

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.114.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И
ФОТОНИКА» РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» ПО ДИССЕРТАЦИИ
АНТИПИНА АЛЕКСАНДРА МАКСИМОВИЧА НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 22 февраля 2022 г., протокол № 1

О присуждении **Антипину Александру Максимовичу**, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Строение монокристаллов редкоземельных молибдатов $Ln_5Mo_3O_{16+8}$ ($Ln = Pr, Nd$), Ln_2MoO_6 ($Ln = La, Pr, Nd$) и легированных соединений на их основе» по специальности 01.04.18 (1.3.20) – «кристаллография, физика кристаллов» принята к защите 16.11.2021 г., протокол № 8, диссертационным советом Д 002.114.01 на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук» (ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН), Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), 119333, г. Москва, Ленинский проспект, дом 59. Диссертационный совет Д 002.114.01 создан приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Антипин Александр Максимович, 1990 г.р., в 2013 г. окончил кафедру физики наносистем физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» по специальности физика. В настоящее время Антипин А.М. работает в лаборатории рентгеновских методов анализа и синхротронного излучения структурного подразделения ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН – «Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН» (ИК РАН), Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в должности младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа выполнена в лаборатории рентгеновских методов анализа и синхротронного излучения структурного подразделения ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН – «Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН» (ИК РАН), Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Научный руководитель – **Алексеева Ольга Анатольевна**, кандидат физико-математических наук, директор ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН.

Официальные оппоненты:

Чупрунов Евгений Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой кристаллографии и экспериментальной физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Кузьмичева Галина Михайловна, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры цифровых и аддитивных технологий Физико-технологического института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет»

— дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»** (г. Москва) в своём **положительном отзыве**, подписанном доктором химических наук, член-корреспондентом РАН, и.о. декана геологического факультета МГУ Н.Н. Ереминым, доктором геолого-минералогических наук, академиком РАН, профессором кафедры кристаллографии и кристаллохимии, президентом геологического факультета МГУ Д.Ю. Пушаровским, доктором геолого-минералогических наук, доцентом кафедры кристаллографии и кристаллохимии геологического факультета МГУ Н.В. Зубковой и утвержденном доктором физико-математических наук, проректором Управления научной политики МГУ имени М.В. Ломоносова, Федяниным Андреем Анатольевичем, указала, что диссертационная работа Антипина Александра Максимовича «Строение монокристаллов редкоземельных молибдатов $Ln_5Mo_3O_{16+\delta}$ ($Ln = Pr, Nd$), Ln_2MoO_6 ($Ln = La, Pr, Nd$) и легированных соединений на их основе» установлению особенностей строения монокристаллов ряда соединений редкоземельных молибдатов, выявлению закономерных корреляций между структурными характеристиками и физическими свойствами. Поиск новых полифункциональных материалов, к которым относятся редкоземельные молибдаты – обширная группа соединений, многие из которых обладают сегнетоэлектрическими, люминесцентными свойствами, смешанной электронно-ионной проводимостью и др., является актуальной задачей современного материаловедения, кристаллографии и физики твердого тела.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые проведено комплексное исследование строения монокристаллов двух семейств соединений Ln_2MoO_6 ($Ln = La, Pr, Nd$) и $Ln_5Mo_3O_{16+\delta}$ ($Ln = Pr, Nd$). С использованием комплементарных методов химического, электронного и синхротронного анализа уточнены детали строения монокристаллов. Впервые для соединений семейства $Ln_5Mo_3O_{16+\delta}$ экспериментально доказан факт частичного взаимозамещения катионов в позициях редкоземельных металлов и молибдена, расщепления основных позиций атомов кислорода и присутствия в структуре атомов избыточного межузельного кислорода. Впервые на монокристаллах изучено влияние легирующих примесей Pb, W, V, Ca на кристаллическую структуру соединения $Nd_5Mo_3O_{16+\delta}$. Получены новые сведения о полиморфных модификациях оксимолибдатов Ln_2MoO_6 ($Ln = La, Pr, Nd$). Установлена возможность существования при комнатной температуре двух тетрагональных фаз Nd_2MoO_6 : высокотемпературной centrosymmetric $I4_1/acd$ в метастабильном состоянии и неcentrosymmetric $I-4c2$. Понижение симметрии при понижении температуры происходит за счёт смещения кислородных позиций при сохранении относительных положений катионов структуры. Впервые изучено строение монокристаллов

низкотемпературной моноклинной модификации Nd_2MoO_6 и строение тетрагональных оксимолибдатов Ln_2MoO_6 ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}$), легированных магнием. Показано, что частичное замещение атомов Mo^{6+} атомами Mg^{2+} приводит к разупорядочению кислородных позиций и уменьшению их заселенности.

Материал диссертации изложен четко и последовательно. Диссертационная работа содержит обширный набор ссылок на различные литературные источники, имеющие прямое отношение к теме диссертации, она хорошо оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Наглядные рисунки, схемы и таблицы прекрасно иллюстрируют полученные автором результаты. Диссертация представляет собой цельную, завершенную научно-исследовательскую работу по актуальной тематике и обладает существенной практической значимостью.

Таким образом, можно заключить, что диссертация Антипина Александра Максимовича представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, соответствующую всем критериям и требованиям раздела II Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Антипин Александр Максимович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.18 – «Кристаллография, физика кристаллов».

По теме диссертационной работы опубликовано 13 статей в рецензируемых научных журналах. Результаты представлены на национальных и международных научных конференциях. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Антипин А.М. Кристаллическая структура монокристаллов $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16}$, допированных ванадием / А.М. Антипин, О.А. Алексеева, Н.И. Сорокина, И.А. Верин, Н.Е. Новикова, Н.Г. Фурманова, Е.П. Харитонова, В.И. Воронкова // Кристаллография. – 2014. – Т. 59. – № 2. – С. 200-205.

2. Antipin A.M. Structure of fluorite-like compound based on $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16}$ with lead partly substituting for neodymium / A.M. Antipin, N.I. Sorokina, O.A. Alekseeva, A.N. Kuskova, E.P. Kharitonova, E.I. Orlova, V.I. Voronkova // Acta Crystallographica Section B: Structural Science, Crystal Engineering and Materials. – 2015. – V. 71. – P. 186-193.

3. Антипин А.М. Строение соединения $\text{Pr}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$, обладающего смешанной электронно-ионной проводимостью / А.М. Антипин, О.А. Алексеева, Н.И. Сорокина, А.Н. Кускова, В.В. Артемов, В.Ю. Мурзин, Е.П. Харитонова, Е.А. Орлова, В.И. Воронкова // Кристаллография. – 2015. – Т. 60. – № 5. – С. 704-711.

4. Антипин А.М. Полиморфизм и структура монокристаллов Nd_2MoO_6 / А.М. Антипин, Н.И. Сорокина, О.А. Алексеева, А.П. Дудка, Д.Ю. Чернышов, В.И. Воронкова // Кристаллография. – 2017. – Т. 62. – № 4. – С. 551-558.

5. Дудка А.П. Новая аппаратная и программная платформа для проведения эксперимента на рентгеновском дифрактометре HUBER-5042 с гелиевым криостатом

DISPLEX DE-202 в интервале температур 20–300 К / А.П. Дудка, **А.М. Антипин**, И.А. Верин // Кристаллография. – 2017. – Т. 62. – № 5. – С. 829-833.

6. Антипин А.М. Структура монокристаллов $Nd_5Mo_3O_{16+\delta}$, допированных вольфрамом / **А.М. Антипин**, Н.И. Сорокина, О.А. Алексеева, Я.В. Зубавичус, В.В. Артемов, Е.П. Харитоновна, Е.И. Орлова, В.И. Воронкова // Кристаллография. – 2018. – Т. 63. – № 3. С. 380-385.

7. Orlova, E. Structure and Properties of Ln_2MoO_6 Oxymolybdates ($Ln = La, Pr, Nd$) Doped with Magnesium / E. Orlova, E. Kharitonova, T. Sorokin, **A. Antipin**, N. Novikova, N. Sorokina, V. Voronkova // Crystals. – 2021. – Vol. 11. – № 6. – P. 611.

На диссертацию и автореферат поступило 8 **положительных отзывов**.

1. **Бубнова Римма Сергеевна** – д.х.н., заведующая лабораторией структурной химии оксидов Института химии силикатов им. И.В.Гребенщикова РАН (ИХС РАН) отметила следующие замечания:

1) Жаль, что не удалось увидеть в автореферате итоговых таблиц, отражающих количество уточненных структур, параметры эксперимента, содержание примесных элементов.

2) С.1. Наверное, при легировании фазы элементами переменной валентности следует указывать заряд и вместо « $Nd_5Mo_3O_{16+\delta}\cdot V$ », писать « $Nd_5Mo_3O_{16+\delta}\cdot V^{3+}$ ».

3) С.20, п.3. Для «тетрагональной фазы Ln_2MoO_6 автором показано, что при концентрации примеси 2.6–11.4% не происходит радикальных структурных изменений». Хотелось бы знать, что происходит при увеличении содержания магния.

4) Из оформления, хотелось бы остановиться на двух замечаниях:

- Градусы Кельвина следует обозначать латинской буквой К, а не русской, как на стр.8 и др.

- На рис.6 и др. атомы кислорода O1–O6 не видны.

2. **Козленко Денис Петрович** – д.ф.-м.н., начальник научно-экспериментального отдела нейтронных исследований конденсированных сред лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка Объединенного института ядерных исследований (ЛНФ ОИЯИ), отметил следующие замечания:

1) В исследуемых соединениях есть кислородная нестехиометрия δ . Оценивалась ли ее величина какими-либо методами? Было бы полезно привести в автореферате оценочные значения для типовых соединений.

2) В автореферате весьма подробно графически проиллюстрированы структуры различных фаз исследуемых соединений и эффекты катионных замещений. В тоже время было бы весьма полезно привести таблицы с набором основных структурных параметров, включая параметры элементарной ячейки и атомные координаты.

3) В описании результатов исследования оксимолибдатов (с. 19 автореферата) сказано, что атомы кислорода в структурах La_2MoO_6 и Pt_2MoO_6 смещаются из своих положений и не могут быть корректно учтены в рамках пр. гр. I-4с2. Можно ли предложить другие модели атомной структуры данных соединений, учитывающие эти смещения, или указанные смещения имеют некогерентный характер, обусловленный присутствием нестехиометрии?

3. Истомин Сергей Яковлевич – к.х.н., доцент кафедры неорганической химии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, отметил следующие замечания:

1) К сожалению, в автореферате отсутствуют какие-либо данные о кислородном содержании изученных оксидов $Ln_5Mo_3O_{16+\delta}$ ($Ln = Nd, Pr$). Это относится к результатам уточнения их кристаллических структур, а также к подтверждению кислородного содержания каким-либо независимым методом, например, методом химического анализа. Учитывая переменное содержание кислорода в таких фазах и сложную разупорядоченную кристаллическую структуру, данные по их кислородному содержанию помогли бы подтвердить правильность предложенной модели структуры.

2) При исследовании кристаллической структуры диссертант не использует метод максимальной энтропии (МЕМ), который очень полезен при анализе структуры разупорядоченных фаз. Почему?

3) К сожалению, в автореферате отсутствуют сведения по содержанию допирующих катионов. Например, какое количество M^{2+} катионов в $Nd_2MoO_6:Pb$ и $Nd_2MoO_6:Mg$?

4) В нескольких местах автореферата написано, что катионный состав полученных фаз подтверждался при помощи растровой электронной микроскопии. Например, на стр.14: “Присутствие вольфрама, свинца или кальция... подтверждено исследованиями растровой электронной микроскопии”. Состав подтверждается данными локального рентгеноспектрального анализа (ЛРСА), проведённого в растровом электронном микроскопе.

5) На стр.15 указано, что “В исходном оксиде PbO атомы свинца окружены 8 атомами кислорода...”. Это неверно, так как в PbO координационное число катионов свинца равно четырем (А.Уэллс, Структурная неорганическая химия, т.2, стр.267-268).

4. Филатов Станислав Константинович – д.г.-м.н., профессор кафедры кристаллографии Института Наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета; **Шаблинский Андрей Павлович** – к.г.-м.н., старший научный сотрудник Лаборатории структурной химии оксидов Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова, отметили следующие замечания:

1) Выполнены очень подробные структурные исследования и выявлена взаимосвязь между химическим составом и кристаллическим строением изученных соединений. Указано, что изученные соединения обладают проводящими, оптическими, люминесцентными, сегнето- и пьезоэлектрическими свойствами. Не мог бы диссертант прояснить, что он мог бы порекомендовать для улучшения данных функциональных свойств, на основе полученных им структурных данных с точки зрения синтеза и химического состава?

2) Каковы значения R-факторов во всех изученных соединениях? Хорошая сходимость модели и эксперимента без сомнения подтверждается публикацией 13 статей по теме диссертации в высокорейтинговых журналах, но данные уточнения все же следует приводить в автореферате.

3) После рисунка 4 в автореферате идёт рисунок 6. По всей видимости, сбилась нумерация рисунков.

5. Болдырева Елена Владимировна – д.х.н., профессор, ведущий научный сотрудник отдела физико-химических методов исследования «ФИЦ «Институт им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН», отметила следующие замечания:

1) Несколько подробнее рассказать о том, в чем именно состояло модифицирование программного обеспечения для проведения структурных исследований на дифрактометре HUBER-5042, позволившее повысить точность, сократить время измерений, а также очень значительно расширить диапазон доступных для измерения углов;

2) Есть ли гипотезы, почему именно температура синтеза монокристаллов Nd_2MoO_6 влияет на то, в какой полиморфной модификации данное соединение может существовать уже при комнатной температуре: в низкотемпературной моноклинной, пр. гр. $I2/c$ или в метастабильной высокотемпературной тетрагональной фазе, пр. гр. $I4_{\sqrt{acd}}$?

3) Было бы наглядно сопроводить изложение результатов о компенсации заряда за счет разного рода дефектов при гетеровалентном допировании квазихимическими уравнениями. Возможно ли отнести какие-то из наблюдаемых дефектов к антиструктурным дефектам, к дефектам кристаллографического сдвига?

6. Сомов Николай Викторович – к.ф.-м.н., доцент кафедры кристаллографии и экспериментальной физики физического факультета Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского», отметил следующие замечания:

1) В тексте присутствуют некоторые небрежности оформления. Например, символ пространственной группы $I4c2$ записан как « $I - 4c2$ ». Формат некоторых ссылок на рисунки отличается, например, «(рис. 4б)» см. стр.13.

2) Для представленных в автореферате разностных синтезов электронной плотности не указано разрешение (максимальный угол θ), с которым они были получены. Это несколько осложняет анализ представленных результатов.

7. Солодовников Сергей Федорович – д.х.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории кристаллохимии Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения РАН; **Громилов Сергей Александрович** – д.ф.-м.н., главный научный сотрудник, заведующий лабораторией кристаллохимии Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения РАН, отметили следующие замечания:

Из замеченных в автореферате недостатков отметим отсутствие таблицы с ключевыми структурными данными и недостаток информации об интервалах межатомных расстояний и КЧ расщепленных катионных позиций, не указаны формулы твёрдых растворов с легирующими элементами, не обсуждается возможность присутствия Pr^{4+} в $\text{Pr}_5\text{Mo}_3\text{O}^{16+\delta}$ и допированном магнием Pr_2MoO_6 , слишком вольно трактуется понятие химического соединения, что отражено и в названии диссертации. Встретились неудачные выражения «известны соединения $\text{Gd}_2(\text{MoO}_4)_3$ » (с. 1), «химического, электронного и синхротронного анализа» (с. 4), «уточнена заселённость атомных позиций и выявлен их дефицит» (с. 11), «основных редкоземельных позиций» (с. 20).

8. Асланов Леонид Александрович – д.х.н., профессор, заведующий лабораторией структурной химии химического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова – без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты являются ведущими специалистами в области кристаллографии, физики и химии твердых тел, рентгеновских методов анализа, а в ведущей организации активно проводятся фундаментальные и прикладные исследования в области структурной рентгеновской диагностики кристаллических материалов, в том числе работы монокристаллических объектов с перспективными физическими свойствами.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований изучено атомное строение монокристаллов двух семейств $Ln_5Mo_3O_{16+\delta}$ ($Ln = Pr, Nd$) и Ln_2MoO_6 ($Ln = La, Pr, Nd$) и легированных Pb, W, V, Ca или Mg соединений на их основе. **Проведен** анализ литературных данных по исследованию кристаллической структуры редкоземельных молибдатов, особое внимание уделено данным о строении семейств кристаллов $Ln_5Mo_3O_{16+\delta}$ и Ln_2MoO_6 . **Впервые** для редкоземельных молибдатов $Ln_5Mo_3O_{16+\delta}$ ($Ln = Nd, Pr$) экспериментально **установлен** факт частичного взаимозамещения атомов в позициях Ln и Mo. **Показано**, что атомы молибдена в структуре могут быть координированы четырьмя, пятью или шестью атомами кислорода, позиции которых разупорядочены вблизи узлов решетки. **Впервые** локализована дополнительная позиция кислорода, не участвующего в окружении катионов. **Установлено**, что при легировании редкоземельных молибдатов $Nd_5Mo_3O_{16+\delta}$ атомами кальция, свинца, ванадия или вольфрама сохраняется взаимозамещение атомов в позициях Nd и Mo и разупорядоченность атомов кислорода. Атомы кальция и свинца частично замещают в структуре атомы неодима, а атомы ванадия и вольфрама – атомы молибдена. **Показано**, что введение гетеровалентных примесей влияет на концентрацию избыточного кислорода в структуре. На основе структурных данных о беспримесных высокотемпературных тетрагональных оксимолибдатах Ln_2MoO_6 , уточнённых в рамках нецентросимметричной $I-4c2$ ($Ln = La, Pr$) и центросимметричной $I4_1/acd$ ($Ln = Nd$) пространственных групп **показано**, что позиции катионов в обеих моделях структур близки, тогда как атомы кислорода в нецентросимметричной группе значительно отклоняются от своих центросимметричных позиций. Минимальные отклонения координат атомов кислорода в пр. гр. $I-4c2$ от своих позиций в пр. гр. $I4_1/acd$ наблюдаются для структуры Nd_2MoO_6 в сравнении с аналогичными значениями для структур La_2MoO_6 и Pr_2MoO_6 . Таким образом для монокристалла Nd_2MoO_6 установлено сохранение высокотемпературной фазы $I4_1/acd$ при комнатной температуре в качестве метастабильной. **Впервые** для легированных магнием монокристаллов оксимолибдатов высокотемпературной тетрагональной фазы Ln_2MoO_6 ($Ln = La, Pr, Nd$) **показано**, что при концентрации примеси в диапазоне 2.6 – 11.4 % не происходит радикальных структурных изменений в сравнении со структурами чистых фаз. Атомы магния частично замещают атомы молибдена и находятся на расстоянии $\sim 0.3 \text{ \AA}$ от его основных позиций. **Установлено**, что внедрение в структуру атомов магния приводит к расщеплению основных редкоземельных позиций, которые частично координированы дополнительными атомами

кислорода. **Впервые** на монокристаллах **изучена** структура низкотемпературной моноклинной модификации оксимолибдата Nd_2MoO_6 . **Показано**, что его элементарная ячейка состоит из чередующихся монокатионных редкоземельных слоёв, проложенных двумя смешанными неодим-молибденовыми слоями.

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается тем, что новые структурные результаты вносят вклад в кристаллохимию фаз Хуберта и оксимолибдатов и могут быть использованы научными коллективами для совершенствования методики направленного синтеза монокристаллов системы оксидов $\text{Ln}_2\text{O}_3 - \text{MoO}_3$ с заданными физическими свойствами, а также для развития фундаментальных исследований редкоземельных молибдатов.

Оценка достоверности результатов диссертационной работы выявила, что в работе использован комплекс современных методов, примененных на высоком экспериментальном уровне. Для проведения рентгеноструктурных исследований при различных температурах использовались несколько моделей современных высокоточных монокристалльных дифрактометров. В качестве комплементарных методов диагностики использованы методы электронной микроскопии, масс-спектрометрии в индуктивно связанной плазме и спектроскопии поглощения, выполненной с использованием синхротронного излучения. Сопоставление результатов, полученных различными методами диагностики структур, позволило получить наиболее полную, достоверную и детальную информацию о строении кристаллических материалов. Обоснованность положений, выносимых соискателем на защиту, подтверждается хорошим согласованием полученных экспериментальных данных и литературных данных о строении изученных соединений. Результаты определения и уточнения кристаллических структур, полученные методом рентгеноструктурного анализа, депонированы в международную базу кристаллических структур ICSD/CCDC для использования в качестве справочного материала. По материалам диссертационной работы опубликовано **13 статей** в рецензируемых научных журналах, индексируемых международными базами (Scopus, Web of Science, РИНЦ) и включенных в перечень ведущих периодических изданий ВАК РФ, а также представлены доклады на национальных и международных научных конференциях. Актуальные исследования были поддержаны грантами РФФИ.

Личный вклад соискателя состоит в получении и обработке экспериментальных данных методом рентгеноструктурного анализа при различных температурах с использованием лабораторных источников и синхротронного излучения. При участии автора проведена модернизация рентгеновского дифрактометра HUBER-5042. Соискатель активно участвовал в сопоставлении полученных разными методами экспериментальных данных, их обобщении и интерпретации, формировании основных выводов. Автор активно участвовал в подготовке материалов для публикаций в рецензируемых научных журналах и докладов на национальных и международных научных конференциях по теме диссертации.

Диссертация отвечает на ключевые вопросы поставленной научной проблемы и соответствует критерию внутреннего единства. Объединяющим фактором и основной идейной линией являются исследования, проведенные комплексом современных методов,

