

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Гурулева Александра Александровича**
«Аномальные радиофизические характеристики различных фазовых состояний
воды»,

представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика

Диссертационная работа А.А. Гурулева представляет собой масштабное исследование, имеющее высокую значимость для развития спутниковой океанологии и методов дистанционного зондирования полярных регионов в области глубокого переохлаждения. Работа имеет важное значение для интерпретации спутниковых измерений, поскольку существующие алгоритмы восстановления температуры и солености поверхности океана по данным микроволновых радиометров (SMOS, Aquarius) и радиолокаторов (Sentinel-1) опираются на модели диэлектрической проницаемости, валидированные лишь до -20 °С. Расширение температурного диапазона до -70 °С позволяет повысить достоверность данных при интерпретации сигналов над арктическими морями в зимний период.

Существенным практическим результатом является обнаружение автоволн пластического течения во льду с характерными длинами около 1 см, проявляющихся в аномалиях рассеяния на частотах 13–14 ГГц (диапазон радиолокаторов Sentinel-1, RADARSAT), а также радиофизическая характеристика льда 0 — метастабильной сегнетоэлектрической модификации, образующейся при температурах ниже -23 °С. Для задач изучения Арктического бассейна и антарктических шельфов это открытие объясняет ряд ранее не интерпретированных аномалий в радиолокационных изображениях, связанных с зонами начального ледообразования, полыньями и участками деформации ледяного покрова. Автором показано, что нанометровые высокопроводящие слои, возникающие на границах льда 0 с диэлектрическими средами, могут создавать резонанс, что напрямую влияет на понимание процессов формирования обратного сигнала от молодых и однолетних льдов в арктических морях.

Предложенная автором методика ранней диагностики деформационных процессов в ледниках и ледяных покровах по усилению обратного рассеяния расширяет возможности дистанционного зондирования для мониторинга динамики шельфовых ледников Антарктиды и Гренландии, а также для обнаружения начальных стадий разрушения ледовых полей в арктических морях, что имеет прямое значение для безопасности судоходства и прогнозирования ледовой обстановки. Кроме этого, эта методика может быть использована для астрономических объектов с ледовыми шапками и сверхнизкими температурами.

Особого внимания заслуживает большой объем экспериментальной работы, выполненный автором. Исследования потребовали проведения уникальных лабораторных экспериментов в области глубокого переохлаждения, где вода мгновенно кристаллизуется, что было преодолено использованием нанопористых силикатных матриц и оригинальных резонаторных методик. Натурные измерения выполнялись в экстремальных зимних условиях Забайкалья и озера Байкал при температурах до -45 °С. Многолетние полевые наблюдения и лабораторные исследования демонстрируют высокую тщательность и достоверность полученных результатов.

В порядке замечаний и пожеланий для дальнейшего развития темы можно отметить, что работа сфокусирована преимущественно на диэлектрических свойствах пресной воды и льда. Для приложений спутниковой океанологии важным является учет влияния солености на процессы образования и свойства льда 0, а также на характеристики волн пластического

