

"УТВЕРЖДАЮ"

Зам. директора ИОНХ РАН

д.х.н. чл.-корр. РАН Жижин К.Ю.

" " 2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук

Диссертация «Сложные оксиды висмута со структурой пирохлора: синтез, строение, магнитные свойства» выполнена в лаборатории синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья ИОНХ РАН.

В период подготовки диссертации соискатель Гайтко Ольга Максимовна обучалась в заочной аспирантуре и работала в должности инженера-исследователя, а затем младшего научного сотрудника в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук.

В 2013 г. окончила Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова по специальности «химия».

Гайтко О.М. 02.09.2013 поступила в заочную аспирантуру ИОНХ РАН со сроком обучения 4 года по 01.09.2017. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов № 17/18 выдано 06.03.2018 Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук.

Научный руководитель:

Егорышева Анна Владимировна, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории синтеза функциональных материалов и переработки

минерального сырья Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Выписка из протокола №1

заседания расширенного коллоквиума лаборатории синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья ИОНХ РАН

от 19 марта 2018 г.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: к.х.н. Баранчиков А.Е. (председатель коллоквиума), д.х.н. Егорышева А.В. (научный руководитель работы), д.х.н., проф. Ильин Е.Г., д.х.н., проф. Маренкин С.Ф., д.х.н., проф. Федоров П.П. (ИОФ им. А.М. Прохорова РАН), д.х.н. Эллерт О.Г., д.х.н. Гавричев К.С., д.х.н. Бреховских М.Н., д.х.н. Кецко В.А., д.х.н. Гуськов В.Н., д.х.н. Данилов В.П., д.х.н. Кренев В.А., д.х.н. Котов В.Ю., к.х.н. Кувшинова Т.Б., к.т.н. Кондаков Д.Ф., к.х.н. Рудаковская П.Г., к.х.н. Красилин А.А. (ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН), асп. Япрынцева А.Д. (секретарь коллоквиума).

Всего 18 человек, из них 12 докторов наук.

СЛУШАЛИ: доклад Гайтко О.М. на тему «Сложные оксиды висмута со структурой пирохлора: синтез, строение, магнитные свойства».

В обсуждении доклада приняли участие д.х.н. Гавричев К.С., д.х.н., проф. Ильин Е.Г., д.х.н., проф. Федоров П.П., д.х.н., проф. Маренкин С.Ф., д.х.н. Кецко В.А., к.х.н. Красилин А.А., к.х.н. Баранчиков А.Е., д.х.н. Эллерт О.Г., д.х.н. Егорышева А.В.

По докладу заданы следующие вопросы:

1. зав. лабораторией термического анализа и калориметрии, д.х.н. Гавричев К.С.
- У вас нетрадиционная структура работы: сначала свойства, потом синтез. Относятся ли эти свойства именно к образцам, полученным этим методом? Что

заставило вас «перевернуть» стандартную последовательность синтез - состав - структура - свойства?

- Присутствуют ли гидроксильные группы на поверхности полученных вами наночастиц? Если да, то как вы их удаляли? Могли ли они влиять на магнитные свойства?
- Состав соединений, который вы пишете, соответствует тому, что вы закладывали в шихту до синтеза или это, то что вы получили по результатам анализов после синтеза? Сравнивали ли эти значения, и как они коррелируют? Делали ли элементный анализ?

2. Зав. лабораторией координационной химии переходных элементов, д.х.н., проф. Ильин Е.Г.

- Расскажите, пожалуйста, о выводах, сделанных из данных EXAFS (представленных на 14м слайде).

3. зав. лабораторией Технологии наноматериалов для фотоники ИОФ РАН, д.х.н., проф. Федоров П.П.

- С точки зрения терминологии, корректно ли называть ваши образцы *нанопорошками*?
- Сформулируйте кратко, понятие «фрустрация».

4. д.х.н., проф. Маренкин С.Ф.

- Как вы можете гарантировать точность определения параметра кристаллической решетки – ведь вы работаете с порошками?
- Уверены ли вы, что особенности в магнитном поведении вызваны структурой, а не неоднородностями или примесями в образцах?
- Почему у вас свойства объемных образцов совпадают со свойствами нанопорошков? Почему нет влияния размерного фактора?

5. заведующий ЦКП ИОНХ РАН, д.х.н. Кецко В.А.

- Учитывали ли вы летучесть висмута в условиях твердофазного синтеза? Как вы это контролировали?
- Пытались ли вы измерить другие свойства, кроме магнитных? Например, диэлектрические?

б. к.х.н. Красилин А.А. (ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН)

- Как вы сделали вывод о механизме формирования полостей? Возможно ли исследовать этот процесс точнее?
- Исследовалась возможность синтеза только при одной температуре?
- Сравнивались ли результаты ГТМВ с синтезом при классическом нагреве?

Были высказаны пожелания по оформлению презентации.

На все вопросы и замечания были даны исчерпывающие ответы.

Оценка выполненной соискателем работы.

В рамках диссертационной работы Гайтко Ольгой Максимовной проведен подробный анализ современных литературных сведений о тройных соединениях со структурой типа пирохлора в системах $A_2O_3 - M_xO_y - Sb_2O_5$. Рассмотрены особенности структуры висмутсодержащих пирохлоров. Приведены имеющиеся сведения о магнитных свойствах сложных пирохлоров, содержащих Fe, Ni, Cr, Mn.

Являясь трехмерным аналогом геометрически фрустрированной двумерной магнитной решетки типа кагоме, предметом особого внимания становятся пирохлоры, содержащие магнитные катионы. Для них характерны антиферромагнитные (АФМ) взаимодействия ближнего порядка, а при низких температурах может наблюдаться переход в состояние спинового стекла. Активные исследования, проводимые в последние годы, позволили существенно продвинуться вперед в представлениях о необычных спиновых состояниях. Тем не менее, состояние спинового стекла изучено далеко не полностью. В этой связи **актуальной задачей** химии твердого тела представляется поиск и направленный синтезе новых сложных оксидов со структурой типа пирохлора в системах $Bi_2O_3 - M_xO_y - Sb_2O_5$ ($M=Cr, Mn, Fe, Ni$) и выявление взаимосвязи между составом, структурным разупорядочением пирохлоров и формированием состояния спинового стекла. Впервые изучены системы $Bi_2O_3 - M_xO_y - Sb_2O_5$ с двух- и трёхвалентными катионами, а также с катионами, имеющими смешанную валентность, $M=Cr, Mn, Fe, Ni$. Для установления зависимости магнитного

поведения пироксидов от разупорядочения, вносимого стереохимически активной неподеленной парой электронов $6s^2$ иона Bi^{3+} , была рассмотрена возможность замещения Bi^{3+} ионами с близкими радиусами La^{3+} и Pr^{3+} . Изучены система $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-Sb}_2\text{O}_5$, а также сечения $\text{Bi}_{1.8-x}(\text{Pr/La})_x\text{Fe}_{1.2}\text{SbO}_7$, $\text{Pr}_{(2-x)}\text{Fe}_{(1+x)}\text{SbO}_7$ ($x=0\div 1$). Исследование магниторазбавленных фаз $\text{Bi}_{1.8}\text{Fe}_{1.2(1-x)}\text{Ga}_{1.2x}\text{SbO}_7$ ($x=0\div 1$) и $\text{Bi}_{1.8}\text{Fe}_{0.84}\text{Al}_{0.36}\text{SbO}_7$ позволило установить влияние концентрации магнитного катиона на переход в состояние спинового стекла. С целью исследования влияния размерного фактора на магнитные свойства была впервые разработана методика гидротермально-микроволнового синтеза нанокристаллического Bi-Fe-Sb-O пироксидов.

В диссертации Гайтко Ольги Максимовны «Сложные оксиды висмута со структурой пироксидов: синтез, строение, магнитные свойства» поставлены и решены актуальные задачи современной химии, связанные с поиском, синтезом и физико-химическим исследованием новых тройных висмутсодержащих оксидов.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.

Диссертация является самостоятельной, законченной и оригинальной научно-исследовательской работой. Личный вклад соискателя заключается в составлении литературного обзора по состоянию исследований по теме диссертации. Постановка задач работы, анализ литературных данных, планирование и проведение экспериментов по синтезу и физико-химическому исследованию полученных соединений происходили при непосредственном участии диссертанта. Автор обработал и совместно с научным руководителем и соавторами интерпретировал все полученные экспериментальные данные и подготовил их для публикации, а также для представления на научных семинарах и конференциях.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Использование в работе широкого спектра современных методов исследований, данные которых не противоречат друг другу, обсуждение результатов на всероссийских и международных конференциях позволяет судить

о высокой степени их достоверности. Сделанные в диссертации выводы научно обоснованы и являются обобщением тщательно выполненного эксперимента с применением современных физико-химических анализов.

Научная новизна работы:

1. Впервые построены изотермические сечения систем $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-NiO-Sb}_2\text{O}_5$ и $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-Sb}_2\text{O}_5$, уточнено изотермическое сечение $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-Sb}_2\text{O}_5$, и определены области существования твердых растворов со структурой пирохлора $(\text{Bi}_{2-x}\text{Fe}_x)\text{Fe}_{1+y}\text{Sb}_{1-y}\text{O}_{7\pm\delta}$, $(\text{Bi}_{2-x}\text{Ni}_x)\text{Ni}_{2/3-y}\text{Sb}_{4/3+y}\text{O}_{7\pm\delta}$, $\text{Bi}_{(2-x)}\text{Cr}_{(1+x)}\text{SbO}_7$, $\text{Bi}_{(2-x)}\text{Mn}_{(1+x/2)}\text{Sb}_{(1+x/2)}\text{O}_7$, $\text{Pr}_{(2-x)}\text{Fe}_{(1+x)}\text{SbO}_7$, $\text{Bi}_{(1.8-x)}\text{A}_x\text{Fe}_{1.2}\text{SbO}_7$ ($\text{A}=\text{La}, \text{Pr}$) и $\text{Bi}_{1.8}\text{Fe}_{1.2(1-x)}\text{Ga}_{1.2x}\text{SbO}_7$. Обнаружено 10 новых соединений и решены их структуры.

2. Изучено взаимодействие солянокислых растворов висмута, железа и сурьмы с аммиаком и моноэтаноламином, и методом соосаждения с последующим отжигом синтезированы нанокристаллические порошки Bi-Fe-Sb-O пирохлоров.

3. Впервые в гидротермальных условиях при микроволновом воздействии синтезирован нанокристаллический Bi-Fe-Sb-O пирохлор в системе $\text{NaOH-Bi(NO}_3)_3\text{-Fe(NO}_3)_3\text{-Sb}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$. Показано, что формирование частиц пирохлора происходит по механизму ориентированного сращивания.

4. Установлено, что все синтезированные пирохлоры за исключением Ni -содержащего относятся к магнитнофрустрированным материалам, в которых осуществляется переход в состояние спинового стекла при низких температурах. Ni -пирохлор оказался парамагнитным по своей природе.

5. Впервые установлена сильная концентрационная зависимость магнитного поведения Mn -содержащих пирохлоров. При достижении пороговой концентрации Mn наряду с переходом в состояние спинового стекла наблюдается низкотемпературный антиферромагнитный переход.

6. Установлено, что температура перехода в состояние спинового стекла определяется исключительно концентрацией магнитных ионов в октаэдрической подрешетке.

7. Показано, что структурное разупорядочение, связанное с неподеленной парой электронов иона Bi^{3+} , не влияет на температуру перехода в состояние спинового стекла.

8. На примере Bi-Fe-Sb-O пирохлора показано отсутствие влияния размерного фактора на переход в состояние спинового стекла.

Практическая значимость:

Полученные данные дополняют существующий справочный материал по фазовым равновесиям в системах $\text{A}_2\text{O}_3\text{-M}_x\text{O}_y\text{-Sb}_2\text{O}_5$ ($\text{A} = \text{La, Pr, Bi}$; $\text{M} = \text{Cr, Mn, Fe, Ni}$). Они являются научной основой направленного синтеза материалов с заданными функциональными характеристиками.

Разработаны методики получения нанокристаллического Bi-Fe-Sb-O пирохлора в гидротермальных условиях при микроволновом воздействии, а также методом соосаждения с последующим отжигом.

Структурные данные впервые синтезированных фаз депонированы в FIZ Karlsruhe (CSD номера: 428060 - $\text{Bi}_{1.76}\text{Ni}_{0.13}\square_{0.11}(\text{Ni}_{0.67}\text{Sb}_{1.37})\text{O}_7$, 428059 - $\text{Bi}_3\text{Ni}_{2/3}\text{Sb}_{7/3}\text{O}_{11}$, 428738 - $\text{Bi}_3\text{FeSb}_2\text{O}_{11}$, 431007 - $\text{LaFe}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{O}_6$, 433823 - $\text{Bi}_{1.81}\text{Cr}_{1.15}\text{Sb}_{1.04}\text{O}_7$).

Специальность, которой соответствует диссертация.

Диссертация Гайтко Ольги Максимовны соответствует паспорту специальности 02.00.21 – химия твердого тела в пунктах: 1. Разработка и создание методов синтеза твердофазных соединений и материалов. 5. Изучение пространственного и электронного строения твердофазных соединений и материалов. 7. Установление закономерностей «состав – структура – свойство» для твердофазных соединений и материалов. 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.

Диссертация соответствует паспорту специальности 02.00.01 – Неорганическая химия в пунктах: 1. Фундаментальные основы получения объектов исследования неорганической химии и материалов на их основе. 2.

Дизайн и синтез новых неорганических соединений и особо чистых веществ с заданными свойствами. 3. Химическая связь и строение неорганических соединений. 5. Взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений. Неорганические наноструктурированные материалы.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Содержание диссертации полно отражено в работах, опубликованных соискателем: 10 статьях в российских и зарубежных научных журналах и 14 тезисах докладов на всероссийских и международных конференциях.

1. A.V. Egorysheva, O.G. Ellert, O.M. Gajtko, D.I. Kirdyankin, R.D. Svetogorov. Complex dependence of magnetic properties on Mn concentration in Bi-Mn-Sb-O pyrochlores. *J. Alloys Compd.*, 2017, V. 718, P. 311–318.

2. Егорышева А.В., Эллерт О.Г., Гайтко О.М., Бреховских М.Н., Жидкова И.А., Максимов Ю.В. Фторирование твердых растворов со структурой пирохлора $\text{Bi}_{1.8}\text{Fe}_{1.2}\text{SbO}_7$. *Неорган. материалы*, 2017, Т. 53, №. 9, С. 982-988.

3. А. В. Егорышева, Т. И. Миленов, П. М. Рафаилов, О. М. Гайтко, Г. В. Авдеев, Т. Д. Дудкина. Оптические и колебательные спектры твердых растворов $\text{Bi}_{1.8}\text{Fe}_{1.2(1-x)}\text{Ga}_{1.2x}\text{SbO}_7$ со структурой типа пирохлора. // *ЖНХ*, 2017, Т. 62, № 7, С. 961-964.

4. Егорышева А.В., Эллерт О.Г., Гайтко О.М., Берсенева А.А., Максимов Ю.В., Дудкина Т.Д. Магнитные свойства твердых растворов со структурой типа пирохлора $\text{Pr}_{2-x}\text{Fe}_{1+x}\text{SbO}_7$, $\text{Bi}_{2-x}\text{Ln}_x\text{FeSbO}_7$ (Ln = La, Pr). // *Неорган. материалы*, 2016, Т. 52, №. 10, С. 1106-1115.

5. O.G. Ellert, A.V. Egorysheva, Yu V. Maksimov, O.M. Gajtko, N.N. Efimov, R.D. Svetogorov. Isomorphism in the $\text{Bi}_{1.8}\text{Fe}_{1.2(1-x)}\text{Ga}_{1.2x}\text{SbO}_7$ pyrochlores with spin glass transition. // *J. Alloys Compd.*, 2016, V. 688, P. 1-7.

6. A.V. Egorysheva, O.G. Ellert, O.M. Gajtko, A.A. Berseneva, Yu.V. Maksimov, R.D. Svetogorov. Subsolidus phase equilibria in the $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Fe}_2\text{O}_3\text{--Sb}_2\text{O}_5$ system and characterization of layered ternary oxide $\text{LaFe}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{O}_6$. // *Ceram. Int.*, 2016, V. 42, № 12, P. 13976–13982.

7. Egorysheva, A. V., Gajtko, O. M., Rudnev, P. O., Ellert, O. G. and Ivanov, V. K. Synthesis of Bi–Fe–Sb–O pyrochlore nanoparticles with visible-light photocatalytic activity. // *Eur. J. Inorg. Chem.*, 2016, V. 2016, № 13-14, P. 2193–2199.

8. Т. Б. Кувшинова, А. В. Егорышева, О. М. Гайтко, П. О. Руднев, А. Е. Баранчиков, Т. Д. Дудкина. Синтез нанокристаллического тройного оксида висмута, железа, сурьмы со структурой пирохлора. // *ЖНХ*, 2015, Т. 60, №10, С. 1294-1298.

9. A.V. Egorysheva, O.G. Ellert, Y.V. Zubavichus, O.M. Gajtko, N.N. Efimov, R.D. Svetogorov, V.Yu. Murzin. New complex bismuth oxides in the $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{--NiO--Sb}_2\text{O}_5$ system and their properties. // *J. Solid State Chem.*, 2015, V. 225, P. 97-104.

10. A.V. Egorysheva, O.G. Ellert, O.M. Gajtko, N.N. Efimov, R.D. Svetogorov, Y.V. Zubavichus, A.V. Grigorieva. The $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-Sb}_2\text{O}_5$ system phase diagram refinement, $\text{Bi}_3\text{FeSb}_2\text{O}_{11}$ structure peculiarities and magnetic properties. // J. Solid State Chem., 2015, V. 225, P. 278-284.

11. А.В. Егорышева, Т.Д. Дудкина, О.М. Гайтко, О.Г. Эллерт. Фотокаталитические свойства сложного оксида $\text{Bi}_{1.8}\text{Cr}_{1.2}\text{SbO}_7$ со структурой пирохлора. // Сб. науч. тр. VII международной конференции по фотонике и информационной оптике, г. Москва, Россия, 24-26 января 2018 г, С. 424-425.

12. Гайтко О.М., Егорышева А.В., Эллерт О.Г., Кузнецова Е.С. Сложные оксиды висмута со структурой пирохлора в системах $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-M}_x\text{O}_y\text{-Sb}_2\text{O}_5$ ($\text{M} = \text{Cr}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Ni}$). // Сб. тез. VII Конференции молодых ученых по общей и неорганической химии ИОНХ РАН, г. Москва, Россия, 11-14 апреля 2017 г., С.47-48.

13. Егорышева А.В., Дудкина Т.Д., Гайтко О.М., Руднев П.О. Спектры комбинационного рассеяния твердых растворов $\text{Bi}_{1.8}\text{Fe}_{1.2(1-x)}\text{Ga}_{1.2x}\text{SbO}_7$ со структурой пирохлора. // Сб. научных трудов VI международной конференции по фотонике и информационной оптике, г. Москва, Россия, 1-3 февраля 2017 г., С. 416.

14. Егорышева А.В., Эллерт О.Г., Гайтко О.М., Кувшинова Т.Б., Иванов В.К. Магнитные пирохлоры на основе сложных оксидов висмута. // Тез. докл. XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. г. Екатеринбург, Россия, 26–30 сентября 2016г, Т. 2а, С. 278.

15. Егорышева А.В., Дудкина Т.Д., Гайтко О.М., Руднев П.О. Синтез фотокатализатора видимого диапазона на основе сложного оксида висмута. // Сб. науч. тр. V международной конференции по фотонике и информационной оптике, г. Москва, Россия, 3-5 февраля 2016г, С. 305-306.

16. Гайтко О. М. Гидротермально - микроволновой синтез нанокристаллического Bi-Fe-Sb-O пирохлора для фотокаталитических приложений. // Сб. тез. VI Конференции молодых ученых по общей и неорганической химии ИОНХ РАН, г. Москва, Россия, 12-15 апреля 2016г, С. 49.

17. Егорышева А.В., Гайтко О.М., Эллерт О.Г., Руднев П.О. Кристаллизация в системе $\text{NaOH-Bi(NO}_3)_3\text{-Fe(NO}_3)_3\text{-Sb}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ при гидротермально-микроволновом воздействии // Сб. тез. XXVII симпозиума «Современная химическая физика», г. Туапсе, 25 сентября – 1 октября, 2015, С.65.

18. Egorysheva A.V., Gajtko O.M., Kuvshinova T.B., Rudnev P.O., Ellert O.G., Synthesis of Bi-Fe-Sb-O pyrochlore nanoparticles with the visible-light photoactivity. // Book of abstracts 3d Int. Conf. on Advanced Complex Inorganic Nanomaterials, ACIN 2015, Belgium, Namur, 13-17 July 2015, P.56.

19. Гайтко О.М. Синтез нанокристаллических сложных оксидов висмута. // Материалы XXII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2015», г. Москва, Россия, 13-17 апреля 2015г, С.10.

20. Гайтко О.М., Кувшинова Т.Б., Руднев П.О., Егорышева А.В. Низкотемпературный синтез нанокристаллического $\text{Bi}_{1.2}\text{Fe}_{1.8}\text{SbO}_7$ со структурой пирохлора. // Сб. тез. Третьей Международной конференции стран СНГ «Зольгель 2014», г. Суздаль, Россия, 8-12 сентября 2014 г., С. 167.

21. A. V. Egorysheva, O. G. Ellert, O. M. Gaitko. New magnetic dilute pyrochlores $\text{Bi}_{1.8}\text{Fe}_{1.2-x}\text{Ga}_x\text{SbO}_7$ with spin-glass transition. // Тез. Международной конференции «11th Conference on Solid State Chemistry», Slovak Republic, Trenčianske Teplice, 6-11 July 2014, P.122.

22. A. V. Egorysheva, O. G. Ellert, O. M. Gaitko. New ternary oxides in Bi_2O_3 -NiO- Sb_2O_5 system with pyrochlore and KSbO_3 -type structures. // Тез. Международной конференции «11th Conference on Solid State Chemistry», Slovak Republic, Trenčianske Teplice, 6-11 July 2014, P.25.

23. Гайтко О.М. Сложные оксиды висмута в системе Bi_2O_3 - Fe_2O_3 - Sb_2O_5 . // Материалы XXI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2014», г. Москва, Россия, 7-11 апреля 2014г, С.6.

24. Гайтко О. М., Егорышева А.В., Эллерт О.Г., Ефимов Н.Н. Фазовые равновесия в системе Bi_2O_3 -NiO- Sb_2O_5 . // Сб. тез. IV Конференции молодых ученых по общей и неорганической химии ИОНХ РАН, г. Москва, Россия, 15-18 апреля 2014г, С. 35.

ПОСТАНОВИЛИ: Диссертационная работа «Сложные оксиды висмута со структурой пирохлора: синтез, строение, магнитные свойства» Гайтко Ольги Максимовны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальностям 02.00.21 – химия твердого тела и 02.00.01 – Неорганическая химия на диссертационном совете Д 002.021.02 ИОНХ РАН.

Заключение принято на заседании расширенного коллоквиума лаборатории синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья ИОНХ РАН от 19 марта 2018 г.

Присутствовало на заседании 18 человек.

Результаты голосования: «за» - 18 чел., «против» - 0 чел., воздержались - 0 чел., протокол от 19 марта 2018 г.

Председатель коллоквиума,
к.х. н., зав. лабораторией

Баранчиков А.Е.

Секретарь коллоквиума,
асп.

Япрынцев А.Д.