



Деятнадцатая международная конференция  
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ  
ИЗ КОСМОСА»

## Атлас РСА сигнатур ледяного покрова арктических морей: особенности подготовки и использования

**Мелентьев В.В., Смирнова А.С., Милова В.М., Коврижных А.А., Мателенок И.В.**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,  
Санкт-Петербург, Россия



Москва, 15 - 19 ноября 2021 г.

➤ Цель: информационная поддержка принятия решений по обеспечению безопасности ледового плавания на основе данных всепогодной спутниковой съемки радаром с синтезированной апертурой (РСА).

➤ Задачи:

- 1) Отбор и обработка синтезированных РСА изображений, демонстрирующих процессы и закономерности формирования, преобразования и разрушения ледяного покрова вдоль трасс плавания в Арктике;
- 2) Определение РСА сигнатур, соответствующих разным стадиям развития льда, его видам и формам, на материале съемки спутников Sentinel-1 ледяного покрова арктических морей;
- 3) Составление Атласа РСА сигнатур ледяного покрова и включение в него изображений, демонстрирующих типичные и экстремальные ситуации / состояния льда вдоль трассы Северного морского пути.

Настоящая работа следует концепции «эколого-криминалистического мониторинга»

## По данным РСА съемки:

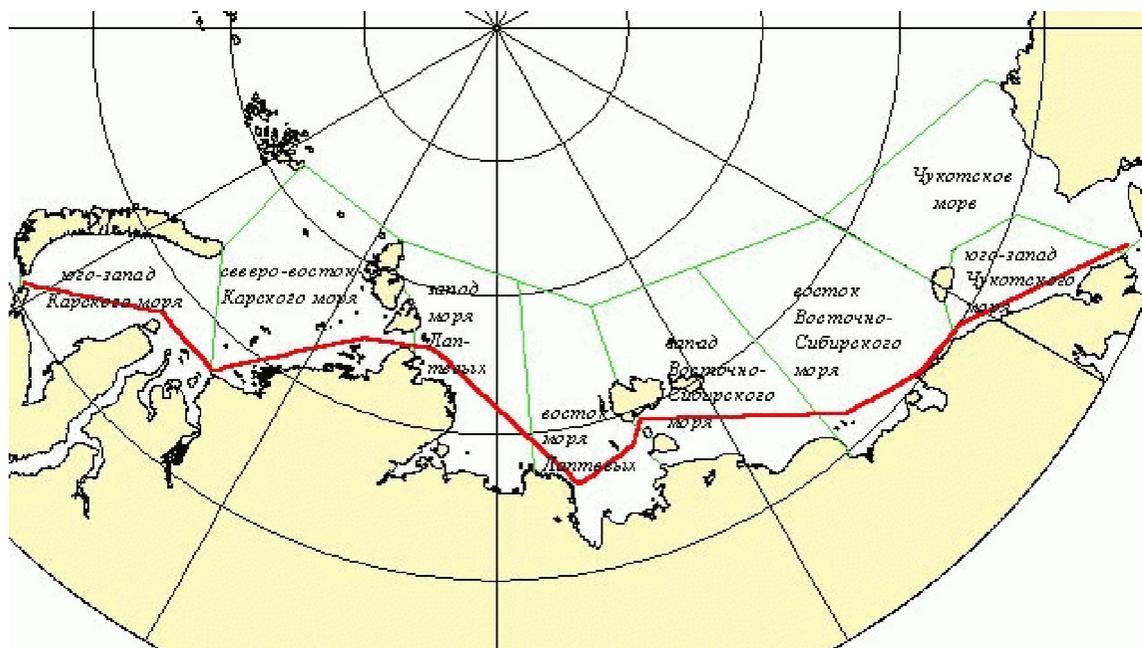
 удастся восстановить картину развития событий в случае возникновения чрезвычайных происшествий (ЧП) на море:

 предложить оптимальную схему устранения ЧП, существенно ускорив этот процесс



- прекращение движения судна во льдах,
- возникновение наведенных движением судна подвижек льда,
- навал льда на борта судна сопровождения и необходимость «обколки» застрявшего во льдах судна и сам процесс ее производства,
- «старение» судового канала и т.п.

**В настоящей работе использованы РСА данные Level-1 GRD со спутников Sentinel-1A, B за 2014-2020 гг. с ресурса Copernicus Open Access Hub Европейского космического агентства (находятся в открытом доступе и предоставляются для исследовательских целей на бесплатной основе).**

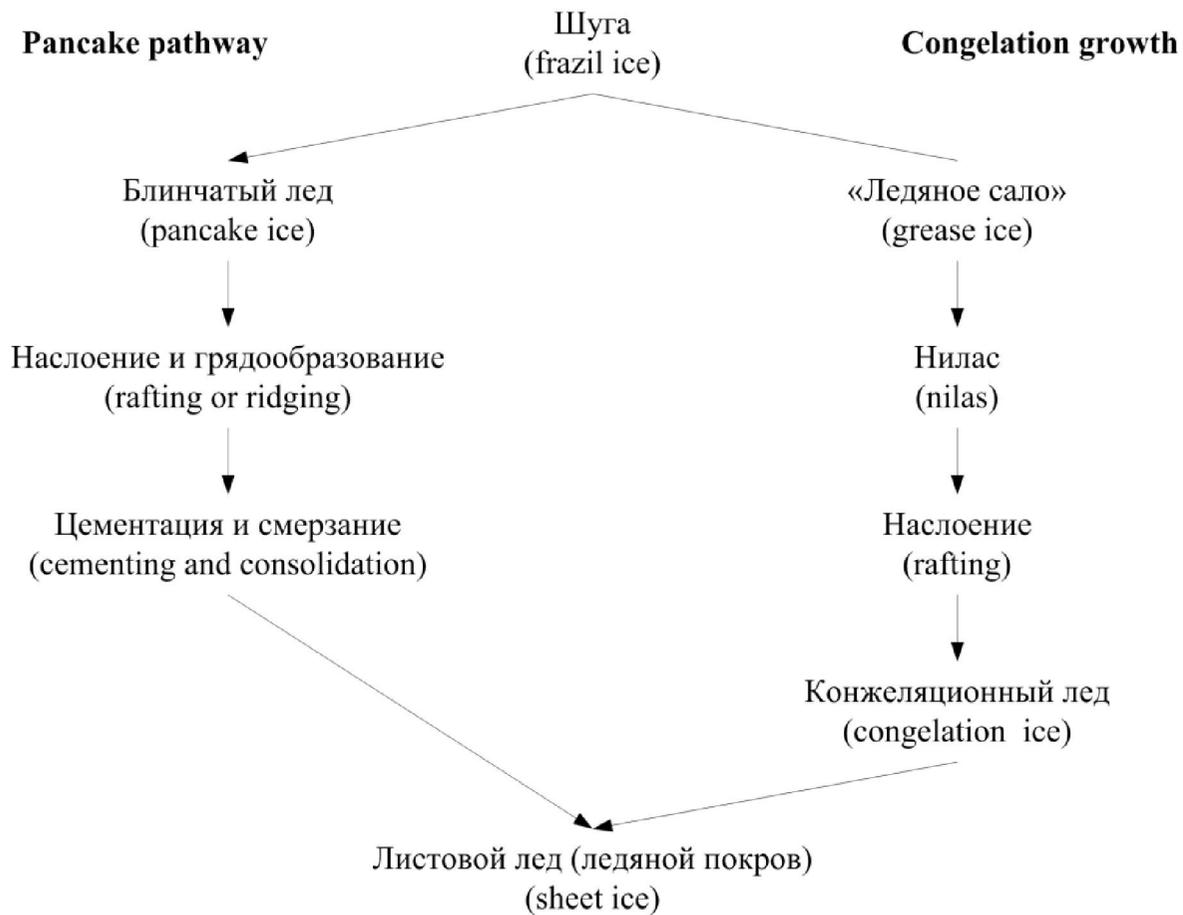


Приоритетом является оперативный контроль обстановки в ключевых районах, в которых наблюдаются опасные для движения судов по трассам явления и процессы:

- пролив Карские ворота;
- район архипелага Новая Земля (прежде всего мыс Желания);
- район острова Белый и вход в Обскую губу;
- пролив Вилькицкого;
- эстуарий реки Оби;
- дельта реки Енисея.

Стандартные трассы плавания в Российских арктических морях

(по данным <http://esimo.oceanography.ru/>)

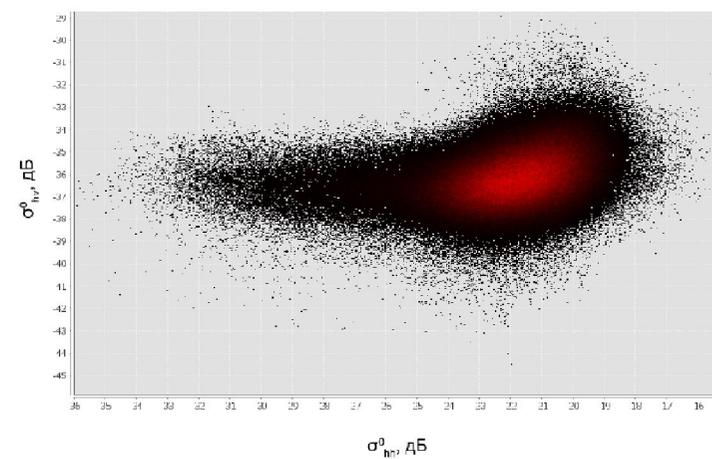
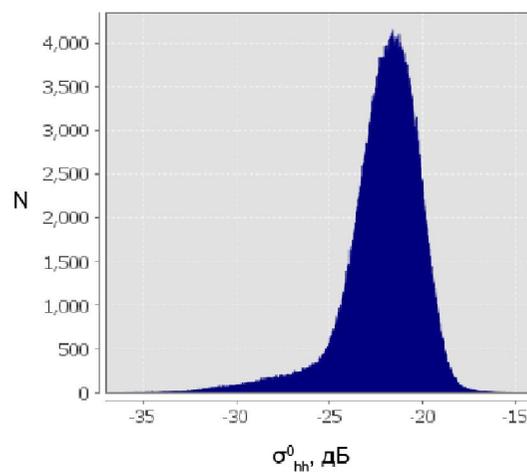
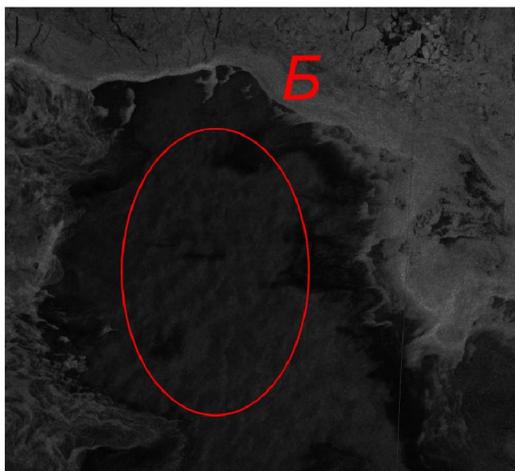
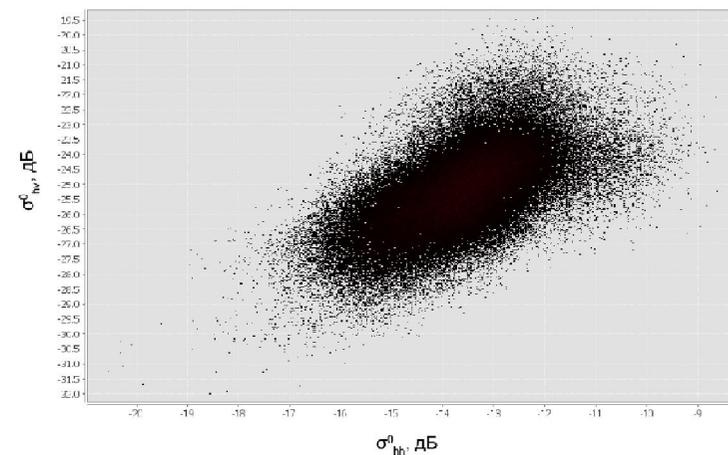
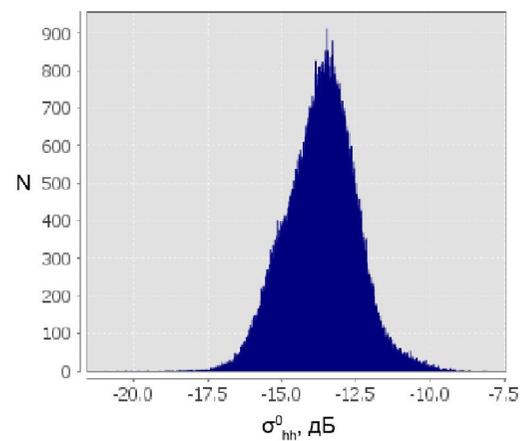
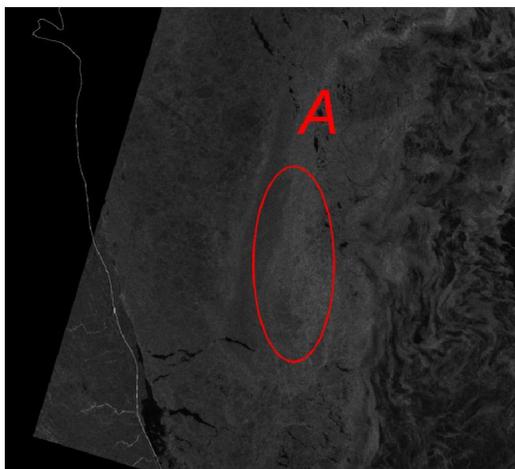


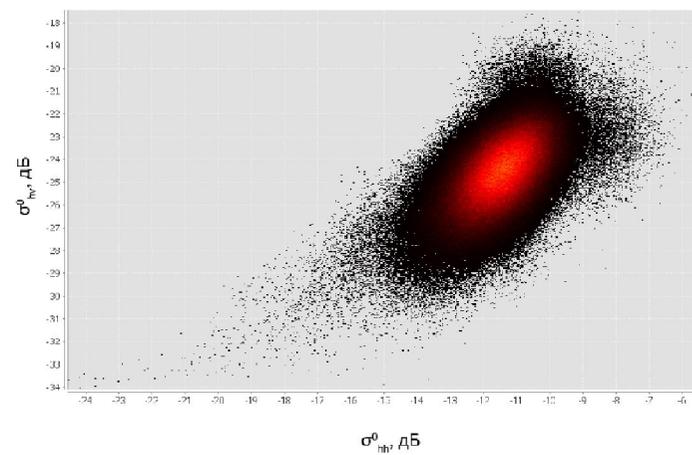
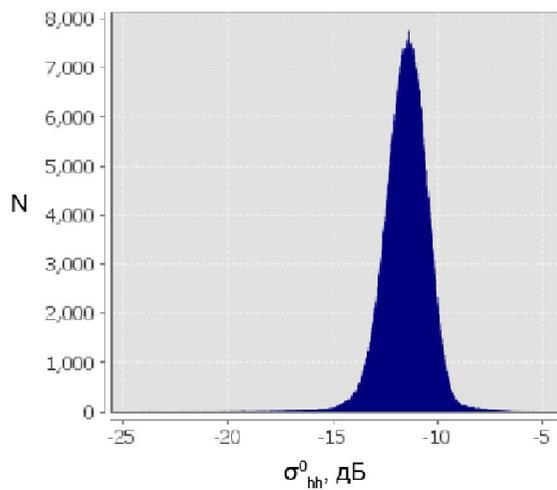
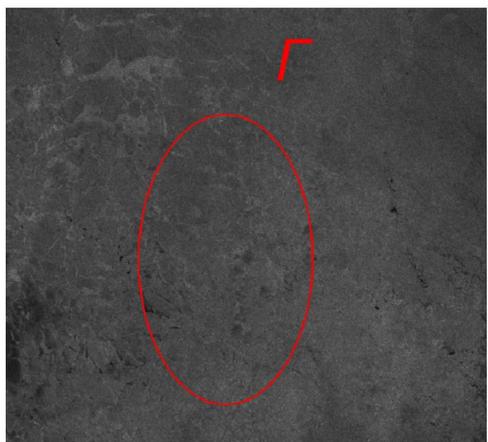
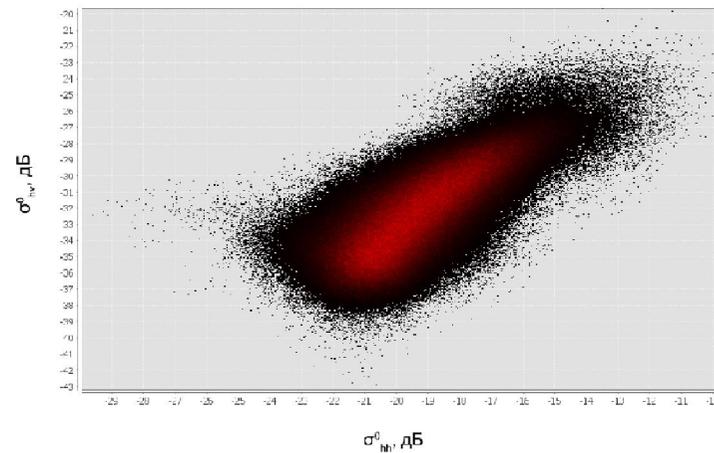
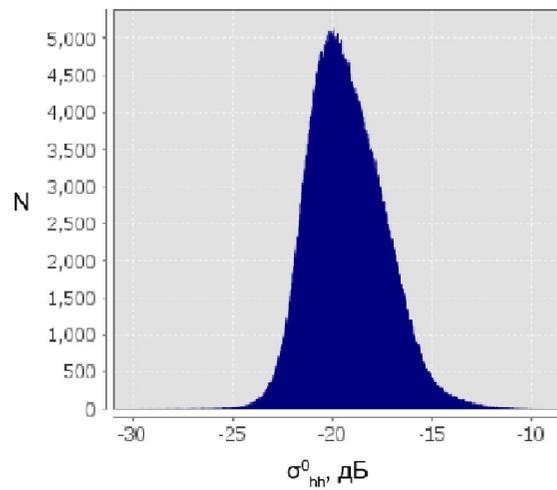
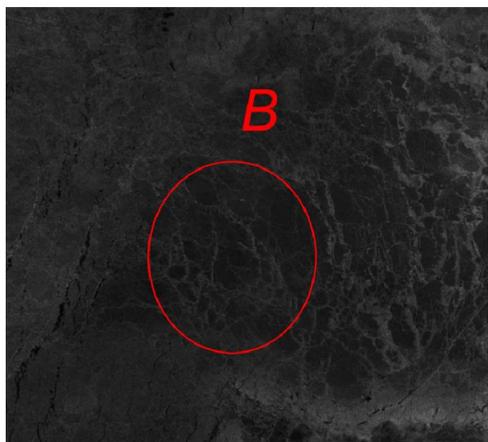
Каждому из указанных типов льда и процессов ледообразования соответствует свой “радиолокационный образ” – РСА сигнатура (или набор сигнатур), получаемая в результате дистанционного зондирования льда.

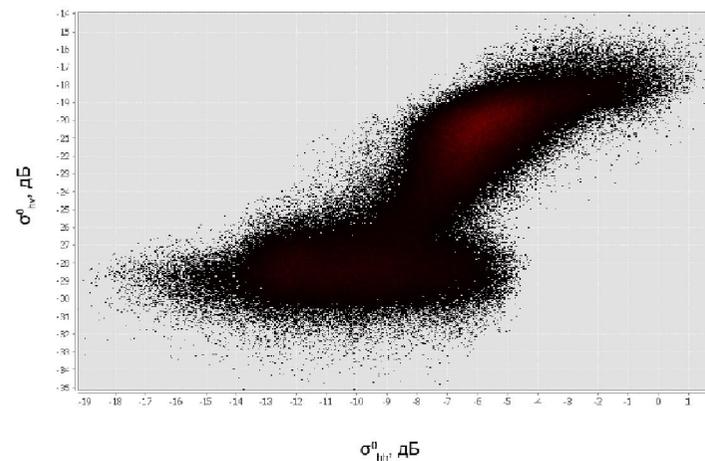
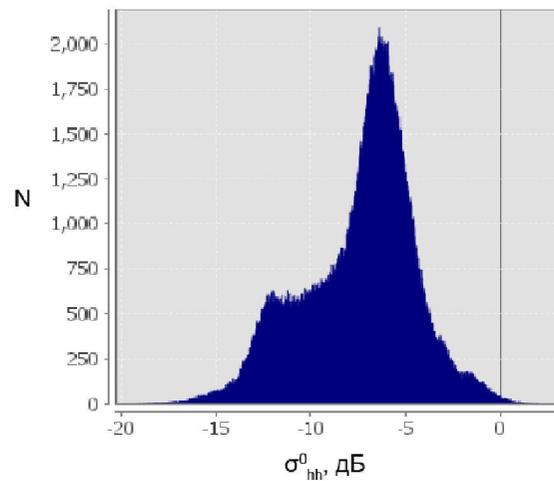
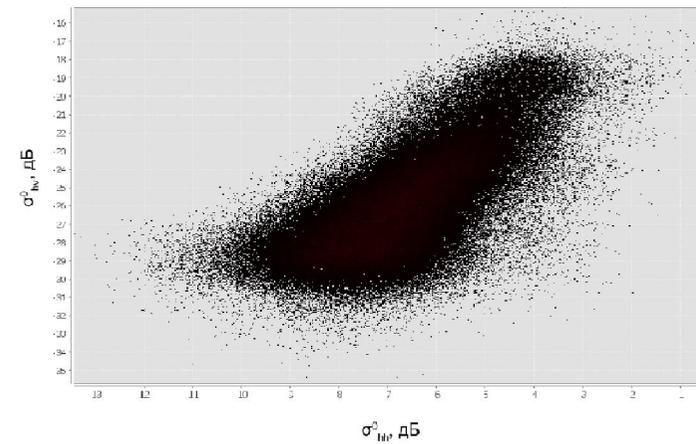
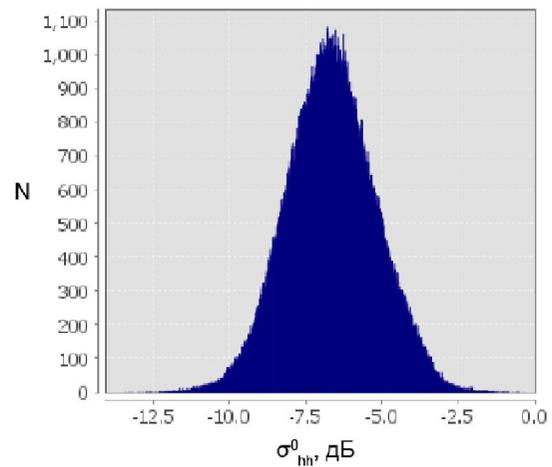
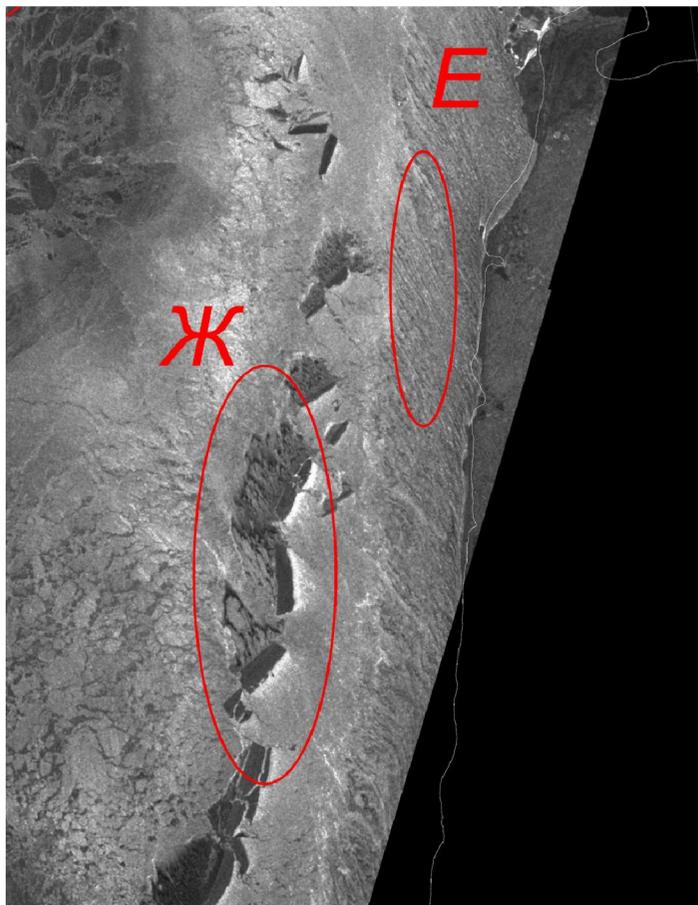
Сигнатура, соответствующая ледовому образованию, представляет собой совокупность значений статистических показателей образования для каждого частотного канала используемого сенсора, текстурные характеристики, а также пространственные и временные профили.

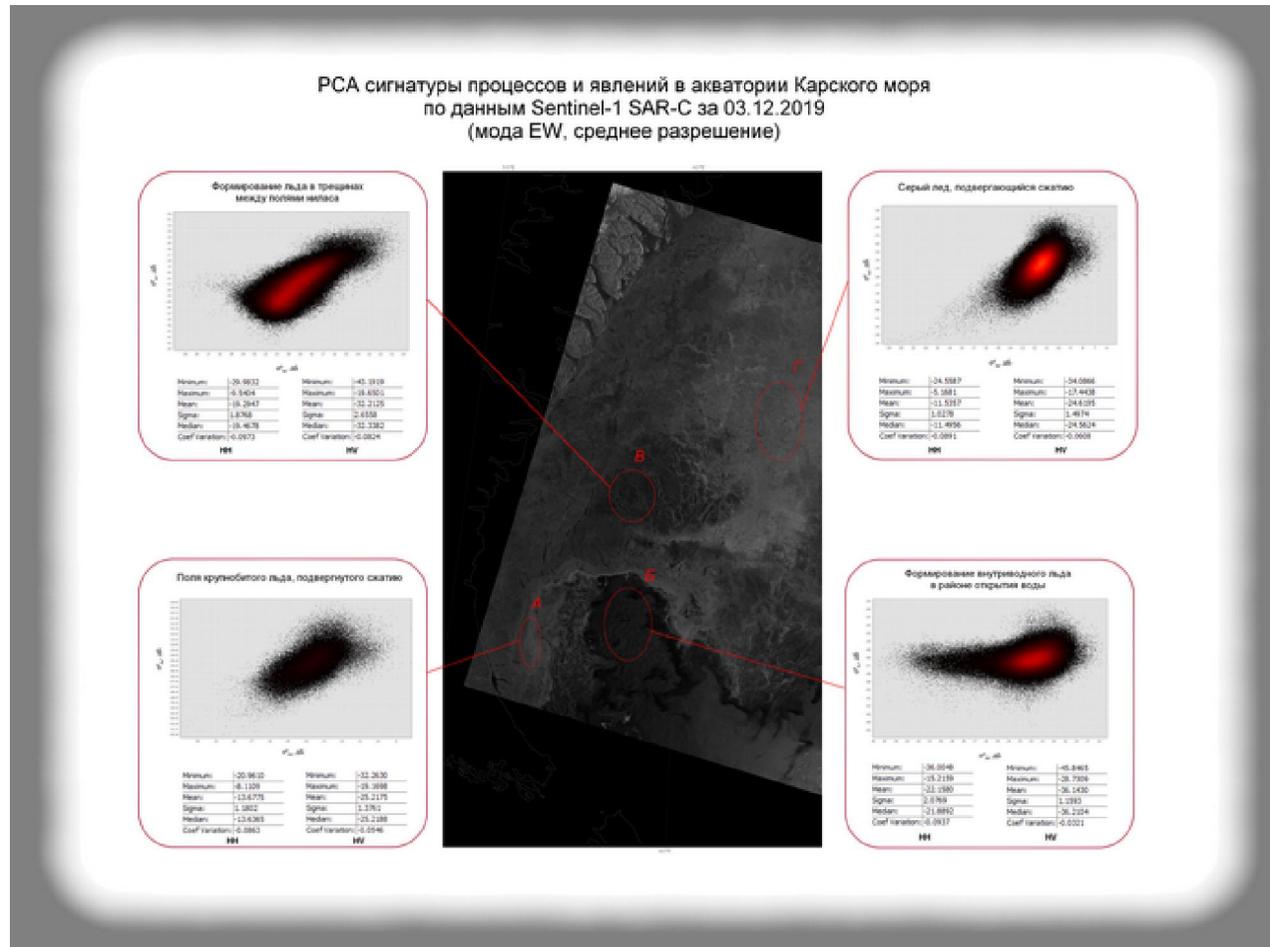
Последовательность действий по обработке данных Sentinel-1 Level-1 GRD при подготовке атласа РСА сигнатур:

- Анализ параметров орбиты спутника,
- Удаление тепловых шумов приемника и радиометрическая коррекция,
- Сглаживание спекл-шума,
- Геометрическая коррекция с преобразованием в UTM WGS84,
- Дублирование каналов и формирование пар изображений: для машинной обработки и для визуальной оценки и интерпретации оператором,
- Отбор областей интереса с наблюдаемыми в их границах ледовыми образованиями и машинный анализ их цифровых представлений в пространстве интенсивностей,
- Формирование макетов с описаниями и визуализированными РСА сигнатурами объектов, явлений и процессов.

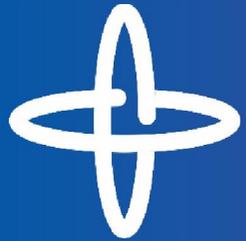








- Выбраны, обработаны и включены в архив данные съемки Sentinel-1, покрывающие акватории арктических морей и демонстрирующие особенности ледообразования в их границах, в том числе возникающие опасные и экологически значимые ледовые явления.
- Выделены и описаны РСА сигнатуры областей синтезированных радарных изображений, соответствующие конкретным типам льда и процессам в акваториях.
- Создан набор макетов для включения в Атлас РСА сигнатур ледяного покрова арктических морей.
- Составлены описания процессов, представляющих опасность для судов, и возникающих при их движении по трассе Северного морского пути типичных ситуаций, способных привести к чрезвычайным происшествиям.



**ГУАП**

[guap.ru](http://guap.ru)

# Спасибо за внимание!

\*при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации  
соглашение № FSRF-2020-0004

**Мелентьев В.В.**  
проф., д.ф.-м. н.,  
[vv.melentyev@mail.ru](mailto:vv.melentyev@mail.ru)