

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе
Российской академии наук
(ФТИ им. А.Ф. Иоффе)
ул. Политехническая, д. 26, г. Санкт-Петербург, 194021
Тел. (812) 297-22-45, факс (812) 297-10-17
post@mail.ioffe.ru, <http://www.ioffe.ru>
ОКПО 02698463, ОГРН 1037804006998
ИНН 7802072267, КПП 780201001

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по научной работе
доктор физ.-мат. наук

П.Н. Брунков

Март 2026 г.



07.03.2026 № _____

На № _____ от _____

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ
на диссертацию Кравцова Дениса Вадимовича «Разработка методов
прямого высокочувствительного анализа газовой фазы на основе
времяпролетной масс-спектрометрии с импульсным тлеющим разрядом»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 1.3.2 — «Приборы и методы экспериментальной физики»

1. Актуальность темы исследования

Тема диссертационной работы является актуальной для науки и практики. Развитие масс-спектрометрических методов анализа, в том числе анализа летучих соединений, лежит на острие развития современного аналитического приборостроения. Актуальность обусловлена возрастающими требованиями к чувствительности и селективности методов анализа газовой фазы в различных областях: экологическом мониторинге, медицинской диагностике, контроле чистоты промышленных газов и научных исследованиях.

Работа выполнена на стыке аналитической химии, физической электроники, физики плазмы и научного приборостроения, что соответствует современным тенденциям междисциплинарных исследований. Разработка методов прямого анализа без предварительной подготовки проб представляет значительный интерес для решения практических задач в режиме реального времени.

2. Научная новизна и основные результаты

К наиболее значимым научным результатам, полученным в диссертации, относятся:

- показана возможность эффективного использования ионизации в тлеющем разряде для масс-спектрометрического анализа летучих соединений как метода, альтернативного традиционной электронной ионизации;

- разработан новый метод прямого высокочувствительного определения летучих органических и неорганических соединений в воздухе и газовой выделении человека с использованием времяпролетной масс-спектрометрии с импульсным тлеющим разрядом (ВП-МС), позволяющий достигать пределов обнаружения на уровне единиц частей на миллиард (ppb);

- выявлены оптимальные условия ионизации летучих органических соединений в воздушной среде и других газах, обеспечивающие существенно более низкую степень фрагментации по сравнению с традиционной электронной ионизацией, что упрощает идентификацию соединений;
- показана возможность применения комбинированной ионизации (ионизация Пеннинга и электронная ионизация) для анализа высокочистых инертных газов, что расширяет аналитические возможности метода;
- разработана приборная и методическая база для анализа летучих органических и неорганических соединений с использованием масс-спектрометров ЛЮМАС-30 и ЛЮМАС ИТР-301;
- проведена модернизация разрядной ячейки для анализа летучих органических соединений в воздухе, а также разработана новая разрядная ячейка и многоканальная система напуска для анализа высокочистых газов.

3. Практическая и теоретическая значимость

Практическая значимость работы обусловлена возможностью следующих путей использования полученных результатов:

- создания нового типа масс-спектрометра, приборного комплекса на его основе, пригодного для широкого класса измерений и формирующего новую рыночную нишу, а также методических подходов, обеспечивающих возможность его эффективного использования.;
- проведения фундаментальных исследований в области аналитической химии и физики плазмы в научных и образовательных центрах;
- выполнения экологическим мониторингом атмосферного воздуха;
- реализации неинвазивной диагностики и скрининга заболеваний по выдыхаемому воздуху;
- контроля чистоты инертных газов и технологических процессов в производственных организациях.

4. Публикации и апробация результатов

Основные результаты диссертации опубликованы в 3 научных работах, входящих в перечень ВАК, а также индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science.

1. Kravtsov D., Gubal A., Chuchina V., Ivanenko N., Solovyev N., Stroganov A., Jin H., Ganeev A. Volatile Organic Compound Fragmentation in the Afterglow of Pulsed Glow Discharge in Ambient Air // *Molecules*. 2022. Vol. 27, no. 20. P. 6864. DOI: 10.3390/molecules27206864.

2. Ганеев А.А., Губаль А.Р., Кравцов Д.В., Чучина В.А., Сидельников В.О., Яковлева Е.М., Строганов А.А. Времяпролетная масс-спектрометрия с импульсным тлеющим разрядом для прямого определения летучих органических соединений в воздухе, азоте и аргоне. Процессы ионизации летучих органических соединений // *Аналитика и контроль*. 2023. Т. 27, № 4. С. 208-218. DOI: 10.15826/analitika.2023.27.4.002.

Переводная версия:

Ganeev A.A., Gubal A.R., Kravtsov D.V. et al. Time-of-Flight Mass Spectrometry with Pulsed Glow Discharge for the Direct Determination of Volatile Organic Compounds in Air, Nitrogen, and Argon: Ionization Processes of Volatile Organic

Compounds // Journal of Analytical Chemistry. 2025. Vol. 80. P. 339-350. DOI: 10.1134/S1061934824701818.

3. Ganeev A., Chuchina V., Gubal A., Kravtsov D. et al. Time-of-flight mass spectrometry with a pulsed glow discharge—A versatile tool in modern analytical chemistry: From elemental and isotopic analysis of solids to determination of VOCs and inorganic compounds in ambient air // European Journal of Mass Spectrometry. 2025. Vol. 31, no. 1-2. P. 3–20. DOI: 10.1177/14690667251328836.

И 1 статье по смежной тематике:

Kononov A. et al. Accuracy calibration transfer between multi-sensor systems based on metal-oxide gas sensors used for analysis of exhaled air // Results Chem. Elsevier B.V., 2023. Т. 6.

Результаты прошли апробацию на 2 международных и 5 всероссийских конференциях: VI Всероссийская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «ХИМИЯ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ», (21-22 мая 2021 года, г. Ростов-на-Дону), X съезд ВМСО, IX Всероссийская конференция с международным участием «МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ И ЕЕ ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ» (18-22 октября 2021 года, г. Москва), Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2021» (12-23 апреля 2021 год, г. Москва), XII международная конференция молодых ученых по химии «MENDELEEV 2021» (6-10 сентября 2021 год, г. Санкт-Петербург), IV съезд аналитиков России (26-30 сентября 2022г., г. Москва), XI съезд ВМСО, X Всероссийская конференция с международным участием «МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ И ЕЕ ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ» (30 октября – 3 ноября 2023 года, г. Москва), VII Всероссийский симпозиум «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии» (21-27 сентября 2025 года, г. Краснодар).

5. Замечания по диссертационной работе и автореферату

По содержанию и оформлению автореферата и диссертации можно сделать ряд замечаний и задать связанных с ними вопросов:

1. Низкий уровень фрагментации, вообще говоря, затрудняет идентификацию молекул в масс-спектрометрии. Насколько получаемые спектры отличаются от стандартных (NIST)? Возможно ли совмещение указанного метода с электронной ионизацией для использования преимуществ обоих: детектирование молекулярного иона там, где он не появляется в электронной ионизации, и наличие фрагментации, необходимой для идентификации молекул пробы?
2. Неясно, насколько проявляется избирательность ионизации, обычно характерная для Пеннинговского процесса, и какие ограничения она накладывает (если накладывает) на концентрацию пробы, составы смесей и т.д.
3. Неясно, насколько эффекты «хвостов пиков», характерные для времяпролетной масс-спектрометрии, влияют на детектирование компонент смеси в условиях сильно, на много порядков, различающихся концентраций, что обычно очень важно для экологических и специальных задач.

Приведенные замечания носят частный характер и не влияют на общую положительную оценку работы.

6. Заключение

Диссертационная работа Кравцова Дениса Вадимовича «Разработка методов прямого высокочувствительного анализа газовой фазы на основе времяпролетной масс-спектрометрии с импульсным тлеющим разрядом» представляет собой завершённое научно-квалификационное исследование, выполненное на высоком научном и техническом уровне.

Потребителями результатов, представленных в работе Кравцова Д.В., могут быть:

1. По результатам, представленным в главе 3 работы:

Научные и медицинские учреждения, занимающиеся вопросами здравоохранения и экологического мониторинга, а именно:

- Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,

- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет),

- Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

2. По результатам, представленным в главе 4 работы:

Научные и производственные предприятия, занимающиеся изготовлением и контролем чистоты благородных и других неорганических газов, а именно:

- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»,

- Амурский газоперерабатывающий комбинат ПАО «Газпром»,

- Акционерное общество «Научно-производственное объединение «ГЕЛИЙМАШ»

Работа соответствует пп. 1-4 паспорта специальности 1.3.2 — «Приборы и методы экспериментальной физики» (технические науки), а именно: «Изучение физических явлений и процессов, которые могут быть использованы для создания принципиально новых приборов и методов экспериментальной физики»; «Разработка новых принципов и методов измерений физических величин, основанных на современных достижениях в различных областях физики и позволяющих существенно увеличить точность, чувствительность и быстродействие измерений»; «Разработка и создание научной аппаратуры приборов для экспериментальных исследований в различных областях физики»; «Разработка и создание экспериментальных установок для проведения экспериментальных исследований в различных областях физики».

Автореферат полностью и точно отражает содержание диссертации, а также её основные положения и выводы. Основные результаты являются новыми и получены автором впервые. По содержанию, актуальности и научной новизне, объёму проведенного исследования, научной и практической значимости полученных результатов диссертация Кравцова Дениса Вадимовича соответствует критериям, установленным в Постановлении Правительства Российской

Федерации от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (в действующей редакции). Кравцов Д.В. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.2 — «Приборы и методы экспериментальной физики».

Доклад по диссертационной работе Кравцова Д.В. заслушан и обсужден на заседании НТС лаборатории физики адсорбционно-десорбционных процессов ФГБУН Физико-технический институт им. Иоффе РАН «25» февраля 2026 г., протокол № 1-26.

Результаты голосования: «за» — 9 чел., «против» — 0 чел., «воздержался» — 0 чел.

Ведущий научный сотрудник
лаборатории физики
адсорбционно-десорбционных
процессов
доктор физ.-мат. наук, профессор



Рутьков Евгений Викторович

Сведения о составителях отзыва:

— Рутьков Евгений Викторович, доктор физ-мат наук, профессор, ведущий научный сотрудник ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН

— Научная специальность **1.3.5.** (в момент защиты **01.04.04.**)

— Контактные данные: rut'kov@ms.ioffe.ru: тел. +7-812-2977114