

УТВЕРЖДАЮ



Директор ООО «Люмэкс»

В.И.Зинченко

09 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ООО «Люмэкс»

Диссертация Кравцова Дениса Вадимовича «Разработка методов прямого высокочувствительного анализа газовой фазы на основе времяпролетной масс-спектрометрии с импульсным тлеющим разрядом» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики выполнена в отделе спектрометрии ООО «Люмэкс» и в ИАП РАН.

Кравцов Д.В. в 2021 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» по специальности «Фундаментальные и прикладные аспекты наносистем и наноматериалов». В период с 2021 по 2025 год Д.В. Кравцов проходил обучение в очной аспирантуре ИАП РАН по направлению 03.06.01 Физика и астрономия (направленность 01.04.01 Приборы и методы экспериментальной физики).

В 2021 году был трудоустроен в ООО «Люмэкс» в отдел спектрометрии на должность «инженер». С марта 2023 года получил назначение на должность «Руководитель производственной группы»

Научные руководители – Губаль Анна Романовна, кандидат химических наук, руководитель отдела спектрометрии ООО «Люмэкс», Бердников Александр Сергеевич, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией экологической масс-спектрометрии ИАП РАН.

По итогам рассмотрения принято следующее заключение:

1. Актуальность работы заключается в разработке метода высокочувствительного прямого анализа газовой фазы, который может быть использован для разработки приборно-

аппаратных комплексов для неинвазивной диагностики заболеваний и для контроля чистоты высокочистых инертных газов.

2. Личный вклад соискателя заключается в получении научных результатов на всех этапах работы. Экспериментальные данные, представленные в работе, получены либо автором лично, либо при его непосредственном участии, за исключением отдельно оговоренных случаев. Анализ полученных экспериментальных данных проводился совместно с соавторами.

Автор принимал непосредственное участие как в разработке, так и в сборке и испытаниях разрядной ячейки и многоканальной системы напуска для анализа высокочистых газов, а также в модернизации разрядной ячейки для анализа ЛОС в воздухе.

3. Достоверность научных достижений соискателя обеспечивается корректной постановкой задач, применением современной приборной базы, многократным проведением экспериментов с воспроизводимыми результатами и применением стандартных образцов состава вещества. Результаты работы были представлены на 7 конференциях, в том числе на международных

4. Научная новизна исследований заключается в том, что:

-Разработан новый метод определения летучих органических и неорганических соединений в воздухе и других газах с использованием ИТР-ВП-МС

-Выявлены условия определения летучих органических соединений в воздухе и других газах со степенью фрагментации значительно сниженной относительно электронной ионизации

-Показана возможность применения комбинированной ионизации (ионизация Пеннинга и электронная ионизация) для анализа высокочистых газов.

5. Практическая значимость исследований заключается в том, что:

-Разработана приборная и методическая база для определения летучих органических и неорганических соединений в воздухе и других газах с использованием масс-спектрометров ЛЮМАС-30 и ЛЮМАС ИТР-301;

-Разработан метод анализа инертных газов и получены пределы обнаружения на уровне ppb_v и ниже, что позволяет использовать метод для анализа высокочистых газов;

-Проведена модернизация разрядной ячейки для определения летучих органических соединений в воздухе, разработаны новая разрядная ячейка и многоканальная система напуска для анализа высокочистых газов;

-Разработанный приборный комплекс и рабочие методики могут быть использованы для контроля чистоты высокочистых инертных газов.

6. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 1.3.2 «Приборы и методы экспериментальной физики», области знаний «Технические науки», а именно пункту 1 «Изучение физических явлений и процессов, которые могут быть использованы для создания принципиально новых приборов и методов экспериментальной физики.», пункту 2 «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.» и пункту 3 «Разработка и создание научной аппаратуры и приборов для экспериментальных исследований в различных областях физики.».

7. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Материалы по теме диссертации изложены в 3 статьях в рецензируемых журналах:

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.

Диссертация «Разработка методов прямого высокочувствительного анализа газовой фазы на основе времяпролетной масс-спектрометрии с импульсным тлеющим разрядом» полностью соответствует критериям, определенным пп.9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (с учетом изменений и дополнений) и п.9 Паспорта специальности 1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики (область знаний – 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 и приборов для экспериментальных исследований в различных областях физики» и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики.

Заключение подготовлено на заседании научного семинара ООО «Люмэкс» (протокол от 23.09.2025 г.).

Председатель семинара

д.ф.-м.н. Ганеев А.А.

Секретарь

к.т.н. Хасин Ю.И.

Участники семинара

1. к.х.н. Иваненко Н.Б.

2. к.х.н. Губаль А.Р.

3.Присяч С.С.

Подписи заверяю



директор ООО «Люмэкс»

Винченко В.И.