

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.04, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 06 ноября 2014 года публичной защиты диссертации Каширского Данилы Евгеньевича «Определение термодинамических характеристик неоднородных газовых сред оптическими методами» по специальности 01.04.05 – Оптика на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.

Время начала заседания: 14.30

Время окончания заседания: 16.30

На заседании диссертационного совета присутствовали 19 из 24 членов диссертационного совета, из них 6 докторов физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика:

1. Майер Г.В., доктор физико-математических наук, председатель диссертационного совета (01.04.05)

2. Войцеховский А.В., доктор физико-математических наук, заместитель председателя диссертационного совета, 01.04.05

3. Пойзнер Б.Н., кандидат физико-математических наук, ученый секретарь, 01.04.03

4. Артюхов В.Я., доктор физико-математических наук, 01.04.21

5. Беличенко В.П., доктор физико-математических наук, 01.04.03

6. Дмитренко А.Г., доктор физико-математических наук, 01.04.03

7. Донченко В.А., доктор физико-математических наук, 01.04.21

8. Дунаевский Г.Е., доктор технических наук, 01.04.03

9. Кабанов М.В., доктор физико-математических наук, 01.04.05

10. Козырев А.В., доктор физико-математических наук, 01.04.03

11. Копылова Т.Н., доктор физико-математических наук, 01.04.21

12. Соколова И.В., доктор физико-математических наук, 01.04.21

13. Солдатов А.Н., доктор физико-математических наук, 01.04.21

14. Соснин Э.А., доктор физико-математических наук, 01.04.05

15. Улеников О.Н., доктор физико-математических наук, 01.04.05

16. Фисанов В.В., доктор физико-математических наук, 01.04.03

17. Черепанов В.Н., доктор физико-математических наук, 01.04.05

18. Юдин Н.А., доктор технических наук, 01.04.21

19. Якубов В.П., доктор физико-математических наук, 01.04.03

**Заседание провёл председатель диссертационного совета доктор физико-математических наук, профессор Г.В. Майер.**

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение учёной степени – 17, против – 1, недействительных бюллетеней – 1) диссертационный совет принял решение присудить Д.Е. Каширскому учёную степень кандидата физико-математических наук.

**Заключение диссертационного совета Д 212.267.04 на базе  
федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский Томский государственный университет»**

**Министерства образования и науки Российской Федерации**

**по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 06 ноября 2014 г. № 102

О присуждении **Каширскому Даниле Евгеньевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Определение термодинамических характеристик неоднородных газовых сред оптическими методами»** по специальности **01.04.05** – Оптика принята к защите 29 августа 2014 г., протокол № 95/3, диссертационным советом **Д 212.267.04** на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 937-671 от 23.05.2008 г.).

Соискатель **Каширский Данила Евгеньевич**, 1988 года рождения.

В 2011 году соискатель окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет».

В 2014 году соискатель окончил аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории оптической электроники Сибирского физико-технического института имени академика В.Д. Кузнецова в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре квантовой электроники и фотоники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук **Войцеховская Ольга Кузьминична**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра квантовой электроники и фотоники, профессор.

Официальные оппоненты:

**Петрова Татьяна Михайловна**, доктор физико-математических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы имени В. Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук, отделение спектроскопии атмосферы (на момент назначения – лаборатория молекулярной спектроскопии), ведущий научный сотрудник

**Орловский Виктор Михайлович**, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория оптических излучений, ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «**Национальный исследовательский Томский политехнический университет**», г. Томск, в своем положительном заключении, подписанном **Яковлевым Алексеем Николаевичем** (кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра лазерной и световой техники, заведующий кафедрой) и **Лисицыным Виктором Михайловичем** (доктор физико-математических наук, профессор, кафедра лазерной и световой техники, профессор), указала, что диссертационная работа Д.Е. Каширского содержит новое решение актуальной научной задачи – дистанционного определения термодинамических параметров пространственно-неоднородных

газовых сред с большими градиентами температур и концентраций, имеющей важное значение для диагностики источников загрязнения таких сред (двигатели, заводы, вулканы и др.); предложенный подход расчета центров линий генерации лазеров на двухатомных молекулах и методика определения спектральной ширины позволяет повысить точность обработки результатов оптико-физических измерений; разработанное программное обеспечение является инструментом для моделирования спектральных характеристик газовых сред и способствует разработке новых методов и средств дистанционной диагностики газовых смесей.

Соискатель имеет 36 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 25 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 15 (из них 6 статей в журналах, включенных в библиографические базы Web of Science и Scopus), свидетельств об официальной регистрации программ для ЭВМ – 1, публикаций в сборниках материалов международных и всероссийских конференций – 9 (общий объем работ – 10,74 п.л., авторский вклад – 5,75 п.л.).

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Voitsekhovskaya, O. K. Determination of Dunham coefficients and calculation of the energies of highly excited vibrational-rotational levels of the carbon monoxide molecule in the electronic ground state / O. K. Voitsekhovskaya, **D. E. Kashirskii**, V. S. Korchikov // Moscow University Physics Bulletin. – 2010. – V. 65, № 5. – P. 386-391. – 0,75 / 0,4 п.л. – DOI: 10.3103/S0027134910050097.

2. Voitsekhovskaya, O. K. Determination of spectral width of laser lines in the IR range using the absorption spectroscopy method / O. K. Voitsekhovskaya, D. V. Volkov, **D. E. Kashirskii**, V. S. Korchikov // Quantum electronics. – 2012. – V. 42, № 7. – P. 634-639. – 0,75 / 0,5 п.л. – DOI: 10.1070/QE2012v042n07ABEH014806.

3. Egorov, O. V. The optical method for determining the thermodynamic parameters of hot gases / O. V. Egorov, O. K. Voitsekhovskaya, **D. E. Kashirskii**, R. Sh. Tsvyk, V. M. Sazanovich, M. V. Sherstobitov // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer. – 2014. – Vol. 147. – P. 38-46. – 1,13 / 0,5 п.л. – DOI: 10.1016/j.jqsrt.2014.05.001.

На автореферат поступили 8 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **М.Р. Черкасов**, д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры высшей математики и математической физики Национального исследовательского Томского политехнического университета, *с замечаниями* о возможности применения более простой формулы по сравнению с приведенной на странице 11 автореферата, по которой определяются неизвестные константы Данхема; о трудности восприятия первого защищаемого положения;
2. **А.Л. Магазинников**, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры электронных приборов Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, *с замечаниями* о необходимости дополнить формулировку положения III.2 погрешностями определения температуры и парциального давления; о нечеткости в использовании терминов «излучательная способность тела» и «функция поглощения»;
3. **Т.И. Величко**, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физики Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, и **П.Ю. Третьяков**, канд. физ.-мат. наук, заведующий кафедрой физики Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, *без замечаний*;
4. **О.А. Романовский**, д-р физ.-мат. наук, доц., заведующий научно-образовательным центром Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск, *с замечанием* об отсутствии интервалов погрешностей экспериментальных измерений на рисунках 4 и 5 автореферата;
5. **И.И. Ипполитов**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий лабораторией физики климатических систем Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, *с замечаниями* об избыточности внесения формул в защищаемые положения I и II и необходимости обсуждения влияния турбулентности на характеристики зондирующего лазерного излучения;
6. **Н.А. Кульчицкий**, д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории химической термодинамики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, *без замечаний*;
7. **А.А. Мельников**, д-р физ.-мат. наук, проф., заместитель заведующего кафедрой «Микросистемная техника» Московского государственного технического университета радиотехники, электроники и автоматики, *с замечаниями* о возможности учета континуального поглощения другими молекулами в предложенной во второй главе модели

переноса излучения наряду с водяным паром; об отсутствии в автореферате указания, какие базы данных спектральных линий поглощения могут быть использованы дополнительно в разработанной соискателем программе «TRAVA»;

8. **В.Г. Средин**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин Военной академии ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого Министерства обороны Российской Федерации, г. Москва, *с замечаниями* о не вполне удачных формулировках, наличии ошибок-опечаток, путанице с использованием символов на странице 10 автореферата; о необходимости дополнительного комментария в отношении сопоставления результатов расчета по методике соискателя с экспериментом (рисунок 4); об отсутствии обсуждения корректности представления функции пропускания (излучения) с помощью полиномов по формуле (5).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что Т.М. Петрова является известным специалистом в области оптики и спектроскопии молекулярных сред; В.М. Орловский является специалистом в области оптики, физики конденсированного состояния вещества, лазерной физики; Национальный исследовательский Томский политехнический университет является одним из ведущих научно-исследовательских центров России, в котором работает большое число специалистов в области оптики, молекулярной спектроскопии и лазерной физики.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

*предложен* оригинальный подход к определению констант Данхема, заключающийся в учете вклада в их значения высокоэнергетических уровней двухатомной гетероядерной молекулы, отсутствующих в экспериментальных данных, за счет использования рассчитанных через эффективные вращательную и центробежные константы значений энергий в качестве входных данных, что улучшает экстраполяционные свойства формулы Данхема;

*разработана* новая методика определения спектральной ширины лазерной линии, основанная на использовании зависимости измеренной функции пропускания лазерного излучения газовым объемом от ширины лазерной линии;

*предложена* аппроксимационная модель зависимости спектральных характеристик газовых сред от их термодинамических параметров;

*разработана* новая методика одновременного определения температуры и парциальных давлений компонентов газовых сред со значительными пространственными градиентами этих параметров из измеренных значений их функции пропускания или функции излучения.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

*применительно к проблематике диссертации результативно использован* комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе численное моделирование распространения излучения в газовых средах и их спектральных характеристик;

*изучены связи:* между исходными данными для определения констант Данхема, максимальными значениями степеней в формуле Данхема и экстраполяционными свойствами этой формулы; между спектральными характеристиками пропускания / излучения компонента газовой среды и ее температурой и его парциальным давлением;

*проведена* разработка новых и модернизация существующих алгоритмов моделирования распространения излучения в газовых средах и расчета их спектральных характеристик, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации.

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

*предложен* подход к определению констант Данхема, дающий возможность повысить точность значений предсказанных энергий уровней двухатомных гетероядерных молекул для высоковозбужденных колебательно-вращательных состояний и центров линий генерации лазера (на примере молекулы CO);

*разработана* методика определения спектральной ширины лазерной линии излучения, влияние которой на величину измеряемой функции пропускания обычно не учитывается в экспериментах, что позволяет повысить точность обработки результатов измерений;

*создана и апробирована* на эксперименте по сжиганию этилового спирта методика, обеспечивающая одновременное определение температуры и парциальных давлений компонентов высокотемпературных неоднородных газовых сред и применимая как для пассивных, так и активных дистанционных методов в широкополосных и квазимонохроматических спектральных интервалах;

*создано и внедрено* в учебный процесс и использовано при выполнении научно-исследовательских работ программное обеспечение «TRAVA», являющееся надежной основой для проведения моделирования в задачах дистанционного зондирования газовых сред и формулировки требований к характеристикам существующих или вновь разрабатываемых приемных устройств (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2013617114 от 01.08.2013).

#### **Рекомендации об использовании результатов исследования**

Полученные результаты найдут широкое применение в организациях, выполняющих исследования неоднородных газовых сред оптическими методами, такими как Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск, Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Военная академия ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого Министерства обороны Российской Федерации, г. Москва, Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики, Национальный исследовательский Томский государственный университет и в других организациях, проводящих научно-исследовательские работы по тематике данной диссертации.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

*предложенная* физико-математическая модель распространения излучения в газовых средах построена на проверяемых данных и согласуется с опубликованными экспериментальными и теоретическими данными по теме диссертации;

*использованы* сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике (спектральные характеристики поглощения/ излучения газовых сред, энергии уровней молекулы угарного газа, центры линий генерации СО-лазера);

*установлено* качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

*использованы* современные методики обработки информации, обеспечена репрезентативная статистическая выборка.

**Личный вклад соискателя состоит в:** разработке физических и математических моделей, создании алгоритмов и программного обеспечения, проведении численного моделирования, интерпретации экспериментальных данных, доказательстве и обосновании полученных в диссертации результатов, апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация соответствует пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней, является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития дистанционного зондирования в области оптики газовых сред.

На заседании 06 ноября 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить **Каширскому Д.Е.** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности 01.04.05 – Оптика, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 1, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель  
диссертационного совета



Майер  
Георгий Владимирович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Пойзнер  
Борис Николаевич

06 ноября 2014 г.