

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ФИЦ ХФ РАН  
д.х.н., профессор Надточенко В.А.



*В.А. Надточенко*  
21 апреля 2022 г.

**ВЫПИСКА  
ИЗ ПРОТОКОЛА № 5**

заседания семинара Филиала государственного бюджетного учреждения науки  
Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семёнова  
Российской академии наук (ФИЦ ХФ РАН) в г. Черноголовке  
от 21 апреля 2022 г.

**Председатель:** главный научный сотрудник лаборатории физико-химических воздействий на материалы Филиала ФИЦ ХФ РАН  
д.х.н., профессор Пономарёв А.Н.

**Секретарь:** ведущий научный сотрудник лаборатории динамической и кинетической масс-спектрометрии Филиала ФИЦ ХФ РАН  
к.ф.-м.н. Сулименков И.В.

**Присутствовали:** д.х.н. Пономарёв А.Н., д.ф.-м.н. Разников В.В., д.ф.-м.н. Зеленов В.В., д.х.н. Василец В.Н., чл-корр. РАН д.ф.-м.н. Разумов В.Ф., д.ф.-м.н. Кривенко А.Г., д.ф.-м.н. Морозов Ю.Г., д.х.н. Бричкин С.Б., к.ф.-м.н. Козловский В.И., к.ф.-м.н. Хидиров С.Г., к.ф.-м.н. Лукин Л.В., к.ф.-м.н. Филатов В.В., к.ф.-м.н. Симбирцева Г.В., к.ф.-м.н. Бабенко С.Д., к.ф.-м.н. Матюшенко В.И., к.ф.-м.н. Сулименков И.В., к.х.н. Тихомиров Л.А., к.х.н. Спирын М.Г., Крушинская И.Н., Буйдо Е.А., Быхало И.Б., Гак В.Ф..

**Повестка дня:** обсуждение диссертационной работы Балакина Александра Алексеевича «Интерфейсы на основе трековых мембран в масс-спектральных исследованиях полевого испарения ионов из полярных растворов», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики.

**Слушали:** доклад ведущего научного сотрудника к.ф.-м.н. Балакина А.А. «Интерфейсы на основе трековых мембран в масс-спектральных исследованиях полевого испарения ионов из полярных растворов».

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Федерального исследовательского центра химической физики  
им. Н.Н. Семёнова Российской академии наук

Диссертация «Интерфейсы на основе трековых мембран в масс-спектральных исследованиях полевого испарения ионов из полярных растворов» выполнена в лаборатории ионизационных процессов в плотных средах Филиала ФИЦ ХФ РАН в г. Черноголовке. В период подготовки диссертации Балакин Александр Алексеевич работал в должностях старшего научного сотрудника, исполняющего обязанности заведующего лабораторией, заведующего лабораторией и ведущего научного сотрудника.

В 1972 г. Балакин А.А. окончил физический факультет Ростовского государственного университета по специальности радиофизика и электроника.

В 1981 г. Балакин А.А. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование механизма переноса избыточного электрона в жидких

углеводородах методом импульсной электропроводности» по специальности 01.04.17 – химическая физика, в том числе физика горения и взрыва.

После доклада состоялось обсуждение работы. В обсуждении участвовали: д.х.н. Пономарёв А.Н., д.ф.-м.н. Разников В.В., д.ф.-м.н. Зеленов В.В., д.ф.-м.н. Кривенко А.Г., д.х.н. Бричкин С.Б., д.х.н. Василец В.Н., к.ф.-м.н. Козловский В.И., к.ф.-м.н. Бабенко С.Д.

По докладу были заданы следующие вопросы:

1. Д.ф.-м.н. Кривенко А.Г.: Почему двухзарядные ионы подавляют эмиссию ионов глицерина и других однозарядных ионов?
2. Д.х.н. Василец В.Н.: Исследовалось ли влияние температуры на режим транспорта ионов по каналам мембраны?
3. Д.х.н. Бричкин С.Б.: Существуют ли зарубежные аналоги таких ионных источников, есть ли интерес в мире к вашим разработкам?
4. Д.х.н. Пономарёв А.Н.: Можно ли решить поставленные проблемы используя чисто металлические мембраны?
5. Д.х.н. Василец В.Н.: Каково время движения ионов по каналам мембраны?
6. К.ф.-м.н. Козловский В.И.: Насколько изменялась концентрация ионов в растворе в опытах по определению распределения ионов по энергии?
7. К.ф.-м.н. Козловский В.И.: Каков механизм выхода тяжелых органических ионов из раствора при использовании мембранного интерфейса в атмосферных условиях?

На все вопросы докладчик дал подробные ответы.

По итогам обсуждения рассмотренной диссертации принято следующее заключение:

*Личное участие автора.* Все результаты, представленные в работе, получены при непосредственном личном участии автора. Вклад автора был основным при постановке задач исследований и выборе методик, при анализе экспериментальных результатов и их интерпретации, а также в постановке модельных расчетов и сопоставлении их результатов с данными экспериментов. Разработка и реализация экспериментальных установок и узлов, а также проведение экспериментов осуществлялась автором с соавторами из числа сотрудников ФИНЭПХФ РАН и Филиала ФИЦ ХФ РАН в г. Черноголовке, а также членов команд зарубежных ученых при проведении исследований по совместным проектам. Автор внес основной вклад в подготовку публикаций, лично представлял результаты подавляющего большинства исследований на российских и международных научных мероприятиях.

*Обоснованность научных положений и выводов* диссертационной работы обеспечена тщательностью проведения экспериментальных исследований, всесторонним анализом полученных данных, а также их сопоставлением с теоретическими концепциями и результатами модельных расчетов.

Высокая *степень достоверности результатов* обеспечена многолетним успешным опытом использования мембранной технологии для транспорта ионов из полярного раствора в паровую фазу как при исследовании фундаментальных аспектов полевого испарения ионов, так и при изучении состава выходящих из раствора ионов масс-спектральными методами анализа ионных пучков. Результаты

исследований и правомерность использования предлагаемых методов подтверждены также независимыми исследованиями. Часть результатов была получена в зарубежных лабораториях при выполнении различных совместных международных проектов, в частности: в Израильском технологическом институте (Хайфа, Израиль), В Университете Южной Дании (Оденсе, Дания), в Калифорнийском университете Сан-Франциско (США), где высокая степень достоверности результатов обеспечивалась современным уровнем экспериментальной техники, а также признанным в научном сообществе профессионализмом участников проводимых работ.

*Результаты работы по теме диссертации прошли апробацию* на международных научных конференциях с участием специалистов, работающих в области изучения электрофизических и ионных процессов, а также аналитических методов в различных областях науки и техники. Они представлялись, в частности, на 43-й, 47-й и 52-й Конференциях по масс-спектрометрии и смежным темам Американского масс-спектрального общества (1995, Атланта; 1999, Даллас; 2004, Нэшвилл, США), 14-й и 15-й Международной конференции по масс-спектрометрии (1997, Тампере, Финляндия; 2000, Барселона, Испания), 14-й Международной конференции по диэлектрическим жидкостям (2002, Грац, Австрия), 1-й, 2-й, 3-й, 4-й и 5-й конференциях «Масс-спектрометрия в химической физике, биологии и экологии» (2002, 2004, 2007, 2010, Москва, Звенигород, Санкт-Петербург, Россия), 5-ом Международном совещании по электрогидродинамике (2004, Пуатье, Франция), 5-й, 7-й, 8-й и 9-й Конференциях французского общества электростатики (2006, Гренобль; 2010, Монпелье; 2012, Шербур-Октевиль; 2014, Тулуза, Франция) Международной конференции по

инновациям в масс-спектрометрии (2013, Санкт-Петербург, Россия).

**Научная новизна.** Разработан новый метод полевой экстракции ионов из полярных растворов, в котором стабилизация поверхности жидкости в сильном электрическом поле обеспечивается локализацией раствора в наноразмерных каналах полимерной мембраны. Продемонстрирована возможность получать прямые экспериментальные данные о полевом испарении ионов из полярных растворов в условиях стабильной границы раздела фаз. Изучены механизмы формирования сильного локального электрического поля у поверхности раствора в различных режимах работы мембранного интерфейса. На основе экспериментальных данных и анализа теоретической модели исследована кинетика полевого испарения ионов из каналов мембраны. Впервые получены прямые данные о составе выходящих из раствора кластерных ионов, а также выявлены особенности строения кластерных оболочек для ионов различной природы. Впервые в качестве интерфейса полевого испарения ионов из растворов использована поверхностно модифицированная мембрана.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Использование метода, позволяющего изучать полевое испарение ионов в условиях стабильной границы раздела фаз при заданных параметрах системы, появилась возможность построения более надежных моделей процесса, опирающихся на данные прямых экспериментов по составу и энергетическому распределению извлекаемых из раствора ионов с учетом их природы, заряда и его локализации. Практическую значимость работы определяет возможность создания электромембранных ионных источников, которые отличаются от существующих простотой конструкции, малыми потерями ионов,

незначительными объемами образцов, анализируемых методами масс-спектрометрии, легкостью управления.

Содержание диссертации соответствует научной специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики. В частности, в диссертации отображены следующие направления исследований, указанные в паспорте этой научной специальности:

1. Изучение физических явлений и процессов, которые могут быть использованы для создания принципиально новых приборов и методов экспериментальной физики.
3. Разработка и создание научной аппаратуры и приборов для экспериментальных исследований в различных областях физики.
6. Разработка и создание экспериментальных установок для проведения экспериментальных исследований в различных областях физики.
10. Моделирование физических явлений и процессов.

Работа соответствует отрасли физико-математических наук, поскольку в диссертации представлены исследования физических явлений и процессов, которые могут быть использованы для создания принципиально новых приборов и методов экспериментальной физики, разработаны и реализованы элементы научной аппаратуры и экспериментальные установки для экспериментальных исследований в различных областях физики, проведено моделирование отдельных физических явлений и процессов.

По теме исследования представлены 18 печатных работ: 17 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, 1 патент Российской Федерации. Материалы диссертации достаточно полно отображены в этих публикациях.

Диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года, и «Изменений, которые вносятся в Положение о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №335 от 21 апреля 2016 года. Она является научно-квалификационной работой, в которой на базе выполненных автором исследований в области совершенствования аналитических приборов и развития методов экспериментальной физики разработан новый метод извлечения ионов из растворов с применением интерфейсов на основе мембран с наноразмерными каналами. Работу можно квалифицировать как крупное научное достижение.

Диссертация рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики.

Заключение принято на заседании семинара Филиала ФИЦ ХФ РАН в г. Черноголовке. Присутствовали на заседании 22 человек, включая 8 докторов наук.

Результаты голосования:

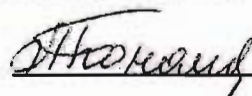
«за» – 22

«против» – 0

«воздержалось» – 0

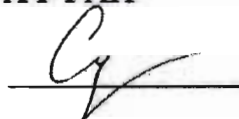
**Председатель семинара:** г.н.с. лаборатории физико-химических воздействий на материалы Филиала ФИЦ ХФ РАН

д.х.н., профессор

 Пономарёв А.Н.

**Ученый секретарь:** вед.н.с. лаборатории динамической и кинетической масс-спектрометрии Филиала ФИЦ ХФ РАН

к.ф.-м.н.

 Сулименков И.В.

21 апреля 2022 г.