

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.223.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
«ИНСТИТУТА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК»
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12 октября 2022 г. № 85

О присуждении Бухариной Айгуль Булатовне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Ионизация молекул излучением лазерной плазмы в масс-спектрометрии летучих органических соединений», по специальности 1.3.19 – Лазерная физика по физико-математическим наукам принята к защите 27 июня 2022 года (протокол заседания № 82) диссертационным советом 24.1.223.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения Федерального исследовательского центра «Института общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (ИОФ РАН), 119991 ГСП-1, Москва, ул. Вавилова, д. 38, № 913/нк от 14 июля 2016 г.

Соискатель Бухарина Айгуль Булатовна 1989 года рождения. В 2013 году соискатель окончила Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет). В 2020 году соискатель окончила аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН» по специальности 01.04.21 - Лазерная физика.

Диссертация выполнена в лаборатории лазерной диагностики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Института общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук».

Научный руководитель:

Никифоров Сергей Михайлович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, исполняющий обязанностей заведующего лабораторией лазерной диагностики отдела колебаний ИОФ РАН.

Официальные оппоненты:

Сысоев Алексей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор Отделения нанотехнологий в электронике, спинtronике и фотонике офиса образовательных программ Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»;

Ищенко Анатолий Александрович, доктор химических наук, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА-Российский технологический университет», заведующий кафедрой аналитической химии имени И.П. Алимарина Института тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ), г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Пыцким Иваном Сергеевичем, кандидатом химических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории физико-химических основ хроматографии и хромато-масс-спектрометрии и утвержденном директором ИФХЭ, член-корреспондентом РАН, доктором химических наук, профессором Буряком Алексеем Константиновичем, указала, что диссертация Бухариной Айгуль Булатовны на тему «Ионизация молекул излучением лазерной плазмы в масс-

спектрометрии летучих органических соединений» полностью отвечает критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук в соответствии п.9 и п.13 Положения, утвержденного Правительством РФ «О присуждении ученых степеней» от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Бухарина Айгуль Булатовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – лазерная физика.

В отзыве указаны пять замечаний:

Формальные:

1. В диссертационной работе присутствуют орфографические ошибки и опечатки.
2. Некоторые рисунки представлены с подписями на английском языке.

По существу:

1. В экспериментах с реальными биологическими пробами не приведена интерпретация пиков в масс-спектрах соединений. Было бы интересно провести идентификацию химических соединений и сравнить с работами других групп, занимающихся анализом ЛОС.
2. Почему в работе не используется хроматограф для получения информации о составе соединений? Это в настоящее время наиболее мощный метод анализа и его использование может улучшить результаты работы.
3. В тексте автографа не упоминается модель и характеристики масс-спектрометра, на котором производились эксперименты. В диссертации эти сведения описаны в полной мере, однако в автографе эти данные тоже следовало бы указать.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 8 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, 5. Все 8 работ выполнены на высоком уровне при непосредственном участии Бухариной А.Б. Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Аблизен Р.С., Монастырский М.А., Скоблин М.Г., Пенто А.В., **Бухарина А.Б.**, Никифоров С.М., Макаров А.А. Динамика ионов в атмосферном

источнике с фотоионизацией излучением лазерной плазмы // Журнал технической физики. 2020. Т. 90. №. 12. С. 1995-2001.

2. **Бухарина А.Б.**, Пенто А.В., Симановский Я.О., Никифоров С.М. Масс-спектрометрия летучих органических соединений при ионизации излучением лазерной плазмы // Квантовая электроника. 2021. Т. 51. №. 5. С. 393-399.

3. Pento A., **Bukharina A.**, Nikiforov S., Simanovsky Y., Sartakov B., Ablizen R., Fabelinsky V., Smirnov V., Grechnikov A. Laser-induced plasma on a metal surface for ionization of organic compounds at atmospheric pressure // International Journal of Mass Spectrometry. Elsevier. 2021. Vol. 461. P. 116498.

4. Fabelinsky V., **Bukharina A.**, Pento V., Sartakov B., Ablizen R., Simanovsky Ya. Laser plasma on metal target surface as a source of vacuum UV radiation for ionizing organic molecules in mass spectroscopy // Phys. Wave Phenom. 2021. Vol. 29. No. 3. P. 210-220.

5. Kochevalina M.Yu., **Bukharina A.B.**, Trunov V.G., Pento., A.V., Morozova O.V., Kogun' G.A., Simanovsky Ya.O., Nikiforov S.M., Rodionova E.I. Changes in the urine volatile metabolome throughout growth of transplanted hepatocarcinoma // Scientific Reports. 2022. Т. 12. №. 1. Р. 1-10.

На автореферат диссертации поступили три отзыва:

1. Из ООО «Оптосистемы» (г. Троицк, Москва), подписанный кандидатом физико-математических наук Ганином Даниилом Валентиновичем, начальником отдела фемтосекундных лазеров. Отзыв положительный, замечаний нет.

2. Из АО «Института геологии и разработки горючих ископаемых» (г. Москва), подписанный кандидатом физико-математических наук Ялаевым Тагиром Рустамовичем, главным технологом. Отзыв положительный, замечаний нет.

3. Из Московского физико-технического института (Государственного университета) (г. Долгопрудный, Московская обл.) подписанный кандидатом физико-математических наук Жабиным Сергеем Николаевичем, доцентом кафедры общей физики. Отзыв положительный, замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации широко известны своими достижениями в соответствующей области науки и способны оценить научную и практическую значимость рассматриваемой в диссертации проблему.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан метод лазерного масс-спектрометрического анализа летучих органических соединений (APLPI), выделяемых жидкими биологическими образцами, обеспечивающий получение результатов без пробоподготовки; проведен выбор параметров излучения Nd:YAG лазера для создания лазерной плазмы, обеспечивающей эффективную ионизацию летучих органических соединений;

показано, что для разработанного источника ионов достаточна энергия в импульсе Nd:YAG лазера ($\lambda=1.06$ мкм) 200 мкДж при плотности энергии в пятне 7 Дж/см²;

определены длительность и спектральный диапазон импульса ультрафиолетового излучения, генерируемой лазерной плазмой;

установлено, что основными каналами образования положительных ионов органических соединений под действием излучения лазерной плазмы при атмосферном давлении являются: фотоионизация, реакция передачи протона, реакция электрофильного присоединения, реакция окисления с последующей ионизацией;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

определены основные характеристики метода APLPI: чувствительность до 4.6×10^4 отсчетов/ррbv и предел обнаружения от 200 ppt;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих экспериментальных и теоретических методов исследования органических соединений;

проведено сравнение метода с известными методами ионизации: Selected Ion Flow Tube (SIFT) и Proton Transfer Reaction (PTR), показано, что метод APLPI по чувствительности превышает указанные методы; определенна вероятность образования ионов, находящаяся в диапазоне от 7.2×10^{-6} до 1.5×10^{-5} для исследованных анализаторов; показано, что эффективность образования положительных ионов летучих органических соединений от 2 до 100 раз выше в аргоне, по сравнению с азотом и воздухом; установлено, что наиболее эффективная ионизация наблюдается в аргоне, обусловленная отсутствием поглощения импульсного ультрафиолетового излучения с энергией кванта, превышающей потенциал ионизации молекулы H_2O .

Значение полученных результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

создан ионный источник для анализа летучих органических соединений; получены масс-спектры летучих органических соединений образцов биологических жидкостей животных и человека при комнатной температуре образца в аргоне при атмосферном давлении; масс-спектры летучих органических соединений (на примере анализа образцов мочи) содержат информацию о патологических изменениях в организме.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: экспериментальные данные получены на сертифицированном оборудовании, использованы современные методы измерения, показана воспроизводимость результатов; полученные результаты согласуются с теоретическими положениями, построенными на известных в литературе проверяемых данных; установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике в тех случаях, когда такое сравнение было возможно

проводести.

Личный вклад соискателя состоит в:

непосредственном участии при получении исходных данных и разработке установок, проведении научных экспериментов, обработке и интерпретации полученных результатов, подготовке статей по выполненной работе и публикаций в научных журналах, в представлении результатов исследований на конференциях и семинарах.

На заседании 12 октября 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Бухариной А.Б. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – лазерная физика. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 16, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета
доктор физико-математических наук

Г.А. Шаффеев

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор физико-математических наук

В.М. Кузькин



«13» октября 2022 г.