

Отзыв официального оппонента
кандидата физико-математических наук Каневского Бориса
Зиновьевича о диссертации Орлова Алексея Олеговича
«Микроволновые свойства переохлаждённой поровой воды на частотах
11÷140 ГГц», представленной на соискание учёной степени кандидата
физико-математических наук по специальности 01.04.03 –
«Радиофизика».

Тема диссертации А.О. Орлова, несомненно, актуальна, так как переохлаждение воды наблюдается в многочисленных природных образованиях. Очевидна важность знания параметров переохлажденной воды и оперативного слежения за объектами криосферы, что может быть выполнено при использовании радиофизических методов измерения. Несмотря на большое число работ по измерению микроволновых свойств воды, остается много вопросов как с общефизической точки зрения, так и при разработке методик дистанционного определения параметров сред, содержащих воду. Ранее выполненные измерения, например, переохлажденных облачных образований дают значительные ошибки восстановления их параметров для температур ниже -20°C . Поэтому в настоящее время имеется потребность в развитии методов дистанционного зондирования при учете свойств жидкой воды при температурах ниже -20°C . Этим определена тема диссертации А.О. Орлова.

Основная цель диссертационной работы заключается в изучении тонких радиофизических эффектов при исследовании характеристик переохлажденной воды. Для этого следовало опробовать и уточнить имеющиеся методики измерений и предложить пути получения глубоко переохлажденной жидкой воды до температуры -42°C (температуры гомогенной нуклеации) и ниже. Ответы на эти важные вопросы дает исследование А.О. Орлова, в котором автор рассмотрел как радиофизические вопросы формирования свойств увлажненной дисперсной среды, так и использовал последние достижения в области изучения структуры воды в порах.

Новизна исследования заключается в том, что впервые выполнены измерения диэлектрической проницаемости воды до температур -70°C в широком интервале частот от 11 до 140 ГГц. Оригинальность исследования заключается в использовании факта переохлаждения воды в пористой среде и

силикатов, для которых доля воды, близкой по свойствам к объемной достаточно велика.

Диссертация включает в себя 4 главы, введение, заключение и список литературы. Не останавливаясь подробно на структуре работы, проанализируем некоторые наиболее важные положения и результаты исследования.

В первой главе приведено радиофизическое описание характеристик воды в пористых средах. В результате анализа сделан вывод о необходимости экспериментального изучения диэлектрической проницаемости переохлажденной воды.

Во второй главе представлена модель диэлектрических свойств нанопористой увлажненной среды. Рассмотрены вопросы реализации методики измерения диэлектрической проницаемости переохлажденной объемной воды при измерениях поровой.

В третьей главе исследуются методики экспериментальных исследований. Новой является методика измерений в свободном пространстве при измерениях в широкой полосе при низкой увлажненности нанопористых силикатов, что позволило достичь низких температур переохлаждения и влияния неоднородностей при охлаждении увлажненной среды.

Важные результаты излагаются в четвертой главе, где реализованы радиофизические измерения свойств поровой воды, близкой по свойствам к объемной воде. В этой главе сделан вывод о значительном отличии электромагнитных потерь в переохлажденной воде в области температур $-20 \dots -42^\circ\text{C}$ и наличии особого механизма поглощения, определяемого второй критической точкой воды. При этом тщательность выполненных исследований и совпадение с данными других авторов подтверждают достоверность результатов.

Основные результаты, полученные в диссертации, следующие:

1. Разработан метод измерений микроволновых характеристик переохлажденной объемной воды с использованием поровой воды в силикатах и априорной информации о диэлектрических параметрах воды при 0°C .

2. Установлено возникновение неоднородностей (текстуры), приводящих к эффектам пространственной дисперсии, для устранения которых использовали относительно широкополосные шумовые излучения, измерения в свободном пространстве и измерения на образцах с невысокой влажностью.

3. По результатам экспериментов установлено, что имеется значительное дополнительное поглощение в поровой воде при температурах $-30...-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ во всём частотном диапазоне, в котором проводили измерения.

4. Обнаружение дополнительного микроволнового поглощения с экстремумом при $\sim -45\text{ }^{\circ}\text{C}$ совпадает с данными других исследователей о влиянии на свойства воды при атмосферном давлении второй её критической точки.

5. Для аналитического описания мнимой части комплексной диэлектрической проницаемости переохлажденной поровой воды при невысокой влажности среды (менее 10%) в известные соотношения для объемной переохлажденной воды добавлено слагаемое, найденное из измерений диэлектрических параметров воды в нанопористых силикатах. Дополнительный член представляет собой сумму двух гауссовых функций с двумя экстремумами.

Полученные автором результаты измерений и формулы для расчетов мнимой части относительной диэлектрической проницаемости объемной воды в микроволновом диапазоне позволяют сформулировать основные выводы и рекомендации. Практическая их ценность заключается в следующем:

- разработана методика радиофизических измерений переохлажденной поровой воды и воды, близкой по свойствам к объемной воде до температуры $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- выполнены измерения для глубоко переохлажденной воды и получены формулы для мнимой части относительной диэлектрической проницаемости на частотах 11...140 ГГц.

Результаты диссертации А.О. Орлова могут использоваться в организациях радиофизического профиля (при изучении процессов переноса излучения в холодной атмосфере), гидрометеорологической службы, учреждений, занимающихся разработкой аэрокосмических методов исследования земных покровов и холодных планет Солнечной системы.

Работа имеет недочеты. Существенные замечания следующие:

1. На рис. 4.24 представлены результаты расчетов мнимой части относительной диэлектрической проницаемости при температурах от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, выходящие за частотные пределы выполненных измерений.

2. Раздел 4.5 об измерениях увлажненных искусственных и естественных материалов содержит мало информации.

3. Имеются опечатки в тексте. На странице 5 сказано, что «имеется особая точка со временем релаксации диполей воды, близким к нулю».

Очевидно, речь идет о частоте релаксации. В других разделах диссертации эта ошибка отсутствует.

Высказанные замечания, по существу, не влияют на значимость исследования. Диссертация является законченным научным трудом, который выполнен на высоком научном уровне и является научно-квалификационной работой, посвященной актуальной проблеме исследования электромагнитных свойств переохлажденной воды. Все научные положения, выводы и рекомендации, их достоверность обоснованы и не вызывают сомнений. Основные результаты этой работы опубликованы в научных изданиях из перечня ВАК и известны специалистам.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертация А.О. Орлова по научной новизне, теоретической и практической значимости соответствует требованиям пунктов 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней от 24.09.2013г. №842», предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Орлов Алексей Олегович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Заведующий отделом наземных
приемо-передающих комплексов
Астрокосмического центра ФИАН,
кандидат физико-математических наук,
(спец.: 01.04.03 – «Радиофизика»)

Б.З.Каневский

Подпись Каневского Б.З. удостоверяю.

Ученый секретарь ФИАН

А.В.Колобов

Дата 13.03.2017

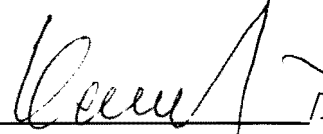


Сведения об официальном оппоненте
по диссертационной работе Орлова Алексея Олеговича
на тему «Микроволновые свойства переохлаждённой поровой воды на частотах 11÷140 ГГц» представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика

Фамилия, имя, отчество	Каневский Борис Зиновьевич
Гражданство	Гражданин Российской Федерации
Ученая степень (с указанием шифра и наименования специальности научных работников и отрасли науки, по которым защищена диссертация)	Кандидат физико-математических наук, 01.04.03 - Радиофизика
Ученое звание (по какой кафедре / по какой специальности)	Старший научный сотрудник по специальности радиофизика, включая квантовую радиофизику
Основное место работы:	
Почтовый индекс, адрес, телефон, адрес электронной почты, адрес официального сайта в сети «Интернет»	119991, ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53, 8(499)135-42-64, postmaster@lebedev.ru, http://www.lebedev.ru/ru/main.html
Полное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук
Наименование подразделения (кафедра / лаборатория)	Отдел приёмно-передающих комплексов АКЦ ФИАН
Должность	Заведующий отделом
Список основных публикаций официального оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15 публикаций)	
1.	RADIOASTRON GRAVITATIONAL REDSHIFT EXPEREMENT: STATUC UPDATE. Litvinov D.A., Bach, U., Bartel N., Belousov K.G., Bietenholz M., Biriukov A.V., Cimo G., Duev D.A., Gurvits L.I., Gusev A.V., Haas R., Kauts V.L., Kanevsky B.Z. et al. Submitted to the 14th Marcel Grossmann Meeting Proceedings. 2016. arxiv:1605.05832.
2.	Вольвач А.Е., Костенко В.И., Ларионов М.Г., Вольвач Л.Н., Муха Д.М., Набатов А.С., Резниченко А.М., Каневский Б.З., Коваленко А.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАЗЕМНЫХ РСДБ СТАНЦИЙ ЕВПАТОРИЯ–СИМЕИЗ–ПУЩИНО В ПРОЕКТЕ “РАДИОАСТРОН” // Космические исследования. 2015. Т. 53. № 3. С. 225.
3.	Ford H.A., Anderson R., Brandt J.J., Ford J.M., Maddalena R.J., Watts G., Weadon T.L., Belousov K., Kanevsky B., Kovalev Y.Y., Smirnov A., Kovalenko A., Sergeev S. THE RADIOASTRON GREEN BANK EARTH STATION // В сборнике: Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 5. 2014. С. 91450B.

4.	Каневский Б.З., Абрамов А.А., Черный Р.А., Думский Д.В., Смирнов А.И., Селиверстов С.И., Суворин Д.И., Кирпиченков А.И., Сазанков С.В., Лихачев С.Ф., Логвиненко С.В., Скрипкин А.А., Белоусов К.Г., Федоров Н.А., Орешко В.В., Коган Б.Л., Шацкая М.В., Коваленко А.В., Исаев Е.А., Зелезецкий А.Л. и др. НАЗЕМНАЯ СТАНЦИЯ СЛЕЖЕНИЯ. ПРОЕКТ «РАДИОАСТРОН» // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2014. № 3. С. 47-54.
5.	Kardashev N.S., Avdeev V.Y., Alakoz A.V., Aleksandrov Y.A., Andreyanov V.V., Andrianov A.S., Antonov N.M., Arkhipov M.Y., Babakin N.G., Belousov K.G., Berulis J.I., Biryukov A.V., Burgin M.S., Bychkova V.S., Vasil'kov V.I., Vinogradov I.S., Voitsik P.A., Gvamichava A.S., Girin I.A., Dagkesamanskii R.D. et al. "RADIOASTRON"-A TELESCOPE WITH A SIZE OF 300 000 KM: MAIN PARAMETERS AND FIRST OBSERVATIONAL RESULTS // Astronomy Reports. 2013. T. 57. № 3. С. 153-194.
6.	Alexandrov Y.A., Andreyanov V.V., Babakin N.G., Belousov K.G., Biryukov A.V., Bubnov A.E., Vasil'kov V.I., Vinogradov I.S., Gvamichava A.S., Zinoviev A.N., Kanevskiy B.Z., Kardashev N.S., Kovalev Y.A., Kovalev Y.Y., Kovalenko A.V., Korneev Y.A., Kostenko V.I., Kreisman B.B., Kukushkin A.Y., Larionov M.G. et al. RADIOASTRON (SPECTR-R PROJECT)-A RADIO TELESCOPE MUCH LARGER THAN THE EARTH: MAIN PARAMETERS AND PRELAUNCH TESTS // Solar System Research. 2012. T. 46. № 7. С. 458-465.
7.	Alexandrov Y.A., Andreyanov V.V., Babakin N.G., Belousov K.G., Biryukov A.V., Bubnov A.E., Vasil'kov V.I., Vinogradov I.S., Gvamichava A.S., Zinoviev A.N., Kanevskiy B.Z., Kardashev N.S., Kovalev Y.A., Kovalev Y.Y., Kovalenko A.V., Korneev Y.A., Kostenko V.I., Kreisman B.B., Kukushkin A.Y., Larionov M.G. et al. RADIOASTRON (SPECTR-R PROJECT)-A RADIO TELESCOPE MUCH LARGER THAN THE EARTH: GROUND SEGMENT AND KEY SCIENCE AREAS // Solar System Research. 2012. T. 46. № 7. С. 466-475.
8.	Авдеев В.Ю., Андрианов А.С., Балаж Я., Бургин М.С., Войцик П.А., Дронова О.Б., Заславский Г.С., Зиновьев А.Н., Киселев А.Б., Коноваленко А.А., Кудаков В.И., Кутькин А.М., Литвиненко Л.Н., Логвиненко С.В., Немечек З., Пашенко И.Н., Рахимов И.А., Серебренников В.А., Соколовский К.В., Федорчук С.Д. и др. КОСМИЧЕСКАЯ МИССИЯ «РАДИОАСТРОН». ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2012. № 3. С. 4-21.

Официальный оппонент

 Б.З. Каневский/

Верно

Учёный секретарь

13.03.2017 г.



