedical applications”, September 9-12, 2019, Kharkiv, Ukraine; International workshop for young scientists «Functional materials for technical and biomedical applications», September 7-10, 2020, Kharkiv, Ukraine; International Young Scientists Conference on «Materials Science and Surface Engineering», September 22-24, 2021, Lviv, Ukraine; III Всеукраїнської конференції молодих учених «Сучасне Матеріалознавство. Матеріали та Технології. СММТ-2021», 19-20 жовтня 2021, Київ, Україна; International Young Scientists Conference on «Materials Science and Surface Engineering», September 27-29, 2023, Lviv, Ukraine, та опубліковані в збірниках тез доповідей вищезазначених конференцій.

### **Публікації.**

Основні результати дисертації опубліковано у 11 наукових працях; із них 5 статей у міжнародних фахових наукових журналах першого та другого квартилю і 1 у фаховому науковому журналі з квартилем три, та 5 тез доповідей у збірниках праць міжнародних та українських наукових конференцій.

Список публікацій здобувача:

1. O.S. Kryzhanovska, V.N. Baumer, S.V. Parkhomenko, A.G. Doroshenko, R.P. Yavetskiy, **A.E. Balabanov**, A.V. Tolmachev, S.N. Skorik, Jiang Li, A. Kuncser, Formation peculiarities and optical properties of highly-doped

( $Y_{0.86}La_{0.09}Yb_{0.05}$ ) $_2O_3$  transparent ceramics, *Ceramics International* 45 (2019) 16005–16010. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.05.111>. **Q1**.

2. O.S. Kryzhanovska, N.A. Safronova, **A.E. Balabanov**, R.P. Yavetskiy, M.V. Dobrotvorskaya, Jiang Li, S. Petrushenko, A.V. Tolmachev, N.A. Matveevskaya, E.N. Shulichenko, V.Yu. Mayorov, D. Sofronov,  $Y_2O_3$ –MgO highly-sinterable nanopowders for transparent composite ceramics, *Functional Materials* 26 (2019) 829–837. <http://doi.org/10.15407/fm26.04.829>. **Q3**.

3. N.A. Safronova, O.S. Kryzhanovska, M.V. Dobrotvorskaya, **A.E. Balabanov**, A.V. Tolmachev, R.P. Yavetskiy, S.V. Parkhomenko, R. Brodskii, V.N. Baumer, D.Yu. Kosyanov, O.O. Shichalin, E.K. Papynov, Jiang Li, Influence of sintering temperature on structural and optical properties of  $Y_2O_3$ –MgO composite SPS ceramics, *Ceramics International* 46 (2020) 6537–6543. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.11.137>. **Q1**.

4. R.P. Yavetskiy, **A.E. Balabanov**, S.V. Parkhomenko, O.S. Kryzhanovska, A.G. Doroshenko, P.V. Mateychenko, A.V. Tolmachev, Jiang Li, Nan Jiang, L. Gheorghe, M. Enculescu, Effect of starting materials and sintering temperature on microstructure and optical properties of  $Y_2O_3:Yb^{3+}$  5 at.% transparent ceramics, *Journal of Advanced Ceramics* 10 (2020) 49–61. <https://doi.org/10.1007/s40145-020-0416-3>. **Q2**.

5. N.A. Safronova, R.P. Yavetskiy, O.S. Kryzhanovska, M.V. Dobrotvorskaya, **A.E. Balabanov**, I.O. Vorona, A.V. Tolmachev, V.N. Baumer, I. Matolínová, D.Yu. Kosyanov, O.O. Shichalin, E.K. Papynov, S. Hau, C. Gheorghe, A novel IR-transparent  $Ho^{3+}:Y_2O_3$ –MgO nanocomposite ceramics for potential laser applications, *Ceramics International* 47 (2021) 1399–1406. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.08.263>. **Q1**.

6. S. Parkhomenko, **A. Balabanov**, O. Kryzhanovska, N. Safronova, I. Vorona, A. Doroshenko, O. Vovk, O. Vashchenko, A. Tolmachev, R. Yavetskiy, Effect of green body annealing on microstructure and optical properties of  $Y_2O_3:Yb^{3+}$  ceramics, *Ceramics International* 49 (2023) 29048–29054. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.06.179>. **Q1**.

7. **A.E. Balabanov**, N.A. Safronova, O.S. Kryzhanovska, R.P. Yavetskiy, D.Yu. Kosyanov, Effect of sintering temperature on structural and optical properties of spark plasma sintered  $Y_2O_3$ -MgO composite ceramics, Abstracts Book of the International workshop for young scientists “Functional materials for technical and biomedical applications”, September 9-12, 2019, P. 1, Kharkiv, Ukraine.

8. **A.E. Balabanov**, S.V. Parkhomenko, R.P. Yavetskiy, O.S. Kryzhanovska, A.G. Doroshenko, P.V. Mateychenko, A.V. Tolmachev, Вплив умов консолідації на мікроструктуру та оптичні властивості кераміки  $Y_2O_3:Yb^{3+}$  (5 ат. %), Abstracts book of the International workshop for young scientists «Functional materials for technical and biomedical applications», September 7-10, 2020, P. 33, Kharkiv, Ukraine.

9. **A.E. Balabanov**, R.P. Yavetskiy, S.V. Parkhomenko, A.G. Doroshenko, O.S. Kryzhanovska, I.O. Vorona, A.D Tymoshenko, D.G. Chernomorets, A.V. Tolmachev, Effect of green body annealing on optical properties of  $Y_2O_3$  ceramics, Abstracts Book of the International Young Scientists Conference on «Materials Science and Surface Engineering», September 22-24, 2021, P. 50, Lviv, Ukraine.

10. **А.Е. Балабанов**, І.О. Ворона, А.Г. Дорошенко, О.С. Крижановська, Н.А. Сафронова, А.Д. Тимошенко, Д.Г. Черноморець, Р.П. Явецький, Еволюція структурно-фазового стану нанопорошку  $Y_2O_3$ -MgO, Тези доповідей ІІІ Всеукраїнської конференції молодих учених «Сучасне Матеріалознавство. Матеріали та Технології. СММТ-2021», 19-20 жовтня 2021, С. 2, м. Київ, Україна.

11. **A. Balabanov**, N. Safronova, O. Kryzhanovska, M. Dobrotvorska, I. Vorona, O. Tolmachev, R. Yavetskiy, A novel IR-transparent  $Ho^{3+}:Y_2O_3$ -MgO Nanocomposite Ceramics For Potential Laser Application, Abstracts book of International Young Scientists Conference on “Materials Science and Surface Engineering”, September 27-29, 2023, P. 96, Lviv, Ukraine.

### **Структура та обсяг дисертації.**

Дисертація складається з вступу, шести розділів, висновків, списку літературних джерел та 1 додатку. Загальний об'єм роботи складає 168 сторінок, містить 79 рис., 4 табл., 120 посилань на літературні джерела та 1 додаток.

### **Характеристика особистості здобувача.**

Балабанов Антон Едуардович, 1996 року народження, у 2019 році закінчив Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна (магістр за спеціальністю «Фізика та астрономія»). З 01.11.2019 р. по 31.10.2023 р. навчався в денній аспірантурі Інституту монокристалів НАН України. Інженер 1 категорії відділу кристалічних матеріалів складних сполук Інституту монокристалів НАН України з 14.11.2019 р. по 31.10.2023 р. В.о. молодшого наукового співробітника відділу кристалічних матеріалів складних сполук Інституту монокристалів НАН України з 31.10.2023 р. Загальний стаж роботи 4 повних роки. Балабанов А.Е. є достатньо кваліфікованим молодим науковцем, що працює в галузі матеріалознавства. Під час навчання в аспірантурі проявив себе як ініціативний робітник, який має добрі навички експериментальної роботи та добре володіє технологічними методиками. Приймав активну участь в отриманні експериментальних зразків оптичної кераміки, а також в характеристизації її структурно-фазового стану та оптичних властивостей. Спільно з керівником та співаторами підготував та опублікував 6 робіт у журналах, що індексуються в системі Scopus (з них 5 статей з квантилем Q1-Q2).

**Оцінка мови та стилю дисертації.** Дисертація виконана фаховою українською мовою, текстове подання матеріалу відповідає стилю науково-дослідної літератури.

У результаті попередньої експертизи дисертації **БАЛАБАНОВА Антона Едуардовича** і повноти публікації основних результатів дослідження

**УХВАЛЕНО:**

1. Затвердити висновок про наукову новизну та практичне значення результатів дисертації **БАЛАБАНОВА Антона Едуардовича** на тему: «Процеси синтезу та властивості ІЧ-прозорої кераміки в системі  $\text{MgO}-\text{Y}_2\text{O}_3$ ».

2. Констатувати, що за актуальністю, ступенем наукової новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Балабанова А.Е. відповідає спеціальності 132 Матеріалознавство та вимогам «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261, пп. 6, 7, 8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

3. Рекомендувати дисертацію Балабанова А.Е. на тему: «Процеси синтезу та властивості ІЧ-прозорої кераміки в системі  $\text{MgO}-\text{Y}_2\text{O}_3$ » до захисту на здобуття ступеня доктора філософії у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 132 Матеріалознавство.

4. Рекомендувати вченій раді Інституту монокристалів НАН України затвердити такий склад разової спеціалізованої вченої ради:

**Голова ради:**

**Безкровна Ольга Миколаївна**, старша наукова співробітниця відділу нелінійно-оптичних кристалів Інституту монокристалів НАН України, докторка технічних наук.

**Рецензенти:**

**Вовк Олег Михайлович**, старший науковий співробітник відділу оптичних та лазерних кристалів Інституту монокристалів НАН України, кандидат хімічних наук, старший дослідник.

**Кривоногов Сергій Іванович**, науковий співробітник відділу оптичних та лазерних кристалів Інституту монокристалів НАН України, кандидат технічних наук.

**Офіційні опоненти:**

**Богомол Юрій Іванович**, завідувач кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії Навчально-наукового інституту матеріалознавства та зварювання імені Є.О. Патона, доктор технічних наук, професор.

**Беспалова Ірина Ігорівна**, провідна наукова співробітниця відділу наноструктурних матеріалів імені Ю.В. Малюкіна, докторка технічних наук, старша дослідниця.

Результати голосування щодо рекомендації до захисту дисертації  
Балабанова А.Е.:

«За» – 18

«Проти» – немає

«Утримались» – немає

Презентація Балабанова А.Е. на 23 стор. додається.

**Головуючий на засіданні**

заступник директора Інституту  
монокристалів НАН України  
чл.-кор. НАН України,  
д.-ф.-м.н., проф,

**Олександр ТОЛМАЧОВ****Секретар засідання**

м.н.с. відділу  
кристалічних матеріалів складних сполук  
Інституту монокристалів НАН України,  
к.т.н.

**Оксана МАТВІЄНКО**