**«УТВЕРЖДАЮ»**

Заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук доктор химических наук, член-корреспондент РАН А.А. Вошкин

_____

«_»_____ 2025 г.

**Заключение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук**

Диссертация «Синтез, структура и оптические свойства галовисмутатов N-гетероциклических катионов» выполнена в лаборатории синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН) и на Факультете химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

В период подготовки диссертации в 2021-2025 гг. соискатель Буйкин Петр Алексеевич, 17.07.1998 года рождения обучался в аспирантуре Аспирантской школы по химии НИУ ВШЭ с 2021 г. по 2025 г. и работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук в должности младшего научного сотрудника с 2021 года по настоящее время.

Научный руководитель – доктор химических наук Котов Виталий Юрьевич, профессор НИУ ВШЭ, главный научный сотрудник лаборатории

синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья ИОНХ РАН.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

**Цель настоящей работы** заключалась в разработке новых методов получения гибридных галовисмутатов и определении факторов влияния структуры и состава на оптические свойства получаемых соединений. Для ее достижения были решены следующие **задачи:**

1. Получение новых гибридных галовисмутатов N-гетероциклических катионов, определение их кристаллической структуры и оптических свойств.
2. Изучение возможности целенаправленного синтеза галовисмутатов N-гетероциклических катионов с заданным составом и строением
3. Определение зависимости между составом, структурой и оптическими свойствами гибридных галовисмутатов

**Степень разработанности темы исследования**

Перовскитные солнечные батареи привлекают внимание исследователей благодаря их низкой стоимости и высокой эффективности. Несмотря на очевидные преимущества таких ячеек, они имеют недостатки, такие как низкая гидролитическая и фотолитическая стабильность соединений свинца, а также токсичность, что препятствует их повсеместному применению. В связи с этим исследователи пытаются заменить соединения свинца в солнечных ячейках на более безопасные и стабильные соединения других элементов, в том числе на галогенидные соединения висмута.

Гибридные галовисмутаты являются классическими координационными соединениями. Они обладают широким разнообразием полезных свойств, таких как люминесценция, термохромизм, фотохромизм, могут проявлять фотокаталитическую активность, сегнетоэлектрические свойства, а также представляют интерес для фотовольтаики. Гибридные галовисмутаты рассматриваются для использования в фотодетекторах, светоизлучающих диодах, устройствах резистивной памяти и

конденсаторах, а также в качестве фотокатализаторов и светопоглощающих материалов для солнечной энергетики.

На момент начала исследования было известно порядка 400 галовисмутатов, значительная часть которых приходилась на галовисмутаты N-гетероциклических катионов. Эти соединения хорошо кристаллизуются, стабильны на воздухе и могут обладать оптическими свойствами, сходными с галоплюмбатами. В то же время связь между структурой и оптическими свойствами галовисмутатов оставалась малоизученной. Влияние катионов на оптические свойства галовисмутатов носило противоречивый характер в разных работах. Оставались существенные пробелы в изучении возможности целенаправленного синтеза галовисмутатов, определения факторов влияния на оптические свойства галовисмутатов и возможности контролирования значений оптической ширины запрещенной зоны ($E_g$) получаемых соединений. Таким образом, возникла необходимость систематического изучения галовисмутатов N-гетероциклических соединений, включающего поиск альтернативных методов получения гибридных галовисмутатов, синтез новых галовисмутатов N-гетероциклических катионов с необычными оптическими свойствами и выявление взаимосвязи между кристаллической структурой этих соединений и их оптическими характеристиками.

**Методология и методы исследования**

Методология исследования состояла в разработке способов получения гибридных галовисмутатов и физико-химическом анализе как индивидуальных соединений, так и их смесей, твердых растворов и тонких пленок. Кристаллические структуры полученных соединений исследовали с помощью рентгеноструктурного (РСА) и рентгенофазового анализов (РФА). Кристаллические структуры некоторых порошкообразных соединений установлены благодаря разработанной автором методике решения структур гибридных галовисмутатов по данным порошковой рентгеновской дифракции. Чистоту и состав соединений определяли методами РФА, ядерного магнитного резонанса (ЯМР), энергодисперсионной спектроскопии (EDX) и термогравиметрического анализа (ТГА). Оптические характеристики галовисмутатов изучали по данным

спектроскопии диффузного отражения (СДО). Квантово-химические расчеты в программном комплексе VASP проводили для вычисления полных энергий кристаллических структур, расчета энергий связей в рамках теории «Атомы в молекулах» Р. Бейдера (QTAIM) по корреляции Эспинозы-Моллинса-Лекомта, электронной плотности состояний (DOS) и зонной структуры галовисмутатов.

**Научная новизна**

Научная новизна работы состоит в получении и исследовании новых классов гибридных галовисмутатов, раскрывающих ранее неизученные закономерности их структуры и свойств. В ходе работы:

- Впервые синтезированы и структурно охарактеризованы 158 новых галовисмутатов N-гетероциклических катионов, что существенно расширяет известную область соединений данного класса.

- Получены новые типы анионов — $[Bi_2I_{11}]^{5-}$, $[Bi_6I_{26}]^{6-}$, $[BiBr_4(DMSO)_2]^-$, $[Bi_2Br_8(DMSO)_2]^{2-}$, $\{[BiBr_6]\cdots[BiBr_5]\cdots[BiBr_6]\}^{8-}$, $[K(Bi_2Br_{11})]^{4-}$, $[Bi_2X_{10}]^{4-}$ (X = Br, I), ранее не описанные в литературе.

- Разработан новый метод синтеза галовисмутатов многозарядных катионов из концентрированных растворов галогеноводородных кислот, позволивший получить бромовисмутаты дикатионов метилпиразиния с уникальными оптическими свойствами.

- Предложен оригинальный способ синтеза гибридных галовисмутатов через контролируемое разложение их сольватов, обеспечивающий получение ранее недостижимых кристаллических соединений.

- Установлено, что энергия образования структурных фрагментов $\{BiI_x\}$ в иодовисмутат-анионах является постоянной и не зависит от координационного числа висмута, состава и строения аниона.

- Выявлено, что различное заполнение галогенных позиций в твердых растворах приводит к отклонениям от закона Вегарда и может вызывать фазовые переходы, что открывает возможности точной настройки оптических свойств материалов.

- Разработана методика определения кристаллических структур по данным порошковой рентгеновской дифракции, что позволяет проводить

структурные исследования соединений, недоступных для анализа на монокристаллах.

**Теоретическая и практическая значимость.**

Оптимизация методов синтеза позволила получить более 150 новых гибридных галовисмутатов. Предложен метод синтеза галовисмутатов из концентрированных кислот, позволяющий получать не стабильные в подкисленных водных растворах соединения. Показано, что контролируемое разложение сольватов галовисмутатов позволяет получать новые соединения, которые не удается выделить из растворов.

В работе изложены принципы образования кристаллических структур гибридных галовисмутатов, изучена связь между структурой галовисмутат-анионов и оптическими свойствами соединений. Показано, что наиболее низкими значениями оптической ширины запрещенной зоны ($E_g$) обладают галовисмутаты с линейным строением координационно-полимерного аниона. Полученные данные могут быть использованы в дальнейшем для кристаллической инженерии соединений, обладающих низкими значениям $E_g$ и пригодных для использования в качестве светопоглощающих материалов.

Результаты систематического изучения твердых растворов гибридных галовисмутатов показали, что существуют три типа таких растворов, различающихся по отклику системы на изменение галогенного состава. Полученные данные указывают на возможность тонкой настройки оптических свойств галовисмутатов.

Предложена методика решения кристаллических структур гибридных галовисмутатов с известным химическим составом по данным порошковой рентгеновской дифракции.

Разработана методика получения тонких пленок иодовисмутата метилвиологена на пористых и мезопористых покрытиях. Предложенный метод может найти применение для нанесения тонкого слоя светопоглощающего материала в фоточувствительных устройствах.

**Специальность, которой соответствует диссертация.**

Диссертационная работа Буйкина Петра Алексеевича соответствует паспорту научной специальности 1.4.1 – Неорганическая химия (химические науки), в пунктах:

П.1. Фундаментальные основы получения объектов исследования неорганической химии и материалов на их основе;

П.2. Дизайн и синтез новых неорганических соединений и особо чистых веществ с заданными свойствами;

П.3. Химическая связь и строение неорганических соединений;

П.5. Взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений. Неорганические наноструктурированные материалы.

П.6. Определение надмолекулярного строения синтетических и природных неорганических соединений, включая координационные.

Диссертационная работа Буйкина Петра Алексеевича также соответствует паспорту научной специальности 1.4.15 – Химия твердого тела (химические науки), в пунктах:

П.1. Разработка и создание методов синтеза твердофазных соединений и материалов;

П.5. Изучение пространственного и электронного строения твердофазных соединений и материалов;

П.7. Установление закономерностей «состав – структура – свойство» для твердофазных соединений и материалов;

П.8. Изучение влияния условий синтеза, химического и фазового состава, а также температуры, давления, облучения и других внешних воздействий на химические и химико-физические микро- и макроскопические свойства твердофазных соединений и материалов;

П.11. Квантово-химическое описание и предсказание строения и свойств твердофазных соединений и композиций.

**Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.**

По теме диссертации опубликованы 17 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК при Минобрнауки РФ и международные базы данных Web of Science и Scopus; опубликованы 12

тезисов докладов на отечественных и международных научных конференциях.

**Статьи в рецензируемых журналах:**

1. **Buikin P.A.**, Rudenko A.Yu., Baranchikov A.E., Ilyukhin A.B., Kotov V.Yu. 1D-Bromobismuthates of Dipyridinoalkane Derivatives // Russ. J. Coord. Chem. – 2018. – Vol. 44. – № 6. – P. 373–379. DOI: 10.1134/S1070328418060015

**Буйкин П.А.**, Руденко А.Ю., Баранчиков А.Е., Илюхин А.Б., Котов В.Ю. 1D-Бромовисмутаты производных дипиридиноалканов // Журнал координационной химии. – 2018. – Т. 44. – № 3. – Р. 169–175. DOI: 10.7868/S0132344X18030015

2. **Buikin P.A.**, Ilyukhin A.B., Baranchikov A.E., Yorov K.E., Kotov V.Yu. The relationship between the crystal structure and optical properties for isomeric aminopyridinium iodobismuthates // Mendeleev Commun. – 2018. – Vol. 28. – № 5. – P. 490–492. DOI: 10.1016/j.mencom.2018.09.012

3. **Buikin P.A.**, Ilyukhin A.B., Simonenko N.P., Laurinavichyute V.K., Kotov V.Yu. Methyl viologen iodobismuthates // Polyhedron. – 2018. – Vol. 154. – P. 430–435. DOI: 10.1016/j.poly.2018.08.017

4. Kotov V.Yu., Ilyukhin A.B., **Buikin P.A.**, Korlyukov A.A., Smol'yakov A.F., Simonenko N.P., Yorov K.E., Gavrikov A.V. Unexpectable Hydrolytic Transformation of New Type Hybrid Bromobismuthates with Methylpyrazinium Dications // Dalton Trans. – 2019. – Vol. 48. – № 22. – P. 7602–7611. DOI: 10.1039/C9DT01019J

5. Kotov V.Yu., Safiullina E.S., Ilyukhin A.B., **Buikin P.A.**, Birin K.P., Yorov K.E. Hybrid halobismuthates: The unusual $\{[BiBr_6]\cdots[BiBr_5]\cdots[BiBr_6]\}^{8-}$ anionic framework // J. Mol. Struct. – 2019. – Vol. 1195. – P. 944–948. DOI: 10.1016/j.molstruc.2019.06.057

6. Kotov V.Yu., Ilyukhin A.B., **Buikin P.A.**, Yorov K.E. Mixed halide hybrid halobismuthates and their in-situ transformations // Mendeleev Commun. – 2019. – Vol. 29. – № 5. – P. 537–540. DOI: 10.1016/j.mencom.2019.09.020

7. Kotov V.Yu., **Buikin P.A.**, Simonenko N.P., Ilyukhin A.B. Hybrid bromobismuthates: Synthesis, thermal stability and crystal structure of multicharged 3-ammoniopyridinium derivatives // J. Mol. Struct. – 2020. – Vol. 1221. DOI: 10.1016/j.molstruc.2020.128807

8. **Buikin P.A.**, Rudenko A.Yu., Ilyukhin A.B., Simonenko N.P., Yorov K.E., Kotov V.Yu. Bromobismuthates of 1,1'-(1,N-Alkanediyl)bis(picolines): Synthesis, Thermal Stability, Crystal Structures, and Optical Properties // Russ. J. Coord. Chem. – 2020. – Vol. 46. – № 2. – P. 111–118. DOI: 10.1134/S1070328420020049

**Буйкин П.А.**, Руденко А.Ю., Илюхин А.Б., Симоненко Н.П., Ёров Х.Э., Котов В.Ю. Синтез, термическая стабильность, кристаллическая структура и оптические свойства бромовисмутатов 1,1'-(1,N-алкандиил)-бис-пиколинов // Журнал координационной химии. – 2020. – Т. 46. – № 2. – Р. 104–111. DOI: 10.31857/S0132344X20020048

9. **Buikin P.A.**, Ilyukhin A.B., Laurinavichyute V.K., Kotov V.Yu. Methylviologen Bromobismuthates // Russ. J. Inorg. Chem. – 2021. – Vol. 66. – № 2. – P. 133–138. DOI: 10.1134/S0036023621020042

**Буйкин П.А.**, Илюхин А.Б., Лауринавичюте В.К., Котов В.Ю. Бромовисмутаты метилвиологена // Журнал неорганической химии. – 2021. – Т. 66. – № 2. – Р. 128–133. DOI: 10.31857/S0044457X21020045

10. Kotov V.Yu., **Buikin P.A.**, Ilyukhin A.B., Korlyukov A.A., Ananyev I.V., Gavrikov A.V., Medvedev M.G. Hybrid iodobismuthates code: adapting the geometry of Bi polyhedra to weak interactions // Mendeleev Commun. – 2021. – Vol. 31. – № 2. – P. 166–169. DOI: 10.1016/j.molstruc.2020.128807

11. Kotov V.Yu., **Buikin P.A.**, Ilyukhin A.B., Korlyukov A.A., Dorovatovskii P.V. Synthesis and first-principles study of structural, electronic and optical properties of tetragonal hybrid halobismuthathes $[Py_2(XK)]_2[Bi_2Br_{10-x}I_x]$ // New J. Chem. – 2021. – Vol. 45. – № 39. – P. 18349–18357. DOI: 10.1039/d1nj02390j

12. **Buikin P.A.**, Rudenko A.Yu., Ilyukhin A.B., Kotov V.Yu. Synthesis and Properties of Hybrid Halobismuthates of N-Acetonylpyridinium Derivatives // Russ. J. Inorg. Chem. – 2021. – Vol. 66. – № 4. – P. 482–489. DOI: 10.1134/S0036023621040057

**Буйкин П.А.**, Руденко А.Ю., Илюхин А.Б., Котов В.Ю. Синтез и структура гибридных галовисмутатов производных N-ацетонилпиридиния // Журнал неорганической химии. – 2021. – Т. 66. – № 4. – Р. 456–463. DOI: 10.31857/S0044457X2104005X

13. Balabanova S.P., **Buikin P.A.**, Ilyukhin A.B., Rudenko A.Yu., Dorovatovskii P.V., Korlyukov A.A., Kotov V.Yu. Crystal Structure and Optical Properties of New Hybrid Halobismuthates of 2,2'-Bipyridinium Derivatives //

Russ. J. Inorg. Chem. – 2022. – Vol. 67. – № 7. – P. 1018–1024. DOI: 10.1134/s0036023622070038

Балабанова С.П., **Буйкин П.А.**, Илюхин А.Б., Руденко А.Ю., Дороватовский П.В., Корлюков А.А., Котов В.Ю. Кристаллическая структура и оптические свойства новых гибридных галовисмутатов производных 2,2'-бипиридиния // Журнал неорганической химии. – 2022. – Т. 67. – № 7. – P. 959–965. DOI: 10.31857/S0044457X22070030

14. Kotov V.Yu., Lunkov I.S., **Buikin P.A.**, Kottsov S.Yu., Korlyukov A.A., Rudenko A.Yu. Unusual isostructural Br/I substitution effect on the crystal structure and optical properties of hybrid halobismuthates // New J. Chem. – 2023. – Vol. 47. – № 5. – P. 2666–2672. DOI: 10.1039/d2nj05184b

15. **Buikin P.A.**, Zhavoronkov A.S., Ilyukhin A.B., Kotov V.Yu. Solid Solutions of Pyridinium Halobismuthates // Russ. J. Inorg. Chem. – 2024. – Vol. 69. – № 2. – P. 172–177. DOI: 10.1134/s003602362360288x

**Буйкин П.А.**, Жаворонков А.С., Илюхин А.Б., Котов В.Ю. Твердые растворы галовисмутатов пиридиния // Журнал неорганической химии. – 2024. – Т. 69. – № 2. – P. 177–182. DOI: 10.31857/S0044457X24020046-1

16. **Buikin P.A.**, Lunkov I.S., Ilyukhin A.B., Kotov V.Yu. 4-Methylpyridinium bismuth(III) halides // Polyhedron. – 2024. – Vol. 264. – P. 117223. DOI: 10.1016/j.poly.2024.117223

17. Dudko E.M., **Buikin P.A.**, Ilyukhin A.B., Korlyukov A.A., Dorovatovskii P.V., Simonenko N.P., Kotov V.Yu. Thermal decomposition of DMSO or DMF solvates: an advanced method for obtaining new hybrid bismuth(III) halides // CrystEngComm. – 2024. – Vol. 26. – № 26. – P. 3490–3500. DOI: 10.1039/d4ce00279b

**Тезисы профильных научных мероприятий:**

1. **Буйкин П.А.** Гибридные галовисмутаты – перспективные соединения для солнечной энергетики // VIII Конференция молодых ученых по общей и неорганической химии. – Москва, 2018. – С. 112–113.

2. **Буйкин П.А.** Гибридные галовисмутаты с необычными оптическими свойствами // IX Конференция молодых ученых по общей и неорганической химии. – Москва, 2019. – С. 144–146.

3. **Буйкин П.А.** Гибридные галовисмутаты – перспективные материалы для солнечной энергетики // XXIX Менделеевская школа-конференция молодых ученых. – Иваново, 2019. – С. 7.

4. **Буйкин П.А.**, Котов В.Ю. Изучение возможности кристаллической инженерии гибридных галовисмутатов // X Конференция молодых ученых по общей и неорганической химии. – Москва, 2020. – С. 105–106.

5. **Буйкин П.А.** Гибридные галовисмутаты: особенности организации структуры и получение покрытий // XXVII Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов-2020". – Москва, 2020. – С. 1320.

6. **Буйкин П.А.**, Котов В.Ю. Особенности структуры и оптических свойств твердых растворов гибридных галовисмутатов // XI Конференция молодых ученых по общей и неорганической химии. – Москва, 2021. – С. 110–111.

7. **Буйкин П.А.**, Котов В.Ю., Илюхин А.Б., Корлюков А.А. Необычные отклонения от закона Вегарда параметров кристаллической решетки и энергии запрещенной зоны полупроводника // X Национальная кристаллохимическая конференция. – Терскол, 2021. – С. 58–59.

8. **Buikin P.A.** Hybrid halobismuthates: structure and optical properties // 25th Congress of the International Union of Crystallography. – Prague, 2021. – Acta Crystallogr. A. – V. A77. – P. C727.

9. **Buikin P.A.**, Ilyukhin A.B., Korlyukov A.A., Kotov V.Yu. Adapting the geometry of Bi polyhedra in hybrid halobismuthates to weak interactions // III Moscow Autumn Perovskite Photovoltaics International Conference (MAPPIC-2021). – Moscow, 2021. – P. 16–17.

10. **Буйкин П.А.**, Котов В.Ю. Возможна ли кристаллическая инженерия гибридных галовисмутатов? // XII Конференция молодых ученых по общей и неорганической химии. – Москва, 2022. – С. 19.

11. **Буйкин П.А.** Решение структур гибридных галовисмутатов методом порошковой дифракции // XIII Конференция молодых ученых по общей и неорганической химии. – Москва, 2023. – С. 174.

12. **Буйкин П.А.**, Котов В.Ю. Кристаллическая структура гибридных галовисмутатов: принципы формирования и связь с оптическими свойствами // XXIX Международная Чугаевская конференция по координационной химии. – Казань, 2025. – С. 65.

**Апробация результатов**

Основные результаты диссертационной работы были представлены на VIII-XIII Конференциях молодых ученых по общей и неорганической химии

(ИОНХ РАН, Москва, 2018-2023), XXIX Менделеевской школе-конференции молодых ученых (ИГХТУ, Иваново, 2019), XXVII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2020» (МГУ, Москва, 2020), X Национальной кристаллохимической конференции (Терскол, 2021), 25-ом Конгрессе международного союза кристаллографов (IUCr, Прага, 2021), III Московской осенней международной конференции по перовскитной фотовольтаике (MAPPIC-2021, Москва, 2021), XXIX Международной Чугаевской конференции по координационной химии (ИОФХ им. А.Е. Арбузова, Казань, 2025).

**Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.**

Личный вклад автора состоял в выполнении синтетической экспериментальной работы: проведении синтеза, выделении и очистке полученных веществ, оптимизации и разработки новых методик синтеза, пробоподготовки образцов для их исследования физико-химическими методами, проведении и обработке большей части результатов СДО, РФА, РСА и EDX, интерпретации результатов ТГА и $^{1}$H ЯМР. Автором разработан подход к решению кристаллических структур гибридных галовисмутатов по данным порошковой рентгеновской дифракции. Диссертантом выполнено и обработано большинство квантово-химических расчетов, в том числе расчеты плотности электронных состояний и зонной структуры полупроводников. Им выполнен литературный обзор, посвященный теме исследования, а также проведен статистический анализ длин связей Bi–I и их энергий в 229 кристаллических структурах иодовисмутатов из Кембриджской базы структурных данных (КБСД). Автор участвовал в разработке задач и плана работы, интерпретации и анализе полученных данных.

**Степень достоверности результатов проведенных соискателем исследований, их апробация.**

Достоверность полученных результатов обеспечивалась применением современных физико-химических методов анализа, методов квантовой химии и статистической обработки данных, а также новейшего оборудования. Полученные результаты опубликованы в российских и зарубежных рецензируемых научных журналах и представлены на научных конференциях.

**Ценность научных работ соискателя**.

В диссертации и научных работах обоснована необходимость изучения кристаллического строения и оптических свойств гибридных галовисмутатов. Разработаны новые методы синтеза гибридных галовисмутатов, которые позволяют получать соединения с необходимыми оптическими характеристиками. Полученные данные могут быть использованы для кристаллической инженерии гибридных галовисмутатов и тонкой настройки их оптических свойств.

Диссертационная работа Буйкина Петра Алексеевича «Синтез, структура и оптические свойства галовисмутатов N-гетероциклических катионов» полностью соответствует требованиям пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН) от 29 марта 2024 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

**По результатам рассмотрения диссертации постановили:**

1. Утвердить положительное заключение расширенного заседания лаборатории синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья ИОНХ РАН по диссертации Буйкина Петра Алексеевича «Синтез, структура и оптические свойства галовисмутатов N-гетероциклических катионов» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.1 – Неорганическая химия и 1.4.15 – Химия твердого тела.
2. Рекомендовать диссертацию Буйкина Петра Алексеевича «Синтез, структура и оптические свойства галовисмутатов N-гетероциклических катионов» к защите по специальностям 1.4.1 – Неорганическая химия и 1.4.15 – Химия твердого тела (химические науки) на диссертационном совете 01.4.001.91 на базе ИОНХ РАН.
3. Рекомендовать диссертацию Буйкина Петра Алексеевича «Синтез, структура и оптические свойства галовисмутатов N-гетероциклических катионов» к рассмотрению профильной секцией Учёного совета ИОНХ РАН.

Всего присутствовало **12** человек, из них **2** докторов химических наук и **6** кандидатов химических наук.

Результаты голосования: «за» - **12** чел., «против» - **0** чел., «воздержались» - **0** чел.

Решение принято единогласно.

Протокол заседания лаборатории синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья № 1 от 24.09.2025 г.

Заведующий лабораторией синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья ИОНХ РАН

к.х.н. Баранчиков А.Е.

Секретарь лабораторного коллоквиума лаборатории синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья ИОНХ РАН

к.х.н. Гайтко О.М.