

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИФМ СО РАН
доктор физико-математических наук,
Помосев Андрей Валерьевич



2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института физического материаловедения
Сибирского отделения Российской академии наук

Диссертация «Исследование дисперсии диэлектрических характеристик адсорбированной воды акустоэлектрическим методом» выполнена в лаборатории физики молекулярных структур Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук.

В период подготовки диссертации Базарова Саяна Бимбаевна работала с 2017 года инженером, с 2020 года и по настоящее время занимает должность младшего научного сотрудника лаборатории физики молекулярных структур в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук.

В 2020 году успешно завершила аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Кандидатские экзамены по истории и философии науки, по иностранному языку (английский), специальности «Физика конденсированного состояния» были сданы в рамках прохождения обучения в аспирантуре, о чем имеются соответствующие сведения в приложении к диплому об окончании аспирантуры.

Научный руководитель – Симаков Иван Григорьевич, кандидат физико-математических наук (специальность: 01.04.07 – Физика конденсированного состояния), основное место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория физики молекулярных структур, должность: старший научный сотрудник.

По итогам обсуждения диссертационной работы на расширенном заседании Ученого совета ИФМ СО РАН принято следующее заключение:

1. Оценка выполненной соискателем работы. Диссертационная работа Базаровой Саяны Бимбаевны является законченной научно-квалификационной

работой, цель которой заключается в исследовании частотной зависимости статических и динамических диэлектрических свойств адсорбированной воды в условиях влияния силового поля твердой поверхности. Исследования диэлектрических свойств являются актуальными, поскольку позволяют получать информацию о молекулярной структуре вещества, а также о кинетических процессах, происходящих в них на молекулярном уровне в условиях влияния энергии межфазных границ. Структурные изменения вязкоупругих и диэлектрических свойств межфазной воды, несмотря на значительные усилия, все еще недостаточно изучены. Полученные С.Б. Базаровой результаты важны как с научной, так и с практической точек зрения.

2. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации. Автор принимал непосредственное участие в получении основных результатов диссертационной работы, в выборе методов исследования, подготовке образцов, разработке способов определения диэлектрических свойств адсорбированной воды. Кроме того, соискателем были выполнены анализ и обобщение полученных данных, что позволило сформулировать выводы и выносимые на защиту положения. В дополнение к этому, она активно участвовала в подготовке научных публикаций и выступлениях на конференциях, где представляла результаты своей работы и обсуждала их с коллегами.

3. Степень достоверности результатов проведенных исследований. Достоверность результатов работы над диссертацией подтверждена хорошим согласованием рассчитанных по результатам компьютерных экспериментов параметров с литературными данными.

4. Новизна и практическая значимость результатов проведенных исследований.

Научная новизна диссертационной работы:

1. Для определения диэлектрических характеристик адсорбированной воды предложено использовать изменение параметров ПАВ под влиянием изменения условий распространения этих волн в слоистой системе.

2. Впервые на основе аналитического описания дисперсии ПАВ в слоистой структуре «пьезоэлектрик – тонкий слой жидкости» разработана методика определения диэлектрических свойств адсорбированной воды.

3. Впервые экспериментально исследованы зависимости действительной и мнимой частей комплексной диэлектрической проницаемости адсорбированной воды от толщины адсорбционного слоя (в диапазоне от 2 нм до 13 нм) при фиксированных частотах (в диапазоне от 40 МГц до 400 МГц).

4. Показано, что частотный диапазон дебаевской диэлектрической релаксации и частота максимума соответствующих диэлектрических потерь увеличиваются с ростом толщины адсорбционного слоя.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы. Полученные в работе результаты существенно расширяют представление о процессе диэлектрической релаксации в тонких слоях жидкости, сформированных в условиях влияния энергии межфазных границ, а также вносят значительный

вклад в понимание межмолекулярного взаимодействия и динамики молекулярных процессов. Проведенный в работе анализ особенностей дисперсии диэлектрических характеристик адсорбированной воды указывает на структурно-кинетические изменения, влияющие на релаксационные процессы. Результаты анализа могут служить основой для развития феноменологической теории диэлектрической релаксации в межфазной воде. Разработанная методика определения диэлектрических свойств адсорбированной воды открывают новые возможности исследования диэлектрического спектра межфазных жидкостей в области частот, соответствующих дебаевской релаксации.

Результаты работы могут представлять практический интерес при создании ПАВ-сенсоров, устройств электроники и интегральной техники. Основные положения работы представляют интерес как учебный материал в курсе лекций «Молекулярная акустика» в ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова».

5. Ценность научных работ соискателя вытекает из вышеуказанных научной новизны, теоретической и практической значимости, а также подтверждается публикацией результатов в научных журналах, участием с докладом в ведущих российских и международных конференциях.

6. Специальность, которой соответствует диссертация. Диссертационная работа Базаровой Саяны Бимбаевны «Исследование дисперсии диэлектрических характеристик адсорбированной воды акустоэлектрическим методом» показала, что по своим целям, задачам, научной новизне, научным положениям, содержанию и методам исследования соответствует п. 1, п. 4 паспорта научной специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния (технические науки).

7. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 12 научных работах, в том числе:

Статьи из перечня, рекомендованного ВАК РФ для опубликования результатов диссертационного исследования

1. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Моделирование акустоэлектрического взаимодействия в системе пьезоэлектрическая подложка – жидкий слой // Вестник Бурятского государственного университета. Математика, информатика. – 2019. – Вып. 2. – С. 95 –103. DOI: 10.18101/2304-5728-2019-2-95-103.
2. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Акустоэлектрический метод определения диэлектрических характеристик жидкости в граничном слое // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2020. №1. – С. 11 – 16.
3. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Акустическое исследование изобары адсорбции паров воды на поверхности ниобата лития // Ученые записки физического факультета МГУ. – 2020. №1. – С. 2011604-1 – 5.
4. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Применение поверхностных акустических волн для исследования атомно-молекулярных процессов в вакуумных системах // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2021. №6. – С. 5 – 10.

5. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б., Очиров Т.Ч. Диэлектрическая релаксация воды, адсорбированной на поверхности ниобата лития // Известия вузов. Физика. – 2023. № 4. – С. 93 – 100. DOI: 10.17223/00213411/66/4/11.
6. Базарова С. Б., Симаков И. Г., Гулгенов Ч.Ж., Очиров Т.Ч. Определение диэлектрических свойств воды в тонком слое // Химическая физика и мезоскопия. 2024 . Т. 26, № 1. С. 85 – 94. DOI: 10.62669/17270227.2024.1.8.

Статьи в научных реферируемых изданиях индексируемых

международными реферативными базами данных Web of Science и Scopus:

7. Simakov I.G., Gulgenov Ch.Zh., Bazarova S.B. The temperature coefficient delay time of the Rayleigh waves // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. Vol. 704. P. 012006. DOI: 10.1088/1757-899X/704/1/012006.
8. Simakov I. G., Gulgenov Ch. Zh., Bazarova S.B. Acoustoelectric method for determining dielectric characteristics the liquid in the boundary layer // Journal of Physics Conference Series. 1281. – 2019. 012073. P. 1 – 3. DOI: 10.1088/1742-6596/1281/1/012073.
9. Simakov I.G., Gulgenov Ch. Zh., Bazarova S.B. Determination of nanoscale layer thickness adsorbed liquid by acoustoelectric methods // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. Vol. 1000. P.012006 1-5. DOI: 10.1088/1757-899X/1000/1/012006.
10. Simakov I.G., Gulgenov Ch. Zh., Bazarova S.B. Atomic-molecular and acoustoelectronic processes in a rarefied gas medium // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. Vol. 1799. P.012032 1-5. Doi: 10.1088/1742 6596/1799/1/012032.
11. Simakov I. G., Gulgenov Ch. Zh., Bazarova S. B. Dielectric relaxation in water of the adsorption layer on the surface of a solid // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. Vol. 1954. P.012044 1-3. DOI: 10.1088/1742-6596/1954/1/012044.
12. Simakov I. G., Gulgenov Ch. Zh. Bazarova S.B. Modifying of the dielectric properties of adsorbed water in the force field of a solid surface // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2021. Vol. 1198. P. 012011 1 – 5. DOI: 10.1088/1757-899X/1198/1/012011.

Кроме того, результаты исследования представлены в 21 публикациях, включая сборники трудов конференций и тезисы докладов.

1. Симаков И.Г. Базарова С.Б. Инструментарий исследования диэлектрических свойств адсорбированной воды // Проблемы механики современных машин: материалы VII Междунар. науч. конф. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ. – 2018. – Т.1 – С.305-308.
2. Симаков И.Г. Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Акустоэлектрические методы исследования физических свойств жидкости в граничном слое // III Байкальский материаловедческий форум: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. –2018. – С. 171-172.
3. Simakov I.G., Gulgenov C.Z., Bazarova S.B. Dielectric properties dynamics of adsorbed water in the layer formation process // Book of Abstracts of the V International Conference on Colloid Chemistry and Physicochemical Mechanics. – 2018. – P.85.
4. Симаков И.Г. Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Акустоэлектрический метод исследования диэлектрических характеристик адсорбированной воды // Новые

материалы и перспективные технологии: сборник материалов IV Междисциплинарный научный форум с международным участием. – Москва. – 2018. – Т. 1. – С. 794-798.

5. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Определение диэлектрических характеристик адсорбированной воды // Вестник БГУ. Химия. Физика. – 2018. – Вып. 3-4. – С. 92 – 97.

6. Симаков И.Г., Базарова С.Б., Гулгенов Ч.Ж. Акустическое исследование диэлектрических свойств адсорбированной воды // В сборнике: Труды Всероссийской акустической конференции. Материалы III Всероссийской конференции. 2020. С. 73-77.

7. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Особенности диэлектрического исследования адсорбированной воды // Материалы национальной конференции «Образование и наука». Изд-во ВСГУТУ, Улан-Удэ. – 2019. – С. 437 – 442.

8. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Исследование температурной зависимости дисперсии скорости поверхностных акустических волн в системе ниобат лития - тонкий слой воды // В сборнике: Образование и наука. Сборник статей национальной научно-практической конференции. Ответственный редактор Л.А. Бохоева. – 2020. – С. 155-161.

9. Симаков И.Г., Гулгенов Ч. Ж., Базарова С. Б., Очиров Т. Ч. Поверхностные акустические волны как инструмент исследования диэлектрической релаксации адсорбированной воды // Вестник БГУ. Химия. Физика. – 2022. – С. 44–49.

10. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Особенности исследования диэлектрических свойств адсорбированной воды // Сборник докладов XV конференции по фундаментальным и прикладным проблемам физики. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. – 2018. – С. 8-15.

11. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Акустоэлектрический метод определения диэлектрических характеристик жидкости в граничном слое // Труды 14-й Международной конференции «Пленки и покрытия-2019» // СПб: Изд-во Политехнического университета. – 2019. – С. 24 – 27.

12. Симаков И. Г., Гулгенов Ч. Ж., Базарова С. Б. Диэлектрические свойства адсорбированной воды в наноструктурном состоянии // Труды VIII Международной конференции «Нanomатериалы и технологии – VIII» // Изд-во Бурятского государственного университета. – 2019. – С. 54–58.

13. Симаков И.Г., Гулгенов Ч. Ж., Базарова С. Б. Температурный коэффициент времени задержки рэлеевских волн в системе «адсорбированная вода – ниобат лития // Труды VIII Международной конференции «Нanomатериалы и технологии – VIII» // Изд-во Бурятского государственного университета. – 2019. – С.109-113.

14. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Акустоэлектрический метод определения диэлектрических свойств жидкости в граничной фазе // Сборник докладов XXXII сессии Российского акустического общества. – 2019. – С. 78 – 79.

15. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Акустическое исследование изобары адсорбции паров воды на поверхности ниобата лития // Сборник докладов XXXII сессии Российского акустического общества. – 2019. – С. 78 – 79.

16. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Диэлектрические характеристики адсорбированной воды // В сборнике докладов XVII конференции по фундаментальным и прикладным проблемам физики. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. – 2020. – С. 28-32.

17. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б. Влияние энергии межфазных границ на параметры диэлектрической релаксации в адсорбированной воде // Труды 15-й международной конференции. 18 – 20 мая 2021 «Пленки и покрытия – 2021». – г. Санкт-Петербург: Изд-во ООО "РПК " АМИГО-ПРИНТ ", 2021. – С. 75 – 78.

18. Simakov I.G., Gulgenov Ch.Zh., Bazarova S.B. Determination of the water vapor adsorption isotherm by the acoustic method // Abstracts of the 10th International Conference on Materials Science (ICMS2021), Ulaanbaatar, Mongolia, November 19-20, 2021. P. 50.

19. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б., Очиров Т.Ч. Поверхностные акустические волны как инструмент исследования диэлектрической релаксации адсорбированной воды // Сборник докладов XIX по фундаментальным и прикладным проблемам физики (молодых ученых, аспирантов и студентов). – 2022. – С. 68 – 72.

20. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б., Очиров Т.Ч. Определение диэлектрических свойств жидкости в наноразмерном слое // Материалы международного Седьмого Российско-Белорусского семинара-конференции «Новые наноматериалы и их электромагнитные свойства». – 2023. – С. 78 – 85.

21. Симаков И.Г., Гулгенов Ч.Ж., Базарова С.Б., Очиров Т.Ч. Акустическое исследование диэлектрических характеристик адсорбированной воды // Сборник трудов XXXV сессии Российского акустического общества. – 2023. – С. 936 – 941.

Акт о внедрении результатов диссертационной работы в учебный процесс ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова» от 01.04.2024 г.

Результаты диссертационных исследований докладывались на научных конференциях, семинарах, форумах: International Conference on Materials Science (Ulaanbaatar, Mongolia, 2020, 2021, 2024); Международной конференции «Пленки и покрытия» (г. Санкт-Петербург, 2019, 2021 г.г.); VII Международном Российско-Белорусском семинар-конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук «Новые наноматериалы и их электромагнитные свойства» (Республика Бурятия, 2023 г.); Международной конференции «Наноматериалы и технологии – VIII» (г. Улан-Удэ, 2018 г.); VII Международной научной конференции «Проблемы механики современных машин» (г. Улан-Удэ, 2018 г.); III Байкальском материаловедческом форуме с международным участием (г. Улан-Удэ, 2018 г.); IV Междисциплинарном научном форуме с международным участием «Новые материалы и перспективные технологии» (г. Москва, 2018 г.); конференциях по фундаментальным и прикладным проблемам физики (г. Улан-Удэ, 2018, 2020, 2022, 2023, 2024 г.г.); сессиях Российского акустического общества (г. Москва, 2019, 2023 г.г.); Национальной конференции «Образование и наука» (г. Улан-Удэ, 2018, 2021, 2022, 2023, 2024 г.г.).

8. Пометка «Для служебного пользования» не требуется, так как выполненная работа и публикации по ней носят открытый характер.

9. **Общее заключение.** Диссертация соответствует требованиям, установленным в пп. 9 - 11,13,14 Положения «О присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 и является законченной научно-квалификационной работой.

Диссертация «Исследование дисперсии диэлектрических характеристик адсорбированной воды акустоэлектрическим методом» Базаровой Саяны Бимбаевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Заключение принято на расширенном заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук. Присутствовало на заседании 23 чел. Результаты голосования: «за» – 22 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 1 чел., протокол № 7 от 27 июня 2024 г.

Председатель Ученого совета ИФМ СО РАН:

Директор ИФМ СО РАН,
доктор физико – математических наук



Номоев Андрей Валерьевич

Ученый секретарь ИФМ СО РАН:

Кандидат физико – математических наук

Батуева Елизавета Владимировна