

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.479.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17 октября 2024 г. № 37

О присуждении Тухбатуллину Адису Анисовичу, гражданину РФ, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Трибо- и сонотриболлюминесценция кристаллических твердых тел в газовых и жидких средах» по научной специальности 1.4.4. Физическая химия принята к защите 04 июля 2024 года (протокол № 28) диссертационным советом 24.2.479.04, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32), приказ № 519/нк от 24 марта 2023 г.

Соискатель, Тухбатуллин Адис Анисович, 05 января 1986 года рождения. В 2008 году окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы» по специальности «Физика» с присуждением квалификации «Учитель физики». В 2012 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему: «Механизм триболлюминесценции неорганических солей лантанидов» по научной специальности 02.00.04 – Физическая химия (физико-

математические науки) в диссертационном совете Д 212.013.10 при Башкирском государственном университете.

Работает в должности старшего научного сотрудника Института нефтехимии и катализа – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории химии высоких энергий и катализа Института нефтехимии и катализа – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор химических наук (02.00.04 – Физическая химия), профессор Шарипов Глюс Лябибович, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией химии высоких энергий и катализа Института нефтехимии и катализа – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Мирочник Анатолий Григорьевич, доктор химических наук (02.00.04 – Физическая химия), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук, заведующий лабораторией светотрансформирующих материалов;

2. Тамеев Алексей Раисович, доктор физико-математических наук (02.00.04 – Физическая химия), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, главный научный сотрудник

лаборатории электронных и фотонных процессов в полимерных наноматериалах;

3. Иванов Анатолий Иванович, доктор физико-математических наук (01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества), профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный университет», профессор кафедры теоретической физики и волновых процессов

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук (г. Москва), в своем положительном отзыве, подписанном Трофимовым Алексеем Владиславовичем – доктором химических наук (специальность 02.00.04 – Физическая химия), заместителем директора по науке, заведующим лабораторией фото- и хемилюминесцентных процессов, утвержденным Курочкиным Ильей Николаевичем – доктором химических наук, профессором, директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук, указал, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, по новизне, качеству выполненных исследований, актуальности сформулированных и решенных задач, полученных результатов и выводов полностью соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а ее автор Тухбатуллин Адис Анисович, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Соискатель имеет 70 опубликованных работ по теме диссертации, из которых – 1 глава в книге, 4 статьи в рецензируемых журналах,

рекомендованных перечнем ВАК Российской Федерации, 22 статьи в рецензируемых журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, 5 статей в материалах конференций и в прочих изданиях, тезисы 35 докладов на международных и всероссийских научных конференциях. Получено 3 патента Российской Федерации.

Общий объем публикаций по теме диссертации 40,6 п.л., авторский вклад – 28,4 п.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Tukhbatullin, A.A. Sonotriboluminescence of aqueous suspensions of ZnS and $Tb(acac)_3 \cdot H_2O$ crystals / A.A. Tukhbatullin, G.L. Sharipov – DOI 10.1016/j.jlumin.2022.119389 // Journal of Luminescence. – 2022. – V. 252. – 119389.

2. Tukhbatullin, A.A. Photoluminescence and mechanoluminescence of solid-state zirconocene dichlorides / A.A. Tukhbatullin, P.V. Kovyazin, G.L. Sharipov, L.V. Parfenova, P.V. Ivchenko, I.E. Nifant'ev – DOI 10.1002/bio.4020 // Luminescence. – 2021. V. 36. – P. 943-950.

3. Tukhbatullin, A.A. Luminescence of aromatic hydrocarbon molecules in the sonication of terbium sulfate suspensions / A.A. Tukhbatullin, G.L. Sharipov, N.F. Burangulova, A.G. Mustafin – DOI 10.1016/j.ultsonch.2018.09.026 // Ultrasonics Sonochemistry. – 2019. – V. 50. – P. 251-254.

4. Tukhbatullin, A.A. Luminescence of reaction products of mechanochemical decomposition for some gaseous hydrocarbons C_xH_y during tribodestruction of cerium and terbium salts / A.A. Tukhbatullin, G.L. Sharipov, D.N. Gerasimov – DOI 10.1016/j.jlumin.2018.01.038 // Journal of Luminescence. – 2018. – V. 197. – P. 335-338.

5. Tukhbatullin, A.A. Mechanoluminescence of Ce/Tb inorganic salts in methane–acetylene mixtures with inert gases / A.A. Tukhbatullin, G.L. Sharipov, A.A. Galina – DOI 10.1002/bio.3533 // Luminescence. – 2018. – V. 33. – P. 1180-1184.

6. Sharipov, G.L. The H₂O/D₂O isotope effect in crystalline lanthanide sulfates at photo-, radio-, and triboluminescence / G.L. Sharipov, A.A. Tuxhatullin, E.S. Mescheryakova – DOI 10.1016/j.optmat.2015.12.010 // Optical Materials. – 2016. – V. 52. – P. 44-48.

7. Тухбатуллин, А.А. Механолюминесценция сульфатов тербия и церия в атмосфере благородных газов / А.А. Тухбатуллин, Г.Л. Шарипов, А.М. Абдрахманов, М.Р. Муфтахутдинов – DOI 10.1134/S0030400X14050270 // Оптика и спектроскопия. – 2014. – Т. 116, № 5. – С. 747-750.

8. Шарипов, Г.Л. Тушение трибо- и фотолюминесценции в смеси кристаллов Tb₂(SO₄)₃·8H₂O и NaNO₂ / Г.Л. Шарипов, А.А. Тухбатуллин, А.М. Абдрахманов, М.Р. Муфтахутдинов – DOI 10.1134/S1063784213100228 // Журнал технической физики. – 2013. – Т. 83, №.10 – С. 128-131.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Ведущей организации – Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук (г. Москва). Отзыв положительный. Имеются замечания: 1) В тексте диссертации в некоторых предложениях говорится о механическом воздействии на кристаллы, в других случаях - о воздействии на порошки. В каких состояниях были использованные вещества - кристаллические, порошок или аморфные? 2) В подразделе 3.1.3. обсуждается изотопный эффект при замене кристаллизационной H₂O на D₂O. Из текста неясно, какой тип твердотельного материала получается после дейтерирования - поликристаллы или монокристаллы? Также для лучшего сравнения влияния кристаллизационной воды можно было провести исследования триболюминесценции безводных образцов. 3) В работе приводятся результаты по влиянию температуры на спектры и интенсивность триболюминесценции, например, цирконоценов уранила. Однако отдельно не обсуждается, вероятно ли повышение температуры во время стандартного механического растирания твердотельных веществ? 4) В работе не обсуждается, почему в спектрах фотолюминесценции и сонотриболюминесценции суспензий не наблюдается

светорассеяние, характерное для подобных сред. 5) Не до конца ясно, почему высокое давление насыщенных паров приводит к излучению молекулярного азота? 6) На стр. 219 диссертации при обсуждении сонотриболюминесценции суспензий в воде не полностью объясняется, почему отсутствует линия молекулярного азота в спектре ацетилацетона тербия. 7) В ходе ультразвукового воздействия на суспензию облучатель располагается максимально близко к кварцевому окошку, в связи с этим возникает вопрос, наблюдается ли разрушение (эрозия) кварцевого окна при ультразвуковой обработке? 8) В диссертационной работе имеются также стилистические и орфографические ошибки, в том числе сложные и длинные предложения, тяжелые для понимания.

2. Официального оппонента, доктора химических наук (02.00.04 – Физическая химия), заведующего лабораторией светотрансформирующих материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии Дальневосточного отделения Российской академии наук Мирочника Анатолия Григорьевича. Отзыв положительный. Имеются замечания: 1) В подразделе 3.1.1. (стр. 88) следовало бы уточнить, будет ли УФ свечение иона Pr^{3+} обусловлена также $f - f$ – переходами и регистрируется ли свечение в видимой области спектра? 2) В диссертации не приведены данные рентгенофазового анализа исследуемых порошков, до и после механической обработки. 3) На рисунке 3.72 можно заметить, что относительные интенсивности максимумов при 490 нм и 545 нм для иона тербия(III) в спектрах фотолюминесценции и сонотриболюминесценции суспензий совпадают, но различаются в спектре многопузырьковой сонолюминесценции. Какие факторы могут быть причиной такого различия? 4) В каких случаях, с точки зрения практического применения, сонотриболюминесценция может быть более эффективным по сравнению с фотолюминесценцией? 5) В тексте часто при использовании ультразвука (с погружным титановым волноводом) указывается мощность, однако следовало бы уточнить про какую мощность идет речь и как ее оценивали?

3. Официального оппонента, доктора физико-математических наук (02.00.04 – Физическая химия), главного научного сотрудника лаборатории электронных и фотонных процессов в полимерных наноматериалах Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук Тамеева Алексея Раисовича. Отзыв положительный. Имеются замечания: 1) Количество выделенных задач, положений, выносимые на защиту, а также выводов представляется избыточным, вполне можно было без ущерба для диссертации ограничиться несколькими пунктами, объединив некоторые из них. 2) Чем обусловлен выбор столь различных тушителей фуллерены и соли натрия? Если заменить фуллерен на порошок графита тушение возможно? 3) Почему различны механизмы ТЛ комплексов металлов (Ti, Zr, Hf) и комплекса Ru(II). 4) В диссертации (п. 3.4.) обсуждается сонотрибололюминесценция, как способ определения состава в смеси углеводородов по спектрам свечения молекул ароматических углеводородов. Однако в работе отсутствует информация по определению предельного значения, ошибка измерений, чувствительность, и т.д.? 5) Некоторые рисунки слишком перегружены, состоят из нескольких частей и включают много кривых или спектров в составе графиков (например, рисунки 3.14, 3.41, 3.64 и т.д.) что усложняет восприятие, можно было разделить на отдельные рисунки.

4. Официального оппонента, доктора физико-математических наук (01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества), профессора, профессора кафедры теоретической физики и волновых процессов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный университет» Иванова Анатолия Ивановича. Отзыв положительный. Имеются следующие замечания: 1) Утверждение «Ранее отмечали, что, эксимерная люминесценция в растворах возникает при концентрациях 10^{-4} моль/л и больше, когда взаимодействие молекул друг с другом становится ощутимым», на стр. 17 автореферата и 123 стр. диссертации

является неточным. При таких концентрациях взаимодействие молекул друг с другом не зависит от концентрации. Вероятно, следовало сказать, что при таких концентрациях раствора становится заметной концентрация димеров. 2) На стр. 197 диссертации формулировка: «Эти факты объясняются тем, что в вакууме длина свободного пробега заряженных частиц (электронов), образующихся при механодеструкции, достаточна для их ускорения в электрических полях ... » звучит противоречиво, поскольку в вакууме длина свободного пробега бесконечна. 3) Измеренное время жизни фотолуминесцирующего возбужденного состояния Sr_2ZrCl_2 при 297 К равно 0.13 мс (Рис. 3.23 диссертации). Это очень большое время жизни. Хотелось бы видеть пояснение, почему отсутствует однозначное утверждение, что это фосфоресценция. Обнаружено увеличение времени жизни на порядок при понижении температуры до 77 К. Как при этом изменяется интенсивность свечения? 4) Вопрос касается схемы уровней энергии и возможных путей дезактивации электронно-возбужденных ионов Tb^{3+} , Eu^{3+} и молекулы N_2 в присутствии тушителя – SO_2 , представленной на Рис. 3.38. Из теории безызлучательных переходов (БП) и практики ее применения известно, что константа скорости БП экспоненциально убывает с ростом энергетической щели. БП в SO_2 между состояниями $^3\text{A}_1$ и $^1\text{A}_1$ требует размена почти 8 эВ электронной энергии в колебательную. Очень трудно представить, что этот процесс может давать наблюдаемый вклад в кинетику электронных переходов. 5) В работе определены колебательная и вращательная температуры флуорофоров трибоплазмы. Расчет основан на минимизации достаточно сложного функционала. Известно, что функционалы могут иметь множество локальных минимумов, а задача состоит в нахождении глобального минимума. Как решалась эта проблема? 6) В первой реакции на Схеме 3.2 (стр. 207 диссертации) не сохраняется заряд. Куда он уходит в данном процессе?

5. Доктора физико-математических наук (01.04.04 – Физическая электроника), профессора кафедры физики и нанотехнологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы» Корнилова Виктора Михайловича. Отзыв положительный. Вопросы и замечаний нет.

6. Доктора физико-математических наук (02.00.04 – Физическая химия), доцента, профессора кафедры химии твердого тела и химического материаловедения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет» Звезова Александра Андреевича и доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой химии твердого тела и химического материаловедения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет» Каленского Александра Васильевича. Отзыв положительный. Имеется следующее замечание: 1) Первое, третье и последнее защищаемые положения сформулированы неудачно, следовало перечислить соединения (в первом) и эмиттеры (в третьем и последнем).

7. Доктора физико-математических наук (01.04.08 – Физика и химия плазмы), профессора, профессора кафедры инженерной теплофизики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» Синкевича Олега Арсеньевича. Отзыв положительный. Имеется следующее замечание: 1) Недостаточно полное описание экспериментов по радиолюминесценции: физическая природа и активность источника альфа-излучения, параметры источника рентгеновского излучения и т.п. Вполне возможно, однако, что в диссертации этот недостаток отсутствует.

8. Доктора физико-математических наук (01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики), старшего научного сотрудника, профессора кафедры общей физики, заместителя руководителя Саратовского физико-технического института - филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Национальный

исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт» Борисенка Валерия Аркадьевича. Отзыв положительный. Имеется следующее замечание: 1) Описанный автором механизм разрушения твердотельных частиц в суспензиях при воздействии ультразвука: разгон частиц до больших скоростей ударной волной, формируемой в жидкости при коллапсе пузырька газа, и их разрушение при столкновении – достаточно сомнителен. Безусловно, ударная волна в жидкости образуется. Например, в работе – Pecha R., Compf B. Microimplosions: cavitation collapse and shock wave emission on a nanosecond time scale. Phys. Rev. Lett. 2000. V. 84. № 6. P. 1328-1330. – в экспериментах по однопузырьковой сонолюминесценции зарегистрирована ударная волна с амплитудой 40-60 кбар. Однако, это волна Тэйлора (треугольный профиль, малая длительность) с высоким затуханием. Поэтому без экспериментального подтверждения разгона частиц вышеприведенное утверждение нужно позиционировать только как гипотезу.

9. Доктора химических наук (02.00.03 – Органическая химия, 02.00.15 – Кинетика и катализ), профессора кафедры пожарной и промышленной безопасности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Султанова Рифката Мухатьяровича. Отзыв положительный. Имеется следующее замечание: 1) В тексте автореферата автор отмечает, что люминесценция N_2 сильно зависит от давления насыщенных паров жидкостей, которая также зависит от температуры. Однако на рисунке 13 приведены спектры сонотриболюминесценции суспензий в бензоле и толуоле, но не указаны, при каких температурах регистрировали свечение?

10. Доктора физико-математических наук (01.04.21 – Лазерная физика), ведущего научного сотрудника, Курчатовского комплекса кристаллографии и фотоники Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» Банишева Александра Федоровича. Отзыв положительный. Имеются следующие замечания: 1) Автор диссертации отмечает (стр. 10), что одним из основных и

важных параметров триболюминесцентных материалов является положение максимума их свечения. Отсюда вопрос: существует ли необходимость спектрального разделения газовой и твердотельной компонент триболюминесценции при создании датчиков деструкции строительных конструкций? 2) Насколько обоснованно применять термин «фотолюминесцентный механизм» (стр. 19), использованный автором для описания эффекта внутреннего фильтра, обусловленного переизлучением в результате поглощения люминесценции другого эмиттера?

11. Доктора химических наук (02.00.15 – Кинетика и катализ, 02.00.04 – Физическая химия), доцента, заместителя генерального директора по инженерно-технологическому сопровождению и внедрению Общества с ограниченной ответственностью «Объединенный центр исследований и разработок» (ООО «РН-ЦИР») Кулешова Сергея Павловича. Отзыв положительный. Имеются следующие замечания: 1) В таблицу 1 автореферата следовало добавить также и значения времени жизни возбужденных состояний ионов Ln^{3+} при замене H_2O на D_2O в кристаллогидратах сульфатов лантанидов. 2) В тексте автореферата не поясняется, почему не удастся зарегистрировать триболюминесценцию тетрацена?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой профессиональной квалификацией, наличием публикаций по проблематике, связанной с темой диссертации, компетенцией в вопросах, имеющих отношение к теме работы. Ведущая организация и оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- установлены ранее не рассмотренные детали механизма возникновения триболюминесценции и сонотриболюминесценции органических, неорганических и металлоорганических кристаллических веществ. Показано, что эмиттеры свечения при наблюдаемых разновидностях механолюминесценции могут возникать в газе, твердом теле или в жидкости;

- показано, что в атмосфере благородных газов интенсивность триболоминесценции солей лантанидов заметно увеличивается, в спектре регистрируются линии атомов этих газов. В атмосфере многоатомных газов наблюдается в основном тушение газовой и твердотельной компоненты спектра триболоминесценции. Обнаружены механохимические реакции разложения молекулярного кислорода и углеводородных газов с генерацией светоизлучающих продуктов (атома $O(5P)$, CH и C_2). Предложен механизм разложения многоатомных газов с возбуждением продуктов разложения, возникающих при электрических разрядах в газовой атмосфере вследствие электризации поверхностей в кристаллах солей лантанидов во время их деструкции;

- при замене H_2O на молекулы D_2O в кристаллогидратах сульфатов лантанидов обнаружен изотопный эффект (влияние дейтерирования на интенсивность триболоминесценции) во время механического воздействия на кристаллы, в спектрах триболоминесценции в атмосфере Ar зарегистрированы продукты разложения кристаллизационной воды ($*OH$ и $*OD$ радикалы). Полученные результаты по изотопному эффекту позволяют улучшить яркостные характеристики триболоминесцентных сенсоров на основе подобных материалов;

- показано, что сонотриболиз суспензий в алканах приводит к образованию продуктов сонохимических реакций, в спектре сонотриболоминесценции газосодержащих суспензий в углеводородах зарегистрированы полосы C_2 и CH – продуктов механохимических реакций. Во время ультразвукового воздействия на суспензии кристаллов сульфатов лантанидов в бензоле, толуоле и п-ксилоле впервые зарегистрирована компонента спектра сонотриболоминесценции обусловленная жидкофазным свечением молекул аренов в УФ области. Путем сравнения спектров и интенсивностей сонотриболоминесценции суспензий в растворе п-терфенила со спектрами радиолуминесценции (возбуждение X-лучами и α -частицами) выявлен механизм возбуждения молекул ароматических углеводородов при

сонотриболлюминесценции – бомбардировка жидкости низкоэнергетическими электронами, генерируемыми в процессе ультразвукового воздействия;

- полученные результаты могут быть использованы для создания новых технологий ультразвуковой обработки дисперсных систем с люминесцентным контролем. Спектр сонотриболлюминесценции суспензий, содержащий газовую, твердотельную и жидкофазную компоненту в различных жидкостях наряду с высокой интенсивностью свечения является основой для разработки нового метода сонотриболлюминесцентной спектроскопии, а также использования данной люминесценции для контроля механохимических процессов, имеющих место в гетерогенных системах в ходе механовоздействия.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что:

- полученные - на основе сравнительного исследования при разных способах возбуждающего действия (термо-, соно-, радио-, фотовозбуждение), установлены механизмы возникновения газовой, твердотельной и жидкофазной компонент спектров трибо- и сонотриболлюминесценции кристаллов и суспензий;

- выявлены характеристики излучающей среды (колебательная и вращательная температура) при триболлюминесценции солей лантанидов в атмосфере углеводородных газов. Установлено, что окружающая среда представляет собой неравновесную электроразрядную плазму, в которой возбуждение свечения C_2 происходит в результате электронного удара и за счет столкновений с тяжелыми частицами.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- сконструирован реактор для осуществления ультразвуковой обработки растворов и суспензий в жидкостях со спектрально-люминесцентным контролем;

- разработана установка для регистрации триболлюминесценции кристаллов в атмосфере различных газов и их смесей;

- предложена методика качественного и количественного определения индивидуальных газов в газовой смеси на основе регистрации спектров триболюминесценции в газовой атмосфере.

Данное оборудование и методика могут быть применены для анализа газовых смесей.

Оценка достоверности результатов исследования обеспечена большим объемом экспериментальных данных, их многократной воспроизводимостью, использованием современных высокочувствительных спектрометров, спектрально-люминесцентных и физико-химических методов анализа.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии во всех этапах диссертационного исследования: от постановки задач до выполнения экспериментальной части работы, анализа и интерпретации полученных результатов, а также представлении докладов по теме работы на конференциях, написании статей и диссертации. Научные результаты, вынесенные на защиту, получены автором самостоятельно.

В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание по поводу того, что было изучено много соединений, среди которых порядка 35 обладают триболюминесценцией, на этом основании можно ли дать рекомендации по возможности заранее предсказать о наличие триболюминесценции у новых, не рассмотренных ранее, веществ.

Соискатель Тухбатуллин А.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и пояснил, что можно предсказать наличие твердотельной компоненты спектра триболюминесценции, неизученных ранее кристаллов, если они обладают интенсивной фотолюминесценцией и высокими квантовыми выходами.

На заседании 17.10.2024 г. диссертационный совет принял решение за научное достижение, заключающееся в развитии нового научного направления физической химии, а именно, динамики механоактивируемых электронно-возбужденных состояний в гетерогенных системах (твердое тело-газ, жидкость-твердое тело-газ), и получения новых сведений о фундаментальных механизмах

превращения механической энергии в свет, присудить Тухбатуллину Адису Анисовичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов физико-математических наук по профилю защищаемой диссертации, участвовавших в заседании; из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета

 Мустафин Ахат Газизьянович

Ученый секретарь

диссертационного совета

 Исмагилова Альбина Сабирьяновна

17 октября 2024 г.