

Физико-химическая
инженерия

Нанонауки — фотоника — Материаловедение и характеристики

Проф.Алан ДЕРО
Директор ICB-UBFC

Дижон, 24 сентября 2019

и
Проф.Клод ЛЕРУА
ICB - UMR CNRS 6303
UBFC - Дижон - ФРАНЦИЯ

Заключение Университета Бургундии — Франш-Конте
о диссертационной работе Валерии ЗАМОТАЕВОЙ
«Исследование колебательно-вращательных спектров изотопологов диоксида серы»

Диссертация г-жи Валерии ЗАМОТАЕВОЙ посвящена исследованию инфракрасных колебательно-вращательных спектров высокого разрешения изотопологов молекулы SO_2 . С практической точки зрения, эта задача интересна приложениями для различного рода задач химической физики, атмосферной оптики, газоанализа и многих других, а с теоретической — необходимостью создания подходов, позволяющих описывать энергетическую колебательно-вращательную структуру спектров молекул типа асимметричного волчка при учёте сильных резонансных взаимодействий между различными состояниями.

В рамках диссертационного исследования г-жа Валерия ЗАМОТАЕВА выполнила большой объём теоретических исследований под руководством Проф. Клода ЛЕРУА в Университете Бургундии — Франш-Конте, а также под руководством Проф. Олега УЛЕНЕКОВА в Национальном исследовательском Томском политехническом университете. Представленные в диссертации г-жи ЗАМОТАЕВОЙ результаты опубликованы в 15 печатных работах. Результаты исследования прошли экспертизу в международных журналах с высоким импакт-фактором (Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer) индексируемых в *Web of Science / Scopus* и неоднократно докладывались на международных конференциях (серии конференций HRMS по молекулярной спектроскопии высокого разрешения с 2014 по 2019 гг.). Кроме того, результаты исследования непосредственно связаны с тематикой исследований, проводящихся в Междисциплинарной лаборатории Карно де Бургонь UMR 6303 CNRS UBFC а также международного гранта «Стипендия Вернадского» — грант для поддержки аспирантов, находящихся под совместным международным руководством в период с 2017 по 2019 год.

Представленная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам, является законченной и содержит значимые новые научные результаты, которые представляют интерес для дальнейшего использования.

Г-жа Валерия ЗАМОТАЕВА является специалистом, способным самостоятельно заниматься научной работой и потому достойной ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование колебательно-вращательных спектров изотопологов диоксида серы» г-жи Валерии ЗАМОТАЕВОЙ рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Г-жа Валерия ЗАМОТАЕВА является специалистом, способным самостоятельно заниматься научной работой и потому достойной ученой степени кандидата физико-математических наук.

Профессор Клод ЛЕРУА

Профессор Алан ДЕРО

Профессор Алан ДЕРО - Директор
9 проспект Алена Савари, 47870 - 21078, Cedex Дижон - Франция
Тел. (+33)3 80 39 60 48 - alain.dereux@u-bourgogne.fr
Секретариат : Тел. (+33)3 80 39 61 30 - Факс (+33)3 80 39 61 32

ПЕРЕВОД ВЕРЕН
СОТРУДНИК ОМПГ



PHYSIQUE – CHIMIE
INGENIERIE

NANOSCIENCES – PHOTONIQUE – SCIENCES DES MATERIAUX & CARACTERISATION

Prof. Dr. Alain DEREUX
Director of ICB-UBFC

Dijon, September 24, 2019

&

Prof. Dr. Claude LEROY
ICB - UMR CNRS 6303
UBFC - Dijon - FRANCE

Review statement of Université Bourgogne Franche-Comté
on the dissertation by Ms. Valeriya Zamotaeva
“High-resolution FTIR spectra analysis of sulfur dioxide isotopologues”.

The dissertation by Ms. Valeriya ZAMOTAEVA is devoted to the study of high-resolution infrared vibrational-rotational spectra of isotopologues of the SO_2 molecule. From a practical perspective, the problem solution can be applied to various other problems related to chemical physics, atmospheric optics, gas analysis, etc. From a theoretical perspective, it contributes to the development of approaches describing the vibrational-rotational energy structure of the spectra of the asymmetrical-top molecules having taken into account strong resonant interactions between different states.

Working on the dissertation Ms. Valeriya ZAMOTAEVA carried out a substantial amount of theoretical research under the guidance of Prof. Claude LEROY at the Université Bourgogne Franche-Comté, as well as under Prof. Oleg ULENIKOV at National Research Tomsk Polytechnic University. The results presented in the dissertation were included in 15 publications, as well as assessed by international journals with a high impact factor (Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer) indexed by *Web of Science / Scopus* and repeatedly presented at international conferences (HRMS from 2014 to 2019). In addition, the results are closely related to the research conducted at the Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne UMR 6303 CNRS UBFC and the international grant “Bourse Vernadski” - grant for supporting of joint PhD students during the period from 2017 to 2019.

The work meets the requirements for the dissertation work, is completed and contains novel scientific results of great interest and significance for the further use.

Ms. Valeriya ZAMOTAEVA is able to be independently engaged in scientific work and, therefore, is worthy to receive PhD in Physics.

The dissertation **“High-resolution FTIR spectra analysis of sulfur dioxide isotopologues”** by Ms. Valeriya ZAMOTAEVA is recommended to defense. Ms. Valeriya ZAMOTAEVA is able to be independently engaged in scientific work and, therefore, is worthy to receive PhD in Physics.

Professor Claude LEROY

Professor Alain DEREUX



Professeur Alain DEREUX - Directeur
9 Avenue Alain Savary, B.P. 47870
Tel (+33) 3 80 39 60 48 - alain.dereux@u-bourgogne.fr
Secrétariat | Tel. (+33) 3 80 39 61 32 Fax (+33) 3 80 39 61 32





УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и
инновациям ФГАОУ ВО НИ ТПУ
Степанов И.Б.

« 21 » 09 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский Томский
политехнический университет»

Диссертация «Исследование колебательно-вращательных спектров изотопологов диоксида серы» выполнена в Исследовательской школе физики высокоэнергетических процессов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», а также в Междисциплинарной исследовательской лаборатории Карно-Бургундия Национального центра научных исследований в составе Докторской школы Карно-Пастер Университета Бургундии – Франш-Конте (Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne UMR 6303 CNRS UBFC).

В период подготовки диссертации соискатель Замотаева Валерия Александровна работала в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» в исследовательской школе физики высокоэнергетических процессов в должности техника; с 01.09.2015 по 31.08.2019 очно обучалась в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»; в рамках соглашения о подготовке диссертации на соискание степени кандидата наук под совместным научным руководством также обучалась в Докторской школе Карно-Пастер Университета Бургундии – Франш-Конте.

В 2015 г. окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки «Физика» (квалификация «Магистр», диплом с отличием).

Диплом об окончании аспирантуры выдан в 2019 г. Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Научные руководители:

Уленеков Олег Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, основное место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный

исследовательский Томский политехнический университет», исследовательская школа физики высокоэнергетических процессов, профессор;

Клод Леруа, HDR, Professeur des Universités, основное место работы: Университет Бургундии – Франш-Конте, Междисциплинарная исследовательская лаборатория Карно-Бургундия Национального центра научных исследований (Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne UMR 6303 CNRS UBFC), профессор.

По итогам обсуждения на научном семинаре Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы.

Диссертация В. А. Замотаевой является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей новые результаты, опубликованные в научной печати. Положения, выносимые на защиту, не вызывают возражений, имеют научную новизну и теоретически обоснованы в тексте диссертации.

Актуальность темы исследования.

Необходимость в исследовании изотопологов диоксида серы обусловлена, как практическим использованием информации о характерных спектрах поглощения в заданных диапазонах, так и академическим значением, получаемой высокоточной информации. Возможность прогнозирования физико-химических и спектроскопических свойств молекулы диоксида серы, которые, как известно, определяются внутримолекулярным силовым полем или функцией потенциальной энергии – является целью данного анализа. В свою очередь, знание высокоточной информации не только о материнской молекуле, но и её изотопологах способствует определению фундаментальных параметров колебательно-вращательного гамильтониана, таких как структурные параметры молекулы, параметры внутримолекулярного силового поля.

Исследование спектров высокого разрешения изотопологов молекул, как симметрично-, так и несимметрично-замещенных обеспечивает задачу определения параметров потенциала дополнительной высокоточной информацией. Ценность использования этой информации состоит в том, что она повышает обусловленность, искомых параметров функции потенциальной энергии. К примеру, в случае несимметричного замещения характер зависимостей спектроскопических параметров от параметров потенциала меняется существенно в связи с понижением симметрии. Это обстоятельство позволяет найти ряд параметров силового поля, определение которых не возможно при использовании данных только о материнской молекуле или симметрично-замещённых модификациях. В связи с этим, комплементарной информацией являются сведения об изотопологах, полученные из анализа колебательно-вращательных спектров.

Всё вышесказанное обосновывает практическую необходимость в проведении тщательного анализа тонкой структуры спектров диоксида серы и его изотопологов, значительная часть которых не изучалась до настоящего момента.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации.

- Постановка большинства задач была проведена совместно с научными руководителями, профессором К. Леруа и д.ф.-м.н., профессором О. Н. Уленковым;
- Автором самостоятельно выдвинуты защищаемые научные положения, сделаны выводы и даны рекомендации по результатам исследования;
- Часть работы, связанная с интерпретацией спектров, а также получение информации о параметрах спектральных линий, проводилась, непосредственно, самим автором;
- Разработка алгоритмов при модернизации метода SPGF проводилась автором под непосредственным руководством д.ф.-м.н., профессором Уленкова О. Н.;
- Экспериментальная часть исследований была проведена в лаборатории теоретической химии Технического университета Брауншвайга (Брауншвайг, Германия) под руководством профессора З. Бауэрэккера.

Достоверность результатов.

Степень достоверности результатов подтверждается:

- Внутренней непротиворечивостью полученных результатов. Согласием с основными принципами и следствиями колебательно-вращательной теории;
- В тех случаях, когда это было возможно, согласием результатов проведённых исследований с данными, полученными в работах других авторов.

Научная новизна диссертации.

- Впервые с высоким разрешением зарегистрированы инфракрасные Фурье-спектры изотопологов диоксида серы, $^{32}\text{S}^{18}\text{O}_2$ и $^{32}\text{S}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$, в диапазоне комбинационных и обертоновых полос;
- Впервые выполнен анализ тонкой структуры ряда колебательно-вращательных полос поглощения молекулы диоксида серы и её многообразных изотопических модификаций;
- Впервые получены параметры эффективных гамильтонианов полиад взаимодействующих состояний для молекул $^{32}\text{S}^{16}\text{O}_2$, $^{32}\text{S}^{18}\text{O}_2$ и $^{32}\text{S}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$, позволяющие восстановить с экспериментальной точностью колебательно-вращательную структуру исследуемых спектров;
- Впервые выполнен мульти-изотопический расчёт внутримолекулярной потенциальной функции диоксида серы, учитывающий колебательные центры и колебательно-вращательные уровни основного и возбужденных

состояний как симметрично-замещенных модификаций $^{32}\text{S}^{16}\text{O}_2$, $^{34}\text{S}^{16}\text{O}_2$, $^{32}\text{S}^{18}\text{O}_2$, так и несимметрично-замещенной модификации $^{32}\text{S}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$.

Теоретическая и практическая значимость диссертации и использование полученных результатов.

Результаты исследований колебательно-вращательных спектров молекул $^{32}\text{S}^{16}\text{O}_2$, $^{34}\text{S}^{16}\text{O}_2$, $^{32}\text{S}^{18}\text{O}_2$ и $^{32}\text{S}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ чрезвычайно востребованы астрофизическими лабораториями, изучающими динамику развития планет и газово-пылевых облаков в межзвездном пространстве. Также, получаемые количественные данные важны для прикладных задач атмосферной оптики и газоанализа, а именно, материалы диссертации могут быть использованы, например, в таких организациях как Институт оптики атмосферы им. В. Е. Зуева СО РАН (г. Томск), Институт прикладной физики РАН (г. Нижний Новгород), Институт спектроскопии РАН (г. Троицк Московской обл.). В международном сообществе существуют базы спектроскопических данных, такие, как HITRAN и GEISA, которые регулярно пополняются, в том числе информацией, полученной в ходе исследований, выполненных в диссертационной работе. Полученная в работе высокоточная информация может служить основой для верификации и корректировки параметров внутримолекулярного силового поля диоксида серы, определяемых как полуэмпирическими, так и квантово-химическими методами, например *ab initio*.

Апробация результатов диссертации.

Основные сведения, включённые в диссертационную работу Замотаевой В. А., обсуждались и докладывались на следующих международных научных коллоквиумах и конференциях: 26-ой Международный коллоквиум по молекулярной спектроскопии высокого разрешения (Дижон, Франция, 2019 г.), XIX^{ые} Дни докторантуры Карно-Пастера (Безансон, Франция, 2018 г.), 25-ая Международная конференция по молекулярной спектроскопии высокого разрешения (Бильбао, Испания, 2018 г.), 25-ый Международный коллоквиум по молекулярной спектроскопии высокого разрешения (Хельсинки, Финляндия, 2017 г.), 24-ая Международная конференция по молекулярной спектроскопии высокого разрешения (Прага, Чехия, 2016 г.), 24-ый Международный коллоквиум по молекулярной спектроскопии высокого разрешения (Дижон, Франция, 2015 г.), XVIII-ый Международный симпозиум-школа молодых учёных по молекулярной спектроскопии высокого разрешения (Томск, Россия, 2015 г.), 23-ая Международная конференция по молекулярной спектроскопии высокого разрешения (Болонья, Италия, 2014 г.).

Ценность научных работ соискателя, полнота изложения материалов диссертации в опубликованных работах

По материалам диссертации В. А. Замотаевой опубликовано 15 работ, в том числе 7 статей в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (из них 4 статьи в зарубежных научных журналах, индексируемых *Web of Science* и *Scopus*, и 3 статьи

в российских научных журналах, переводные версии которых индексируются *Web of Science* и *Scopus*), 8 публикаций в сборниках материалов международных научных конференций. Общий объём публикаций – 7,05 а.л., авторский вклад – 5,285 а.л. В опубликованных работах достаточно полно изложены материалы диссертации.

Статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Ulenikov O. N. First high resolution analysis of the $2\nu_1$, $2\nu_3$, and $\nu_1 + \nu_3$ bands of S^{18}O_2 / O. N. Ulenikov, E. S. Bekhtereva, O. V. Gromova, **V. A. Zamotaeva**, E. A. Sklyarova, C. Sydow, C. Maul, S. Bauerecker // *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*. – 2016. – Vol. 185. – P. 12–21. – DOI: 10.1016/j.jqsrt.2016.08.008. – 1,045 / 0,9 а.л. (*Web of Science* и *Scopus*).

2. Ulenikov O. N. Study of the high resolution spectrum of $^{32}\text{S}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$: The ν_1 and ν_3 bands / O. N. Ulenikov, E. S. Bekhtereva, Yu. V. Krivchikova, **V. A. Zamotaeva**, T. Buttersack, C. Sydow, S. Bauerecker // *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*. – 2016. – Vol. 168. – P. 29–39. – DOI: 10.1016/j.jqsrt.2015.08.010. – 1,18 / 1 а.л. (*Web of Science* и *Scopus*).

3. Ulenikov O. N. First higher resolution analysis of the $\nu_1 + \nu_2$ and $\nu_2 + \nu_3$ bands of S^{18}O_2 / O. N. Ulenikov, E. S. Bekhtereva, O. V. Gromova, **V. A. Zamotaeva**, S. I. Kuznetsov, C. Sydow, C. Maul, S. Bauerecker // *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*. – 2016. – Vol. 179. – P. 187–197. – DOI: 10.1016/j.jqsrt.2016.03.038. – 1,19 / 1 а.л. (*Web of Science* и *Scopus*).

4. Ulenikov O. N. High resolution study of the rotational structure of doubly excited vibrational states of $^{32}\text{S}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$: The first analysis of the $2\nu_1$, $\nu_1 + \nu_3$, and $2\nu_3$ bands / O. N. Ulenikov, E. S. Bekhtereva, O. V. Gromova, **V. A. Zamotaeva**, S. I. Kuznetsov, C. Sydow, S. Bauerecker // *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*. – 2017. – Vol. 189. – P. 344–350. – DOI: 10.1016/j.jqsrt.2016.12.019. – 0,93 / 0,7 а.л. (*Web of Science* и *Scopus*).

5. **Замотаева В. А.** Исследование спектра высокого разрешения полосы $2\nu_3$ молекулы $^{32}\text{S}^{18}\text{O}_2$ / В. А. Замотаева, Ю. С. Аслаповская, К. С. Васильев, Л. Е. Федотов, Е. С. Бехтерева, А. Г. Зятькова // *Известия высших учебных заведений. Физика*. – 2017. – Т. 60, №. 1. – С. 3–7. – 0,67 / 0,55 а.л.

в переводной версии журнала индексируемой в Web of Science и Scopus:

Zamotaeva V. A. Study of the High-Resolution Spectrum of the $2\nu_3$ Band of the $^{32}\text{S}^{18}\text{O}_2$ / V. A. Zamotaeva, Yu. S. Aslapovskaya, K. S. Vasil'ev, L. E. Fedotov, E. S. Bekhtereva, A. G. Ziatkova // *Russian Physics Journal*. – 2017. – Vol. 60, №. 1. – P. 1–6. – DOI: 10.1007/s11182-017-1037-3.

6. Зятькова А. Г. Исследование спектра высокого разрешения полосы ν_2 диоксида серы / А. Г. Зятькова, **В. А. Замотаева**, И. А. Конов // *Оптика атмосферы и океанов*. – 2018. – Т. 31, № 4. – С. 263–267. – 0,4 / 0,1 а.л.

7. **Замотаева В. А.** Исследование характеристик поглощения переходов в «горячей» полосе $2\nu_2 - \nu_2$ молекулы $^{34}\text{SO}_2$ / В. А. Замотаева // *Известия высших учебных заведений. Физика*. – 2018. – Т. 61, №. 4. – С. 167–171. – 0,34 / 0,34 а.л.

в переводной версии журнала индексируемой в *Web of Science* и *Scopus*:

Zamotaeva V. A. Study of the absorption characteristics of transitions in the hot $2\nu_2-\nu_2$ band of the $^{34}\text{SO}_2$ molecule / V. A. Zamotaeva // Russian Physics Journal. – 2018. – Vol. 61, №. 4. – P. 790–795. – DOI: 10.1007/s11182-018-1460-0.

Публикации в прочих научных изданиях:

8. Glushkov P. A. Sulfur dioxide intramolecular potential function: multi-isotopic calculations / P. A. Glushkov, E. S. Bekhtereva, **V. A. Zamotaeva**, O. V. Gromova, O. N. Ulenikov, S. Bauerecker, C. Leroy // 26th International Colloquium on High Resolution Molecular Spectroscopy: Book of Abstracts. Dijon, France, August 26–30, 2019. – Dijon, 2019. – P. 331. – 0,035 / 0,01 а.л.

9. **Zamotaeva V. A.** High resolution FTIR spectrum of $^{32}\text{S}^{16}\text{O}_2$ in the region of the ν_2 and $2\nu_2-\nu_2$ bands: line intensities and half-widths / V. A. Zamotaeva // XIX^e Journées de l'École Doctorale Carnot-Pasteur: Book of Abstracts. Besançon, France, June 11–12, 2018. – Besançon, 2018. – P. 59. – 0,07 / 0,07 а.л.

10. **Zamotaeva V. A.** First Detection of H_2^{36}S in the Infrared Region / V. A. Zamotaeva, E. S. Bekhtereva, O. V. Gromova, O. N. Ulenikov, C. Leroy, C. Sydow, S. Bauerecker // 25th International Conference on High Resolution Molecular Spectroscopy: Book of Abstracts. Bilbao, Spain, September 3–7, 2018. – Bilbao, 2018. – P. 206. – 0,05 / 0,03 а.л.

11. **Zamotaeva V. A.** Ro-vibrational study of the (030) state of sulfur dioxide / V. A. Zamotaeva, C. Leroy, E. S. Bekhtereva, O. V. Gromova, S. I. Kuznetsov, O. N. Ulenikov, S. Bauerecker // 25th International Colloquium on High Resolution Molecular Spectroscopy: Book of Abstracts. Helsinki, Finland, August 20–25, 2017. – Helsinki, 2017. – P. 277. – 0,08 / 0,06 а.л.

12. Bekhtereva E. S. High-Resolution Study of Sulfur Dioxide: $^{32}\text{S}^{18}\text{O}_2$ and $^{32}\text{S}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ in the Region of $1800 - 2800 \text{ cm}^{-1}$ / E. S. Bekhtereva, **V. A. Zamotaeva**, O. V. Gromova, O. N. Ulenikov, T. Buttersack, C. Sydow, C. Maul, S. Bauerecker // 24th International Conference on High Resolution Molecular Spectroscopy: Book of Abstracts. Prague, Czech Republic, August 30 – September 3, 2016. – Prague, 2016. – P. 60. – 0,03 / 0,015 а.л.

13. Ulenikov O. N. High Resolution Analysis Of S^{18}O_2 and $\text{S}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ spectrum: The ν_1 And ν_3 Interacting Bands / O. N. Ulenikov, E. S. Bekhtereva, Yu. V. Krivchikova, **V. A. Zamotaeva**, S. Bauerecker, T. Buttersack, C. Sydow // 24th International Colloquium on High Resolution Molecular Spectroscopy: Book of Abstracts. Dijon, France, August 24–28, 2015. – Dijon, 2015. – P. 201. – 0,04 / 0,02 а.л.

14. **Zamotaeva V. A.** High Resolution Analysis Of S^{18}O_2 spectrum: The ν_1 And ν_3 Interacting Bands / V. A. Zamotaeva, Yu. V. Krivchikova, S. A. Zhdanovich // HighRus-2015: Abstracts of Reports of the XXVIIIth Symposium and School on High Resolution Molecular Spectroscopy. Tomsk, Russia, June 30–July 04, 2015. – Tomsk, 2015. – P. 25. – 0,04 / 0,02 а.л.

15. Ulenikov O. N. Study of Spectroscopic Properties Of XY_2 Molecules On The Basis Of The High Order Operator Perturbation Theory / O. N. Ulenikov, E. S. Bekhtereva, **V. A. Zamotaeva**, Yu. V. Krivchikova, I. A. Konov // 23rd International Conference on High Resolution Molecular Spectroscopy: Book of

Abstracts. Bologna, Italy, September 02–06, 2014. – Bologna, 2014. – P. 258. – 0,04 / 0,02 а.л.

Соответствие содержания диссертации избранной специальности

Содержание диссертации соответствует специальности 01.04.05 – Оптика (физико-математические науки).

Представленная работа полностью соответствует требованиям Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете.

Диссертация **«Исследование колебательно-вращательных спектров изотопологов диоксида серы»** Замотаевой Валерии Александровны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

Заключение принято на научном семинаре Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». Присутствовало на заседании – 10 чел. Результаты голосования: «за» – 10 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 20 от «11» сентября 2019 г.

Председатель научного семинара,
д.ф.-м.н., директор ИШФВП ТПУ

 Сухих Л. Г.

Секретарь научного семинара,
к.т.н., начальник ОО ИШФВП ТПУ

 Лариошина И. А.