



Лабораторное исследование характеристик радиолокационных импульсов, отраженных от пресноводного льда

Вичаре А.С.¹ , Ковалдов Д.А.²

1 - Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

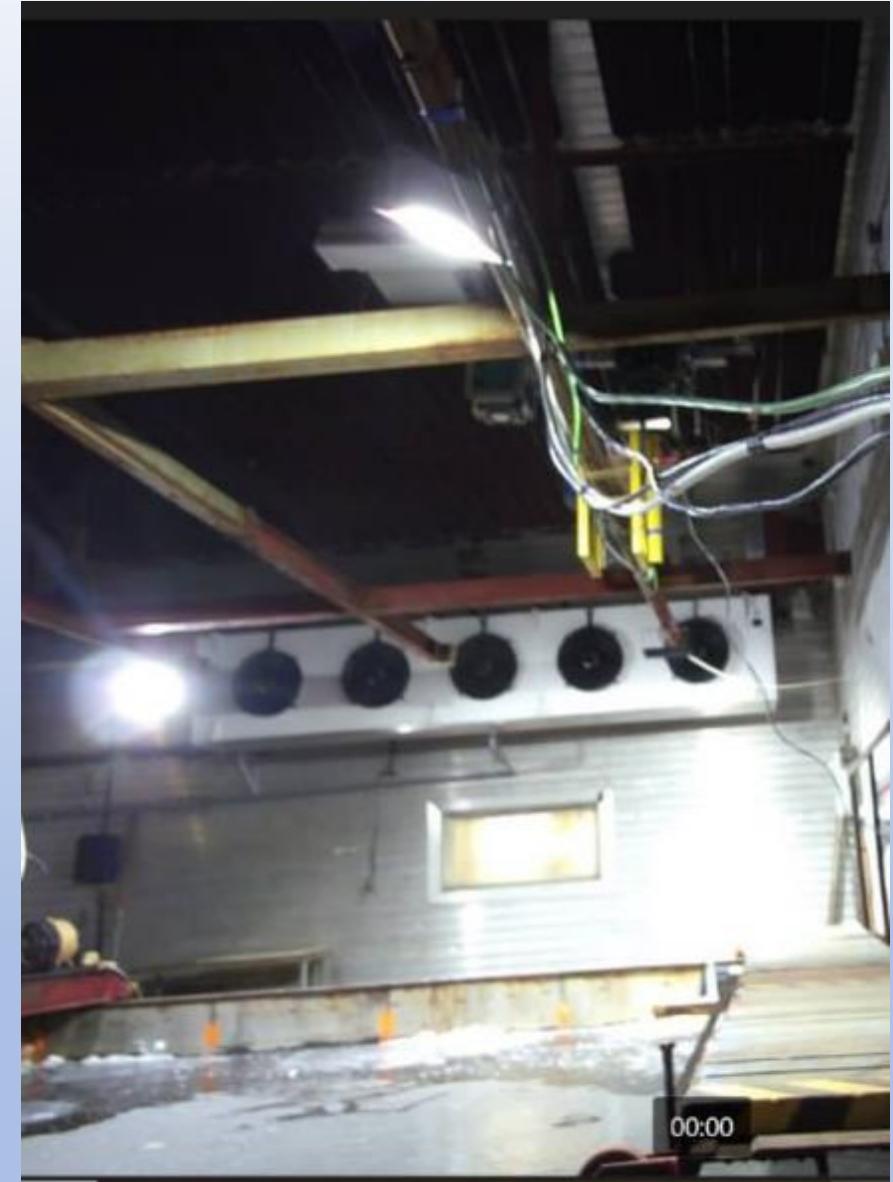
2 - Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород

Введение

- В данной работе представлены результаты лабораторного исследования отражённых радиолокационных импульсов от пресноводного льда
- Эксперимент был проведён в ледовом бассейне ААНИИ с применением радиолокатора X-диапазона.
- Радиолокатор был установлен на площадке, которая поворачивалась электродвигателем по углу падения
- Эксперимент показал изменения структуры сигнала на разных стадиях ледообразования, что помогает точнее интерпретировать спутниковые данные и улучшать методы дистанционного зондирования.

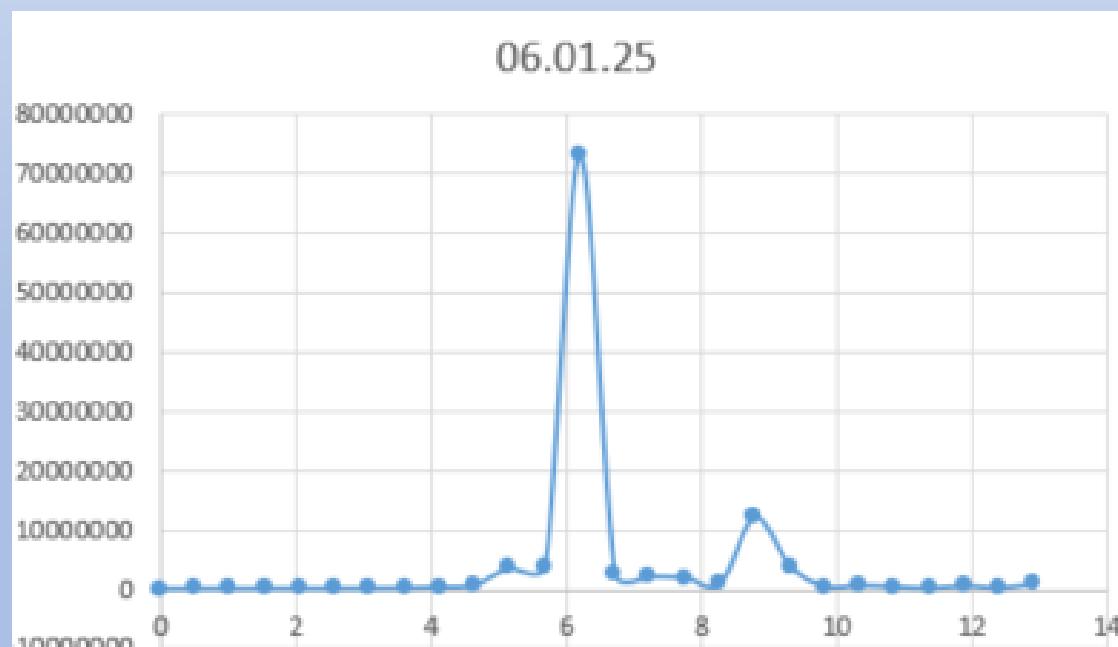
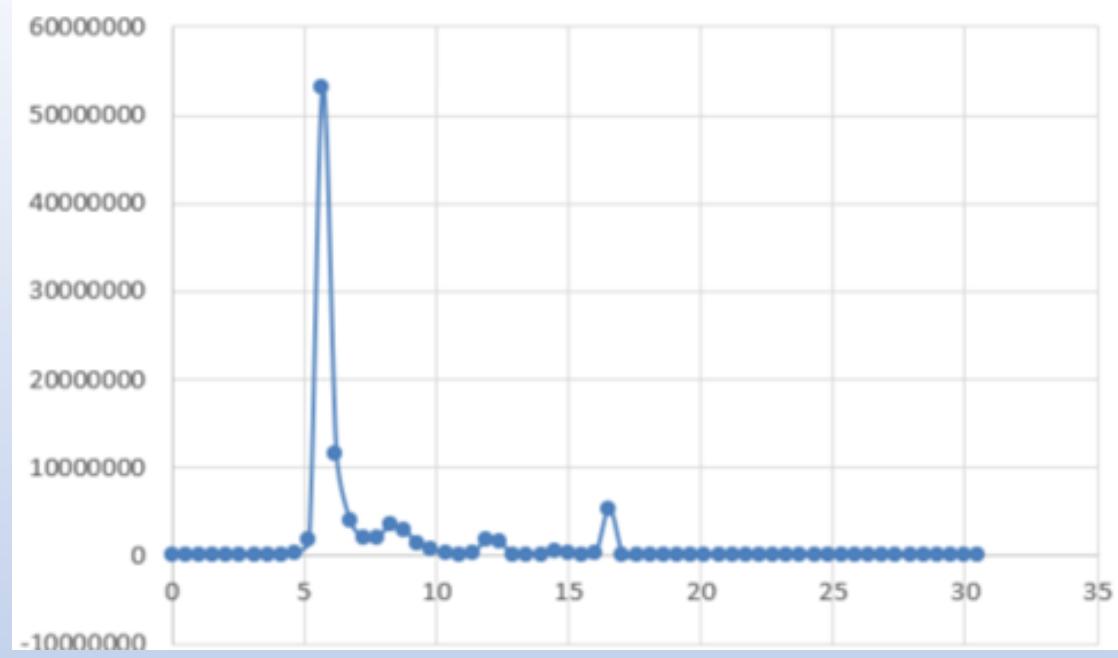
Обзор эксперимента

- Исследование рассеяния электромагнитного сигнала X-диапазона от пресноводного льда в лабораторных условиях (ледовый бассейн ААНИИ).
- Период эксперимента: 15 декабря 2024 – 1 марта 2025.
- Два этапа:
 - Формирование льда (до 31 января 2025)
 - Таяние льда (с 1 февраля 2025)
- Измерения выполнены с использованием радара X-диапазона (Micran).
- Радар установлен на вращающейся платформе для изменения угла падения.



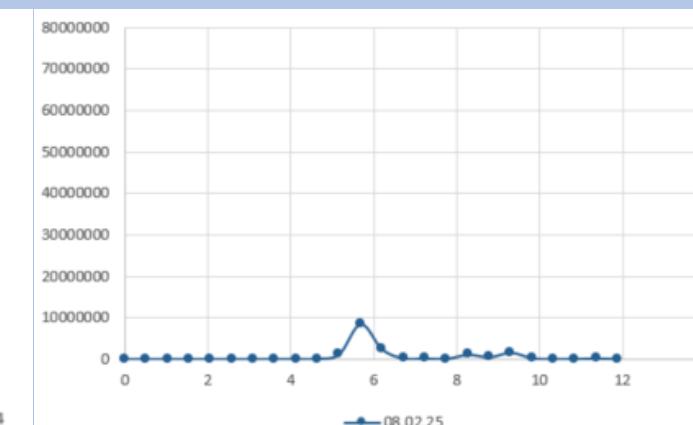
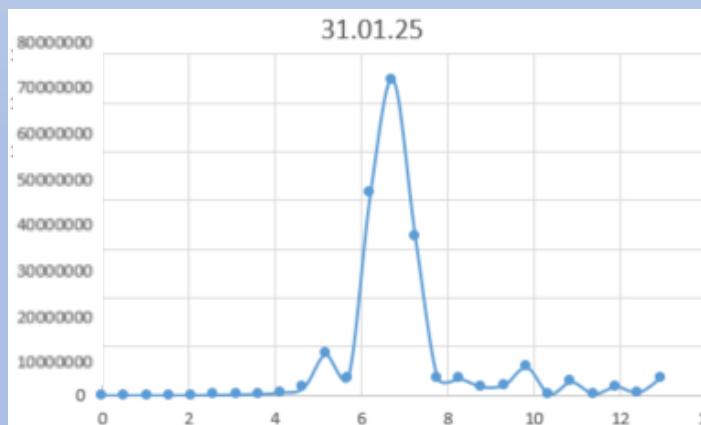
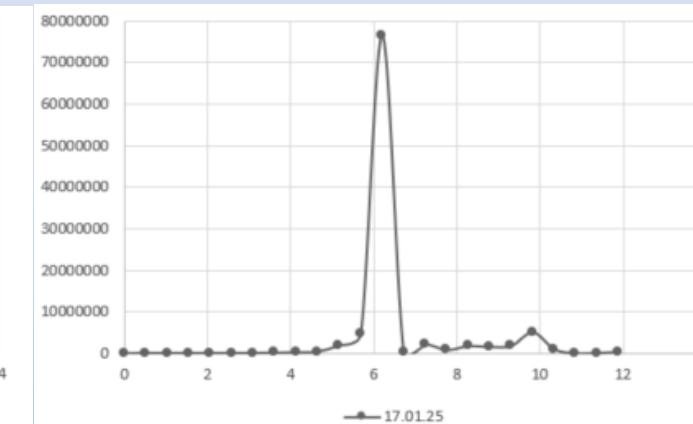
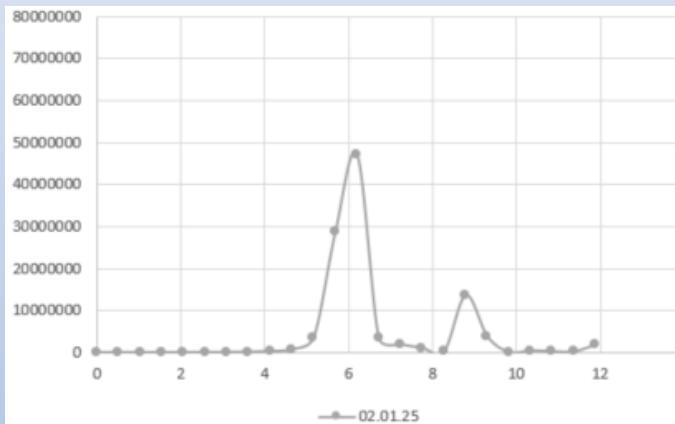
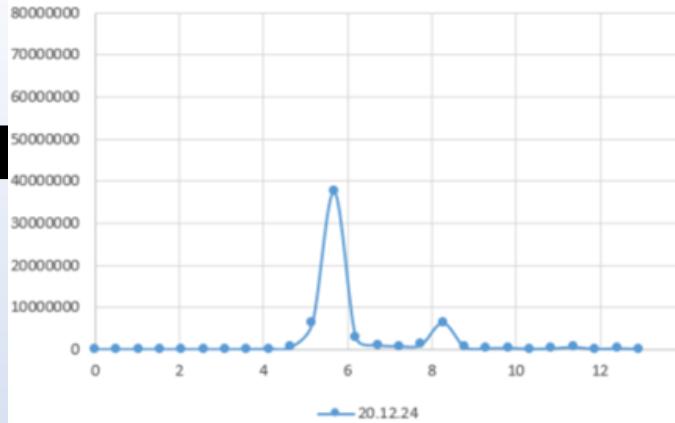
Импульсы

- Анализ отраженных радиолокационных импульсов выявил изменения в структуре сигнала, соответствующие ключевым этапам образования и таяния льда.
- Отражение импульса было ограничено максимум 8-10 метрами из-за потери силы сигнала из-за нескольких слоев льда и, возможно, из-за воды между ними.

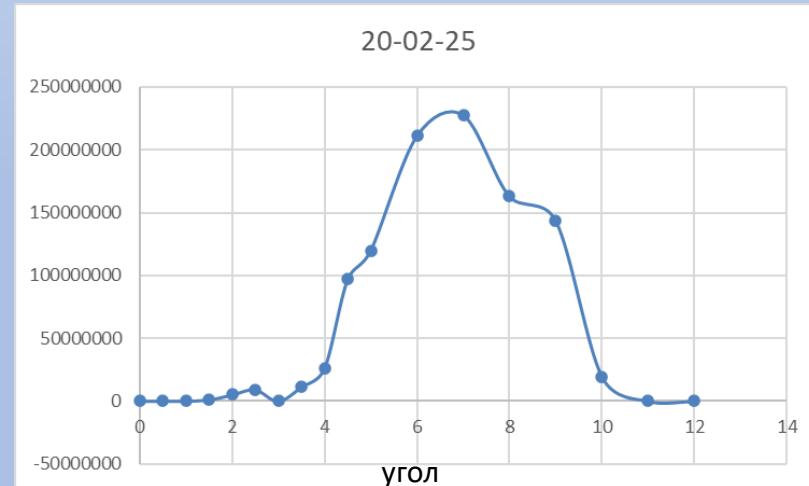
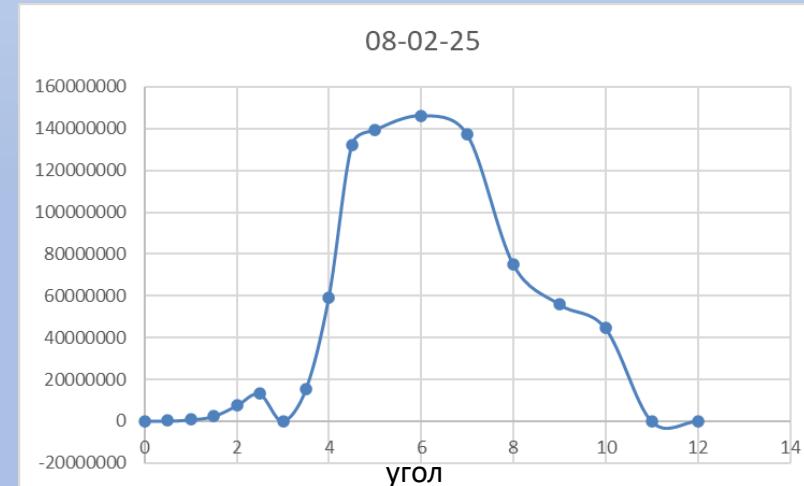
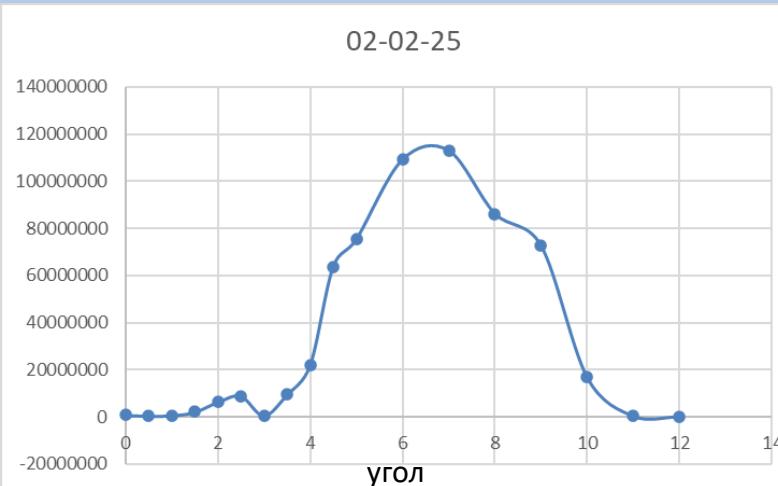
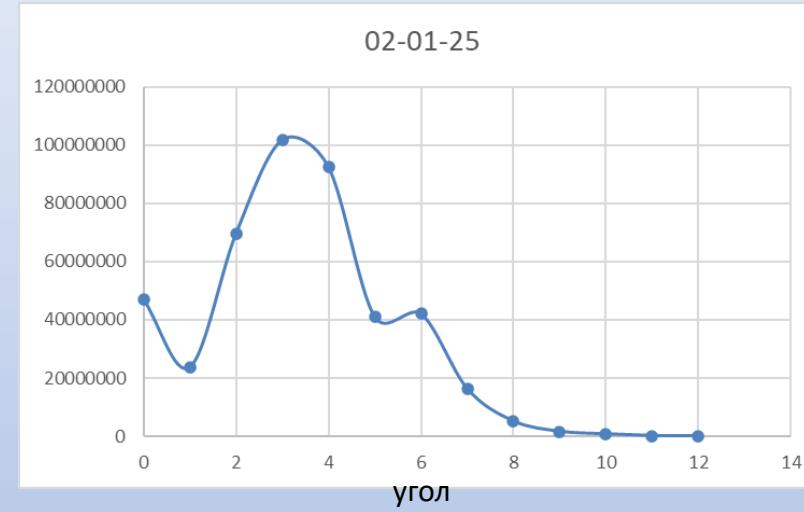
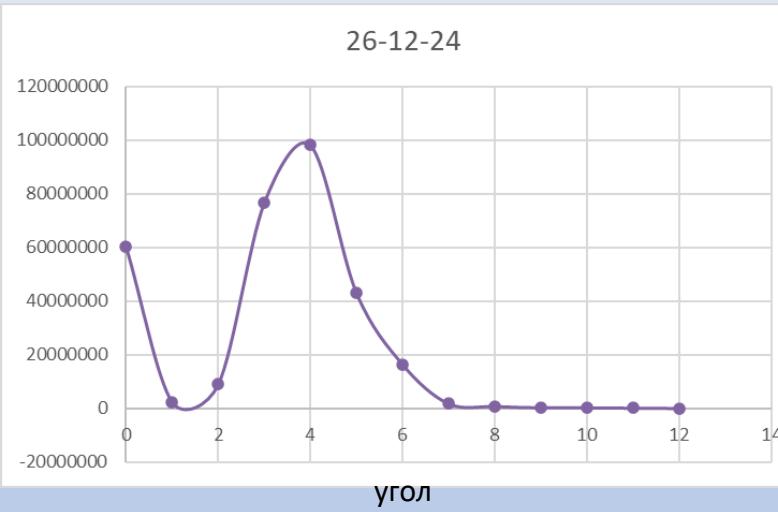


Сравнение импульсы

- В начале замерзания импульс был узким и четким (однородная граница лёд–вода).
- По мере роста льда импульс расширялся, пик смещался вправо.
- При максимальной толщине появлялись два пика (верхняя и нижняя границы льда).
- Во время таяния два пика быстро исчезали из-за слоя воды на поверхности.
- Для «влажного» льда отражение происходило только от верхней границы.



Мощность пика(отражения) при разных углах падения



Расстояния от радиолокатора весь период эксперимента



Среднее значение (центр тяжести отраженного импульса) отражённого сигнала

- Центр тяжести отражённого импульса увеличивался при углах $0\text{--}6^\circ$ в период замерзания.
- С началом таяния наблюдалось резкое уменьшение расстояния.
- При углах $>6^\circ$ возрастал шум, затрудняя точный анализ.
- Тенденция уменьшения расстояния во время таяния сохранялась для всех углов.



Выводы

- В ходе исследования проанализированы временные, амплитудные и угловые характеристики радиолокационных импульсов, отражённых от пресноводного льда.
- Увеличение шумов при углах $>6^\circ$ затрудняет анализ, но общие тенденции сохраняются.
- Полученные результаты помогают улучшить интерпретацию спутниковых радиолокационных данных.

Благодарности

- Исследование поддержано грантом РНФ № 23-77-10064.
- Благодарность ААНИИ за организацию и помощь.
- Отдельная благодарность В. Лихоманову и А. Чернову за помощь в экспериментах и предоставление данных.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Вичаре А.С.

aniket.354@gmail.com

Аспирант, Кафедра Картографии и Геоинформатики

Санкт-Петербургский Государственный Университет (СПбГУ)

Ковалдов Д.А.

Институт прикладной физики РАН (ИПФ-РАН)