

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.223.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»,
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 06 октября 2025 г. № 34

О присуждении Касьянику Никите Ивановичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Определение физических параметров атмосферного аэрозоля на основе измерений многоволнового рамановского и флуоресцентного лидаров» по специальности 1.3.19. Лазерная физика принята к защите 16 июня 2025 г. (протокол заседания № 31) диссертационным советом 24.1.223.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (119991 ГСП-1, Москва, ул. Вавилова, д. 38, приказ о выдаче разрешения на создание совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» от 12.12.2023 г. № 2290/нк).

Соискатель Касьяник Никита Иванович, 4 августа 1995 года рождения. В 2019 году соискатель окончил специалитет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по направлению 12.05.01 «Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения». В 2025 году соискатель окончил очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Соискатель работает в должности младшего научного сотрудника Центра физического приборостроения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра

«Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в Центре физического приборостроения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель — Коренский Михаил Юрьевич, кандидат технических наук, директор Центра физического приборостроения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Павлов Андрей Николаевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией лазерных методов исследования вещества Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук,

Юшков Владимир Александрович, кандидат физико-математических наук, заведующий отделом физики высоких слоёв атмосферы Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральная аэрологическая обсерватория»

дали положительные отзывы о диссертации со следующими замечаниями:

1. Замечания Павлова А.Н.:

1. На фоне выверенной структуры диссертационной работы выделяется подраздел 2.2 «Выбор спектрального диапазона вращательного рамановского рассеяния для измерения коэффициента обратного рассеяния и экстинкции атмосферного аэрозоля». На мой взгляд этот раздел перегружен избыточной информацией (включая формулы и графики), не имеющей непосредственное отношение к теме диссертационной работы.

2. В третьей главе, посвященной разработке алгоритма расчета вкладов основных типов аэрозоля, результирующее решение находится путем усреднения всех решений системы уравнений (по всему диапазону изменения пар $G-\delta$ в испытаниях Монте-Карло). При этом в число усредняемых решений заведомо входят «неверные». Уменьшение их числа можно было бы достичь путем сокращения числа усредняемых

решений, ранжируя их по величине невязки и отбирая только определенный процент решений с минимальной невязкой. При таком подходе появляется возможность уточнить и величины G - δ , характерные не для смеси, а для данного типа аэрозоля.

3. Было бы интересно исследовать, как изменится спектр флуоресценции при использовании коротковолнового излучения. В частности, можно было бы использовать излучение ХеСl-лазера с длиной волны 308 нм.

4. В работе не использован коэффициент деполяризации при длине волны 355 нм. При дальнейшем развитии системы было бы важно рассмотреть такую возможность.

5. Почему спектр обратного флуоресцентного рассеяния был нормирован на сумму всех пяти значений? Не было ли проще нормировать на значение в определённом канале?

2. Замечания Юшкова В.А.:

1. При решении лидарного уравнения обычно предполагается, что так называемое лидарное отношение $S\lambda$, является постоянным, не зависит от высоты и выбирается априори на основе метеорологических данных. Как в работе определялись значения $S\lambda$, которые зависят от типа аэрозоля?

2. На стр 19 утверждается, что «Достоверные флуоресцентные измерения могут проводиться лишь у нижней границы облака». В работе же приводятся данные о вертикально-пространственных распределениях эффективности флуоресценции?

3. Не до конца понятен физический смысл величины χ в главе 3. Как эта величина выводится из формулы (40)?

4. Почему разработанные лидары измеряют сигнал колебательного рассеяния, когда в разделе 1.2 было показано, что эффективнее измерять сигнал вращательного рассеяния?

5. Зависит ли сигнал флуоресценции от относительной влажности?

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанным Горчаковым Геннадием Ильичом, доктором физико-математических наук, профессором, главным научным сотрудником, заведующим Лабораторией оптики и микрофизики аэрозоля Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук и утвержденным директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук академиком РАН, доктором физико-математических наук, Семёновым Владимиром Анатольевичем, указала, что диссертация Касьяника Никиты

Ивановича «Определение физических параметров атмосферного аэрозоля на основе измерений многоволнового рамановского и флуоресцентного лидаров» отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки России к кандидатским диссертациям и предусмотренным пунктами 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 года (ред. от 16 октября 2024 года), а её автор заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

К диссертационной работе были предъявлены следующие замечания:

1. В списке публикаций нет статей, в которых Н.И. Касьяник был бы первым автором.
2. В диссертации в некоторых случаях используется не вполне удачные термины: «частицы воды» (стр. 48, табл. 2), «сильный слой дыма» (стр. 106, строка 5), «спектр флуоресценции городского аэрозоля уменьшается с длиной волны» (стр. 124, 3 и 4 строки).

Соискатель имеет 4 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 4 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы. Все они входят в международные базы Web of Science и Scopus. В рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы по лазерно-индуцированной флуоресценции атмосферного аэрозоля, в которых соискатель принял непосредственное участие при проведении экспериментов, обработке экспериментальных данных и написании публикаций. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Список наиболее значительных работ:

1. Retrieval and analysis of the composition of an aerosol mixture through Mie–Raman–fluorescence lidar observations / I. Veselovskii, B. Barchunov, Q. Hu, P. Goloub, T. Podvin, M. Korenskii, G. Dubois, W. Boissiere, N. Kasianik // Atmos. Meas. Tech. – 2024. – Vol. 17. - № 13. – P. 4137–4152. <https://doi.org/10.5194/amt-17-4137-2024>
2. Derivation of depolarization ratios of aerosol fluorescence and water vapor Raman backscatters from lidar measurements / I. Veselovskii, Q. Hu, P. Goloub, T. Podvin, W. Boissiere, M. Korenskiy, N. Kasianik, S. Khaykyn, R. Miri // Atmos. Meas. Tech. – 2024. – Vol. 17. - № 3. – P. 1023–1036. <https://doi.org/10.5194/amt-17-1023-2024>
3. Multiwavelength fluorescence lidar observations of smoke plumes / I. Veselovskii, N. Kasianik, M. Korenskii, Q. Hu, P. Goloub, T. Podvin, D. Liu // Atmos. Meas. Tech. – 2023. – Vol. 16. - № 8. – P. 2055–2065. <https://doi.org/10.5194/amt-16-2055-2023>

4. Fluorescence properties of long-range-transported smoke: insights from five-channel lidar observations over Moscow during the 2023 wildfire season / I. Veselovskii, M. Korenskiy, N. Kasianik, B. Barchunov, Q. Hu, P. Goloub, T. Podvin // Atmos. Chem. Phys. – 2025. – V. 25. - № 3. – P. 1603–1615. <https://doi.org/10.5194/acp-25-1603-2025>

На автореферат поступили 3 отзыва; все отзывы положительные, но есть замечания:

1. От Коношонкина Александра Владимировича, доктора физико-математических наук, доцента кафедры ФН-4 «Физика», профессора кафедры космической физики и экологии радиофизического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»:

- 1) В пятиканальном флуоресцентном лидаре не используется коэффициент деполяризации излучения. В то же время деполяризационные измерения важны для анализа вклада пыли в полное обратное рассеяние. Надеюсь, что в будущем соответствующие измерения будут проводиться.
- 2) Эффективность флуоресценции зависит от влажности, поэтому, вообще говоря, высотный профиль относительной влажности должен использоваться при анализе аэрозольных смесей.

2. От Коршунова Владимира Алексеевича, кандидата физико-математических наук, доцента, ведущего научного сотрудника Института экспериментальной метеорологии Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ФГБУ «НПО «Тайфун»):

- 1) Для оценки возможностей и сферы применимости флуоресцентного метода желательно было бы провести сопоставление минимального уровня регистрации дыма $\approx 1 \text{ мкг/м}^3$ с характерным диапазоном изменения массовой концентрации в дымовых слоях по данным независимых измерений.
- 2) Отсутствуют данные о возможных источниках флуоресцирующих компонентах городского аэрозоля и их источниках, которые были бы полезны для практического использования разработанного метода.

3. От Коханенко Григория Павловича, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника группы оптического зондирования атмосферы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук (ИОА СО РАН)

- 1) Необходимо более точно и подробно определить личный вклад автора, поскольку широкий круг представленных результатов

(разработка лидара, его изготовление, измерения спектров и т.д.) не укладывается в фразу «результаты получены автором лично».

2) Желательно пояснить постоянное присутствие в измерениях дымовых шлейфов на уровне под тропопаузой, хотя основной перенос загрязнений (не учитывая вулканические выбросы) происходит внутри планетарного пограничного слоя. К сожалению, в автореферате не приводится анализ обратных траекторий, что не дает возможности идентифицировать источники загрязнений.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой степенью их компетенции в вопросах лазерной физики, подтвержденной большим числом публикаций в ведущих рецензируемых изданиях, что позволяет им оценить достоверность полученных результатов и научно-практическую значимость рассматриваемой в диссертации проблемы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработан метод анализа состава аэрозольных смесей позволяющий определять содержание основных типов частиц на основе флуоресцентных и поляризационных лидарных измерений.

Показано, что флуоресцентный лидар является высокочувствительным инструментом, для анализа содержания и исследования процессов переноса дыма в атмосфере. Созданный лидар позволил определять содержание дыма на уровне 1 мкг/м³ на высотах до 12 км.

Экспериментально продемонстрировано, что городской аэрозоль и дым характеризуются принципиально разными спектрами флуоресценции, что может быть использовано для их идентификации. Впервые показано, что максимум спектра флуоресценции дыма сдвигается в красную спектральную область с высотой.

Предложен подход к определению и коррекции погрешностей измерения водяного пара рамановским лидаром, обусловленных флуоресценцией дыма. Показано, что эти погрешности растут с увеличением высоты и в слоях дыма в верхней тропосфере и в отсутствие коррекции они могут превосходить 50%.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Полученные результаты расширяют представление о роли дыма от лесных пожаров в физических процессах, происходящих в тропосфере и нижней стратосфере

Результаты, получаемые с помощью разработанных дистанционных методов анализа процессов переноса дыма, могут быть использованы в глобальных моделях циркуляции атмосферы.

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

Разработаны новые методы лидарного зондирования, позволяющие создавать устройства для оперативного мониторинга аэрозольного состава атмосферы.

Созданный флуоресцентный лидар найдет широкое применение при изучении физических процессов взаимодействия атмосферного аэрозоля с облаками.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

Экспериментально продемонстрировано, что флуоресцентный лидар способен детектировать присутствие частиц дыма в тропосфере на высотах до 12 км.

Впервые измерены коэффициенты деполяризации флуоресценции для различных типов аэрозоля и различных диапазонов высот.

Предложен подход к коррекции погрешностей, вносимых флуоресценцией аэрозоля в измерение водяного пара рамановским лидаром, на основе поляризационных измерений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что все выводы диссертации обоснованы и подтверждены данными экспериментов, проведенных с применением специально разработанных методик и использованием современного научного оборудования, а также результатами математического моделирования. Работы отечественных и зарубежных авторов в области лидарных исследований атмосферных аэрозолей и исследования лазерно-индуцированной флуоресценции аэрозолей легли в основу методологических подходов к исследованиям, представленным в работе. Анализ полученных результатов производился с использованием методов статистической обработки данных.

Личный вклад соискателя состоит в разработке и настройке 5-канального флуоресцентного лидара, в создании алгоритма анализа состава аэрозольной смеси, и в проведении регулярных лидарных измерений.

Соискателем проводилась обработка и интерпретация экспериментальных данных, подготовка научных публикаций и их апробация.

Соискатель Касьяник Никита Иванович ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, замечания ведущей организации и оппонентов, согласился с некоторыми замечаниями и привёл собственную аргументацию.

На заседании 06 октября 2025 года диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития лазерной физики и заключающееся в разработке лидарных методов флуоресцентного анализа атмосферного аэрозоля и технических решений на его основе присудить Касьянику Никите Ивановичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» 11, «против» 0, недействительных бюллетеней 1.

Зам. председателя диссертационного совета
докт. физ.-мат. наук.



Цветков
Владимир
Борисович

Ученый секретарь диссертационного совета
канд. физ.-мат. наук

Осадчий
Александр
Валентинович

07 октября 2025 г.