



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-инновационной работе КемГУ
доктор экономических наук, доцент

Е. А. Жидкова

"16" ноября 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования "Кемеровский государственный университет"

Диссертация Корабельникова Дмитрия Васильевича «Исследование структуры, меж-атомных взаимодействий и физико-химических свойств оксианионных кристаллов методом компьютерного моделирования», представляемая на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.4.4 Физическая химия, выполнена на кафедре теоретической физики Института фундаментальных наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения "Кемеровский государственный университет". В период подготовки докторской диссертации соискатель Корабельников Дмитрий Васильевич работал в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кемеровский государственный университет» в должностях ассистента, старшего преподавателя и доцента кафедры теоретической физики.

Соискатель Корабельников Дмитрий Васильевич в 2006 г. с отличием окончил физический факультет Кемеровского государственного университета по специальности "Физика". В 2009 году в срок окончания аспирантуры успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия в совете при Кемеровском госуниверситете (Диплом ДКН №104889).

Научный консультант диссертационной работы – Журавлев Юрий Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей и экспериментальной физики Института фундаментальных наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Кемеровский государственный университет" является соавтором подавляющего большинства работ, в которых изложено основное содержание диссертации Корабельникова Д.В.

Диссертация «Исследование структуры, межатомных взаимодействий и физико-химических свойств оксианионных кристаллов методом компьютерного моделирования» рассмотрена на семинаре Института фундаментальных наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Кемеровский государственный университет", на котором присутствовали д.ф.-м.н. Каленский А.В., д.ф.-м.н. Журавлев Ю.Н., д.х.н. Ларичев Т.А., д.ф.-м.н. Звеков А.А., д.ф.-м.н. Гордиенко А.Б., д.ф.-м.н. Ханефт А.В., д.ф.-м.н. Шандаков С.Д., д.х.н. Альтшулер О.Г., к.ф.-м.н. Кравченко Н.Г., к.ф.-м.н. Федоров И.А., к.ф.-м.н. Газенаур Е.Г., к.ф.-м.н. Корабельников Д.В., всего 12 человек, из них 6 докторов наук членов диссертационного совета 24.2.315.09.

При обсуждении результатов, полученных в диссертационной работе, были заданы следующие вопросы:

1. д.ф.-м.н. Каленский А.В. - Является ли используемая для межатомных взаимодействий терминология общепринятой?

2. д.ф.-м.н. Звеков А.А. - Каков порядок величины теплового давления для перхлората гуанидиния? Сопоставимо ли тепловое давление с рассмотренным внешним давлением? Известны ли сильные водородные связи (с высокими энергиями) для других соединений?

3. д.х.н. Ларичев Т.А. - Какая шкала использовалась для электроотрицательности? Учитывалась ли дефектность и поликристалличность рассматриваемых соединений?

4. д.ф.-м.н. Шандаков С.Д. - Существуют ли методики расчета, учитывающие поликристалличность реальных образцов?

5. д.ф.-м.н. Гордиенко А. Б. - Является ли зависимость ширины запрещенной зоны от электроотрицательности универсальной?

На все вопросы Корабельниковым Д.В. были даны убедительные и аргументированные ответы.

По итогам обсуждения диссертационной работы принято следующее **закключение**:

Личный вклад автора заключается в выполнении расчетов характеристик структуры, электронной плотности, межатомных взаимодействий и физико-химических свойств оксианионных кристаллов. Результаты диссертационной работы, представленные в защищаемых положениях, получены лично автором. Автору принадлежат интерпретация полученных результатов, обобщение и формулировка научных положений, основных выводов. В совместных публикациях автору принадлежат результаты, сформулированные в выводах и защищаемых положениях диссертации.

Высокая степень достоверности результатов проведенных Корабельниковым Д.В. исследований обеспечивается применением апробированных и хорошо зарекомендовавших себя методов квантовой химии и теории твёрдого тела. Полученные результаты находятся в разумном качественном и количественном согласии с имеющимися экспериментальными данными, не противоречат фундаментальным представлениям физико-химии и могут быть интерпретированы на микроскопическом уровне. Полученные результаты согласуются с имеющимися расчетными данными других авторов, полученными в базисе плоских волн. Сформулированные выводы являются взаимно согласованными и не содержат внутренних противоречий. Результаты работы прошли экспертную апробацию и опубликованы в рецензируемых отечественных и международных журналах, индексируемых РИНЦ и международными базами Scopus и Web of Science.

Научная новизна работы заключается в том, что на основе расчетов впервые установлены взаимосвязи микроскопических характеристик и широкого набора макроскопических свойств (электронных, упругих, колебательных, тепловых) различных типов кристаллических соединений с молекулярными оксианионами, что позволило провести интерпретацию природы этих свойств на микроскопическом (атомном и субатомном) уровне, выявить закономерности их изменения в изоанионных и изокатионных рядах, а также выработать стратегию управления свойствами. В результате достигнут новый уровень знаний:

Установлены количественные закономерности изменений ширины запрещенной зоны оксианионных кристаллов в зависимости от электроотрицательности катиона и центрального атома аниона, электронной плотности в критических точках связей (КТС), а также колебательных, упругих и тепловых свойств в зависимости от размера катиона и центрального атома аниона вдоль линий связей. Выявлены закономерности изменения электронной плотности в КТС и атомных зарядов в зависимости от электроотрицательности атомов; полной энергии на электрон в КТС в зависимости от электронной плотности в КТС; структурных параметров в зависимости от размера катиона вдоль линии связи металл-кислород.

Проведена классификация металл-кислородных взаимодействий и водородных связей на электростатические и частично ковалентные, а также установлены закономерности изменений особенностей связывающих взаимодействий в зависимости от электронной плотности в КТС, электроотрицательности атомов, длины и заселенности связей. Выявлены корреляции электронной плотности в КТС с длиной и заселенностью Н-связей. На

примере катионов серебра $[\text{Ag}(\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2)]\text{NO}_3$ установлена возможность существования между катионами связывающих частично ковалентных взаимодействий.

Выявлена и интерпретирована на микроуровне существенная зависимость электронных и упругих свойств оксианионных кристаллов от типа катиона (катион металла или органический катион) и наличия молекул воды (безводный кристалл или гидрат). Для нитрата 3,3'-диамино-4,4'-азо-1,2,4-триазола, $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и $\text{NaClO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ обнаружена отрицательная линейная сжимаемость и установлены её микроскопические механизмы (сжимаемость водородных связей, деформация мотивов с водородными связями).

Выявлены закономерности изменения параметров атомной и электронной структуры для поверхности (2D-структура) по сравнению с их значениями в объеме (3D), и зависимости этих изменений от размера катиона. Показано, что в системах $\text{Na}_2\text{O}_2/\text{NaClO}_4(001)$, $\text{K}_2\text{O}/\text{KClO}_3(001)$ взаимодействие нанослоя пероксида и оксида металла с поверхностью кристалла приводит к увеличению длины и ослаблению его внутрианионных связей, и это может являться механизмом известного катализа термического разложения с выделением кислорода.

Показано, что сжимаемость внутрианионных связей на порядок меньше, чем металл-кислородных, что обуславливает возможность анизотропии сжимаемости оксианионных солей металлов как проявление анизотропии химической связи. Установлено изменение характера зависимости ширины запрещенной зоны от давления при замене катион металла → органический катион, увеличении размера катиона и гидратации. Выявлено, что под давлением заряды катионов уменьшаются, электронная плотность в КТС увеличивается и происходит изменение характера водородных связей.

Предложен простой подход к полуэмпирическому вычислению уравнения состояния $P(V, T)$ и оценке влияния давления на структуру перхлората гуанидиния при заданной температуре, основанный на стандартных *ab initio* расчетах энергии для статической решетки и знании только одного экспериментального параметра – равновесного объема ячейки при заданной температуре, что является важным для изучения свойств при заданных внешних условиях на основе корреляций «структура-свойство».

Показана роль внутрианионных колебаний в формировании температурной зависимости теплоемкости и проведена интерпретация последней на этой основе. Показано, что низкие величины высокотемпературной теплопроводности (меньше 2 Вт/м·К) характерны для оксианионных кристаллов. Установлены закономерности изменения тепловых свойств кристаллов с давлением в зависимости от размера катиона и центрального атома аниона.

Практическая значимость работы заключается в том, что на основе расчетов предсказаны практически важные свойства (электронные, упругие, колебательные, тепловые) оксианионных кристаллов. Установленные закономерности изменения свойств оксианионных кристаллов позволяют выделить круг потенциальных объектов, для которых можно ожидать те или иные интересующие свойства, что может помочь в поиске новых функциональных материалов. Даны рекомендации по стратегии управления свойствами и поиска кристаллов с заданными свойствами. Предсказана перспективная сфера применения оксианионных кристаллогидратов в качестве материалов с отрицательной линейной сжимаемостью, которые могут использоваться в датчиках давления и несжимаемых композициях. Детальная информация о различных межатомных взаимодействиях и их закономерных изменениях также важна для создания функциональных материалов с заданными свойствами. Разработанный полуэмпирический расчетный подход применим для предсказания уравнения состояния и влияния давления на структуру кристаллов при заданных температурах. Полученные результаты могут быть использованы при обучении студентов и аспирантов физических и химических направлений, а также служить в качестве справочного материала.

Ценность научных работ соискателя состоит в развитии микроскопического подхода к исследованию свойств кристаллов и закономерностей для них на основе комбинации расчетных методов теории функционала плотности и кристаллохимических представлений. Работы вносят вклад в развитие углубленных систематических знаний в области физической химии оксианионных кристаллов и расширяют существующие представления о роли атомной структуры, электронной плотности и межатомных взаимодействий в формировании различных свойств кристаллов с молекулярными оксианионами. Проведенная интерпретация свойств оксианионных кристаллов на микроскопическом (атомном и субатомном) уровне, развитые представления о частично ковалентном характере связей, модификации свойств с помощью давления, а также об отрицательной линейной сжимаемости и её микроскопических механизмах позволяют понять микроскопическую природу и механизмы формирования свойств, закономерности их изменения в изоанионных и изокаатионных рядах, влияние внешнего давления на свойства, а также достичь нового уровня знаний в отношении к бинарным соединениям. Изученное влияние гидратации и размерности (2D- поверхность, 3D- объем) на свойства позволяет понять роль молекул кристаллической воды и размерности в их формировании. Предложенный подход для полуэмпирического расчета уравнения состояния и влияния давления на структуру при заданных температурах позволяет изучить свойства при заданных внешних условиях на основе корреляций «структура-свойство».

Ценность научных работ подтверждается статьями в рецензируемых журналах, индексируемых Scopus и Web of Science, в том числе 8 статей в международных изданиях первого и второго квартиля.

Диссертационная работа выполнена при поддержке АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)», № 2.1.1/1230; ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России (2011-2013 годы)», № 16.740.11.0591 (руководитель); ГЗ Минобрнауки РФ (2014-2016 годы), № 3.1235.2014 К/ПЧ; ГЗ Минобрнауки РФ (2017-2019 годы), № 15.3487.2017/ПЧ, РНФ (2022-2023 годы), № 22-22-20026 (руководитель).

Научная специальность, которой соответствует диссертация: 1.4.4 - Физическая химия (физико-математические науки). Диссертационная работа соответствует пунктам 1, 2, 3, 5, 10, 11 паспорта специальности 1.4.4. Физическая химия (физико-математические науки).

Полнота изложения материалов диссертации в опубликованных работах обеспечена публикацией 39 работ, в том числе 1 главы в зарубежной монографии (индексируется Scopus и Web of Science), 24 статей в рецензируемых журналах из списка ВАК, из них 8 - в международных изданиях первого и второго квартиля (все индексируются Scopus и Web of Science) и 14 тезисов. Содержание диссертации изложено в работах:

Монографии, индексируемые в Scopus и Web of Science:

1. Yu.N. Zhuravlev, **D.V. Korabel'nikov**, A.S. Poplavnoi. Electronic structure, chemical bonding, photoelectric and optical properties of metal perchlorates, In Perchlorates: production, uses and health effects / Ed. by L.E. Matthews. - New York: Nova Sci. Publ. Inc., 2011. Ch. 10. P. 277-294.

Статьи в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science (включены в перечень ВАК):

2. Zhuravlev, Yu.N. The nature of the electronic states and photoelectron spectra of oxyanion crystals / Yu.N. Zhuravlev, **D.V. Korabel'nikov** // J. Struct. Chem. - 2009. - V.50. - P. 1021-1028.
3. Zhuravlev, Yu.N. Electronic structure and optical spectra of oxyanion crystals / Yu.N. Zhuravlev, **D.V. Korabel'nikov** // Russ. Phys. J. -2009. -V.52. -P.965-970.
4. Zhuravlev, Yu.N. The electronic structure of an oxyanionic crystal surface / Yu.N. Zhuravlev, **D.V. Korabel'nikov** // Russ. Phys. J. -2009. -V.52. -P.881-883.

5. **Korabel'nikov, D.V.** Structure and electronic properties of oxyanionic crystal surfaces / D.V. Korabel'nikov, Yu.N. Zhuravlev // J. Surf. Investig. - 2013. - V.7. - P. 1067-1071.
6. **Korabel'nikov, D.V.** Theoretical study of the thermodynamic properties of lithium, sodium, and potassium nitrates / D.V. Korabel'nikov, Yu.N. Zhuravlev // Phys. Solid State. - 2013. - V.55. - P. 1765-1772.
7. **Korabel'nikov, D.V.** Structure and electronic properties of $\text{Na}_2\text{O}_2/\text{NaClO}_4(001)$, $\text{K}_2\text{O}/\text{KClO}_3(001)$ systems / D.V. Korabel'nikov, Yu.N. Zhuravlev // J. Struct. Chem. - 2015. - V.56. - P. 203-208.
8. **Korabel'nikov, D. V.** Structure and electronic properties of MNO_3 (M: Li, Na, K, NH_4) under pressure: DFT-D study / D.V. Korabel'nikov, Yu.N. Zhuravlev // J. Phys. Chem. Solids. - 2015. - V. 87. - P. 38-47.
9. **Korabel'nikov, D.V.** Structure and electronic properties of 3,3'-diamino-4,4'-azo-1,2,4-triazole nitrate and perchlorate / D.V. Korabel'nikov, Yu.N. Zhuravlev // J. Struct. Chem. - 2016. - V.57. - P. 446-453.
10. **Korabel'nikov, D. V.** Positive and negative linear compressibility and electronic properties of energetic and porous hybrid crystals with nitrate anions / D. V. Korabel'nikov, Yu. N. Zhuravlev // Phys. Chem. Chem. Phys. - 2016. - V. 18. - P. 33126-33133.
11. **Korabel'nikov, D.V.** Ab initio investigations of the elastic properties of chlorates and perchlorates / D.V. Korabel'nikov, Yu.N. Zhuravlev // Phys. Solid State. - 2016. - V.58. - P. 1166-1171.
12. **Korabel'nikov, D.V.** First-principles study of the elastic properties of nitrates / D.V. Korabel'nikov, Yu.N. Zhuravlev // Russ. Phys. J. - 2017. - V.59. - P. 2122-2129.
13. Zhuravlev, Yu.N. An ab initio study of the vibrational properties of alkaline-earth metal nitrates and their crystallohydrates / Y.N. Zhuravlev, **D.V. Korabel'nikov** // Opt. Spectrosc. - 2017. - V.122. - P. 929-936.
14. **Korabel'nikov, D.V.** Compressibility anisotropy and electronic properties of oxyanionic hydrates / D.V. Korabel'nikov, Yu.N. Zhuravlev // J. Phys. Chem. A - 2017. - V. 121. - P. 6481-6490.
15. **Korabel'nikov, D.V.** Effect of pressure on the structure and the electronic properties of LiClO_4 , NaClO_4 , KClO_4 , and NH_4ClO_4 / D.V. Korabel'nikov, Yu.N. Zhuravlev // Phys. Solid State. - 2017. - V.59. - P. 254-261.
16. Zhuravlev, Yu.N. Ab initio study of the structure and electronic properties of magnesium and calcium nitrates and their crystal hydrates / Yu.N. Zhuravlev, **D.V. Korabel'nikov** // J. Struct. Chem. - 2017. - V.58. - P. 641-649.
17. Zhuravlev, Yu.N. Elastic and Photoelastic Properties of $\text{M}(\text{NO}_3)_2$, MO (M = Mg, Ca, Sr, Ba) / Yu.N. Zhuravlev, **D.V. Korabel'nikov** // Russ. Phys. J. - 2017. - V.60. - P. 149-156.
18. **Korabel'nikov, D.V.** Vibrational and thermal properties of oxyanionic crystals / D.V. Korabel'nikov // Phys. Solid State. - 2018. - V.60. - P. 571-580.
19. **Korabel'nikov, D.V.** Ab initio structure and vibration properties of oxyanionic crystalline hydrates / D.V. Korabel'nikov, Yu.N. Zhuravlev // Phys. Solid State. - 2018. - V.60. - P. 2058-2065.
20. **Korabel'nikov, D.V.** Structural, elastic, electronic and vibrational properties of a series of sulfates from first principles calculations / D.V. Korabel'nikov, Yu.N. Zhuravlev // J. Phys. Chem. Solids. - 2018. - V. 119. - P. 114-121.
21. **Korabel'nikov, D. V.** The nature of the chemical bond in oxyanionic crystals based on QTAIM topological analysis of electron densities / D. V. Korabel'nikov, Yu. N. Zhuravlev // RSC Advances. - 2019. - V. 9. - P.12020-12033.
22. **Korabel'nikov, D. V.** Semi-empirical and ab initio calculations for crystals under pressure at fixed temperatures: the case of guanidinium perchlorate / D. V. Korabel'nikov, Yu. N. Zhuravlev // RSC Advances. - 2020. - V. 10. - P. 42204-42211.

23. Zhuravlev, Yu.N. Research of cation dependences of structural and elastic properties of metal carbonates series by density functional theory calculations / Yu.N. Zhuravlev, **D.V. Korabel'nikov** // Mater. Today Commun. – 2021. – V. 28. – P. 102509.
24. Zhuravlev, Yu.N. First-principle studies of the pressure effect on metal carbonates elastic properties / Yu.N. Zhuravlev, **D.V. Korabel'nikov** // Solid State Commun. – 2022. – V. 346. – P. 114706.
25. Zhuravlev, Yu.N. Theoretical study of the effect of pressure on the structure and electronic properties of metal carbonates / Yu.N. Zhuravlev, **D.V. Korabel'nikov** // Bull. Russ. Acad. Sci. Phys. – 2022. – V. 86. – P. 1230-1241.

Тезисы докладов научных конференций:

26. Журавлёв, Ю.Н. Электронные свойства оксианионных кристаллов / Ю.Н. Журавлёв, **Д.В. Корабельников** // сб. докл. Междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы физики твёрдого тела (ФТТ-2009)». – Минск, 2009. - Т.2. - с. 248-250.
27. **Корабельников, Д.В.** Электронная структура и свойства йодата лития / Д.В. Корабельников, Д.А. Киямова // сб. докл. Междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы физики твёрдого тела (ФТТ-2011)». – Минск, 2011. - Т.1. - с. 216-218.
28. **Корабельников, Д.В.** Тепловые свойства оксианионных кристаллов из первых принципов / Д.В. Корабельников, Ю.Н. Журавлёв // сб. докл. Междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы физики твёрдого тела (ФТТ-2013)». – Минск, 2013. - Т.2. - с. 68-69.
29. **Корабельников, Д.В.** Теоретическое исследование ионно-молекулярных кристаллов и их поверхности / Д.В. Корабельников, Ю.Н. Журавлёв // Сборник материалов Всероссийской конференции «Методы исследования состава и структуры функциональных материалов (МИССФМ-2013)». – Новосибирск, 2013. - с. 329-330.
30. **Корабельников, Д.В.** Поверхностные свойства оксианионных кристаллов из первых принципов / Д.В. Корабельников // Сборник материалов Российской конференции с международным участием «Физико-химия и технология неорганических материалов». – Москва: ИМЕТ РАН, 2013. - с. 96-97.
31. **Корабельников, Д.В.** Упругие свойства нитрата лития из первых принципов / Д.В. Корабельников, Ю.Н. Журавлёв // Сборник материалов международных научных чтений им. чл.-корр. РАН И.А. Одингга «Механические свойства современных конструкционных материалов». – Москва: ИМЕТ РАН, 2014. - с. 154-155.
32. **Корабельников, Д.В.** Каталитические свойства нанослоя пероксида натрия и оксида калия на поверхности ионно-молекулярных кристаллов / Д.В. Корабельников, Ю.Н. Журавлёв // Сборник тезисов докладов II Всероссийской конференции с международным участием «Горячие точки химии твердого тела - механизмы твердофазных процессов (НТSSC-2015)». – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2015. - с. 70.
33. **Корабельников, Д.В.** Структура и электронные свойства сульфатов / Д.В. Корабельников, Ю.Н. Журавлёв // сб. докл. Междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы физики твёрдого тела (ФТТ-2018)». – Минск, 2018. - Т.2. - с. 62-63.
34. **Korabel'nikov, D.V.** Pressure effect on the structure and electronic properties of oxyanionic crystals from first principles / D.V. Korabel'nikov, Yu.N. Zhuravlev // Book of Abstracts V International Conference «Fundamental Bases of Mechanochemical Technologies» (FBMT-2018)». – Novosibirsk: IPC NSU, 2018. - с. 20.
35. **Корабельников, Д.В.** Структура и электронные свойства оксианионных кристаллов с органическим катионом / Д.В. Корабельников // Сборник материалов Российской конференции с международным участием «Физико-химия и технология материалов». – Москва: ИМЕТ РАН, 2018.- с.164-165.
36. **Корабельников, Д.В.** Упругие свойства оксидов и оксианионных солей магния и кальция из первых принципов / Д.В. Корабельников, Ю.Н. Журавлёв // Сборник материалов международных научных чтений им. чл.-корр. РАН И.А. Одингга «Механи-

- ские свойства современных конструкционных материалов». – Москва: ИМЕТ РАН, 2018. - с. 68-69.
37. **Корабельников, Д.В.** Влияние давления и химическая связь в оксианионных кристаллах / Д.В. Корабельников // Сборник тезисов докладов III Всероссийской конференции с международным участием «Горячие точки химии твердого тела: от новых идей к новым материалам (HTSSC-2019)». – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2019. - с. 208.
38. Журавлёв, Ю.Н. Теоретическое исследование влияния давления на структуру и электронные свойства карбонатов металлов / Ю.Н. Журавлёв, **Д.В. Корабельников** // Сборник тезисов докладов девятой Международной конференции «Кристаллофизика и деформационное поведение перспективных материалов». – Москва, 2021.- с. 71.
39. **Корабельников, Д.В.** Компьютерное моделирование изменения структуры перхлората гуанидиния под давлением при различных температурах / Д.В. Корабельников, Ю.Н. Журавлёв // Сборник тезисов докладов XVI Международного научного семинара «Структурные особенности модифицирования материалов» (МНТ- XVI). – Обнинск, 2021. - с. 23.

Диссертация соответствует требованиям **пп. 9-14** «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013), предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям. Полученные автором результаты являются научным достижением в области физической химии оксианионных кристаллов.

Постановили: диссертация «Исследование структуры, межатомных взаимодействий и физико-химических свойств оксианионных кристаллов методом компьютерного моделирования» Корабельникова Дмитрия Васильевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.4.4 «Физическая химия».

Заключение принято на заседании научного семинара Института фундаментальных наук ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

Присутствовало на заседании 12 человек. Результаты голосования: "ЗА" - 12 чел., "ПРОТИВ" - 0 чел. "ВОЗДЕРЖАЛОСЬ" - 0 чел. Протокол № 1 от 15 ноября 2023 г.

Председатель семинара
и.о. директора института фундаментальных наук
к.ф.-м.н., доцент



Газенаур Е.Г.

Секретарь семинара
профессор кафедры химии твердого тела
и химического материаловедения,
зам. директора института фундаментальных наук по НР
д.ф.-м.н., доцент



Звеков А.А.