

# Методы оценки высоты облачности с использованием возможностей системы «Арктика-М»

Бриль А.А., Волкова Е.Е., Бурцев М.А.

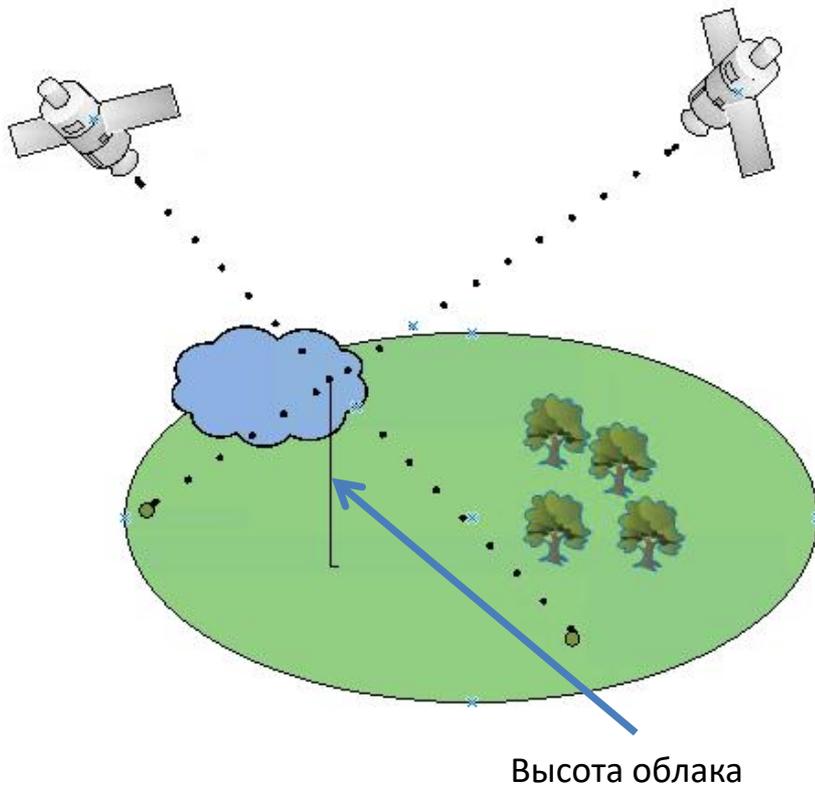
*ИКИ РАН, г. Москва*



# Введение

- Оценка высоты верхней границы облачности является важной задачей для мониторинга атмосферных явлений. Одним из классических способов такой оценки является использование метода расчёта высоты наблюдаемого объекта по стереопаре. До недавнего времени применение такого метода было, как правило, возможно либо для пары «КА на геостационарной орбите – КА на низкой полярной орбите», либо для пары близко стоящих геостационарных КА с большой площадью перекрытия областей. Первый вариант не обеспечивает высокой периодичности измерений и, таким образом, регулярного мониторинга, второй – не всегда представляется возможным.
- После запуска высокоэллиптического КА «Арктика-М» №1, представляющего собой уникальный квазигеостационарный КА для северных широт, стало возможным применение метода стереопар для пары «геостационарный КА – высокоэллиптический КА». Такая пара обеспечивает достаточно высокую периодичность измерений для всего северного полушария и практически гарантированную одновременность наблюдений со многими геостационарными КА, что позволяет проводить регулярный мониторинг интересующих объектов на всем активном участке работы КА «Арктика-М» №1, а после разворачивания системы из двух КА – круглосуточно.

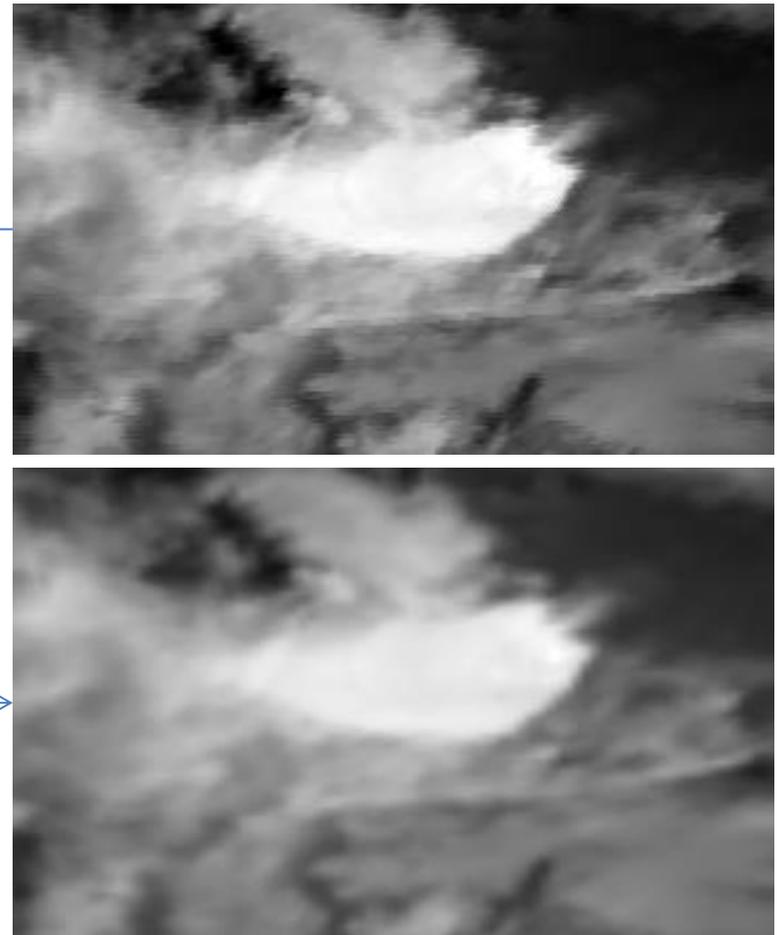
# Технология оценки высоты облачности по паре точек



- Для нахождения высот облачности по двум изображениям создано программное обеспечение на языке программирования python, позволяющее в автоматическом режиме сопоставлять 2 изображения, полученные в один момент времени, тем самым получая набор пар контрольных точек.
- Для каждой пары точек находится высота облака с помощью метода «стереопары», основанного на эффекте параллакса.

# Подготовка данных

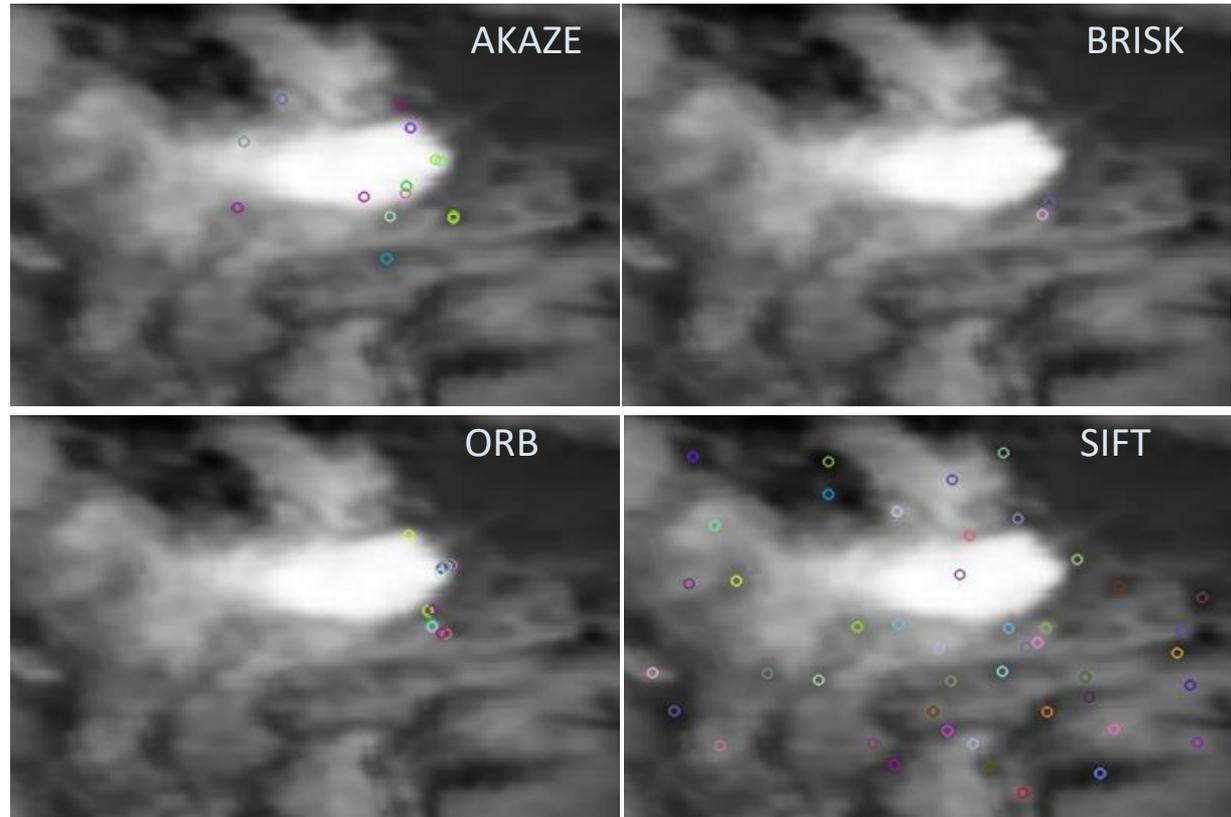
- Для нахождения контрольных точек на двух изображениях на первом этапе выполняется приведение изображений к одному пространственному разрешению. Данные прибора ANI (HIMAWARI) с пространственным разрешением 2 км программными методами работы с растровыми данными (GDAL) «огрубляются» до пространственного разрешения прибора МСУ-ГС («Арктика-М» №1), которое составляет 4 км



Снимок Himawari за 2023-04-10 19:00:  
а) в исходном разрешении,  
б) приведённый к значениям Арктики

# Выбор метода

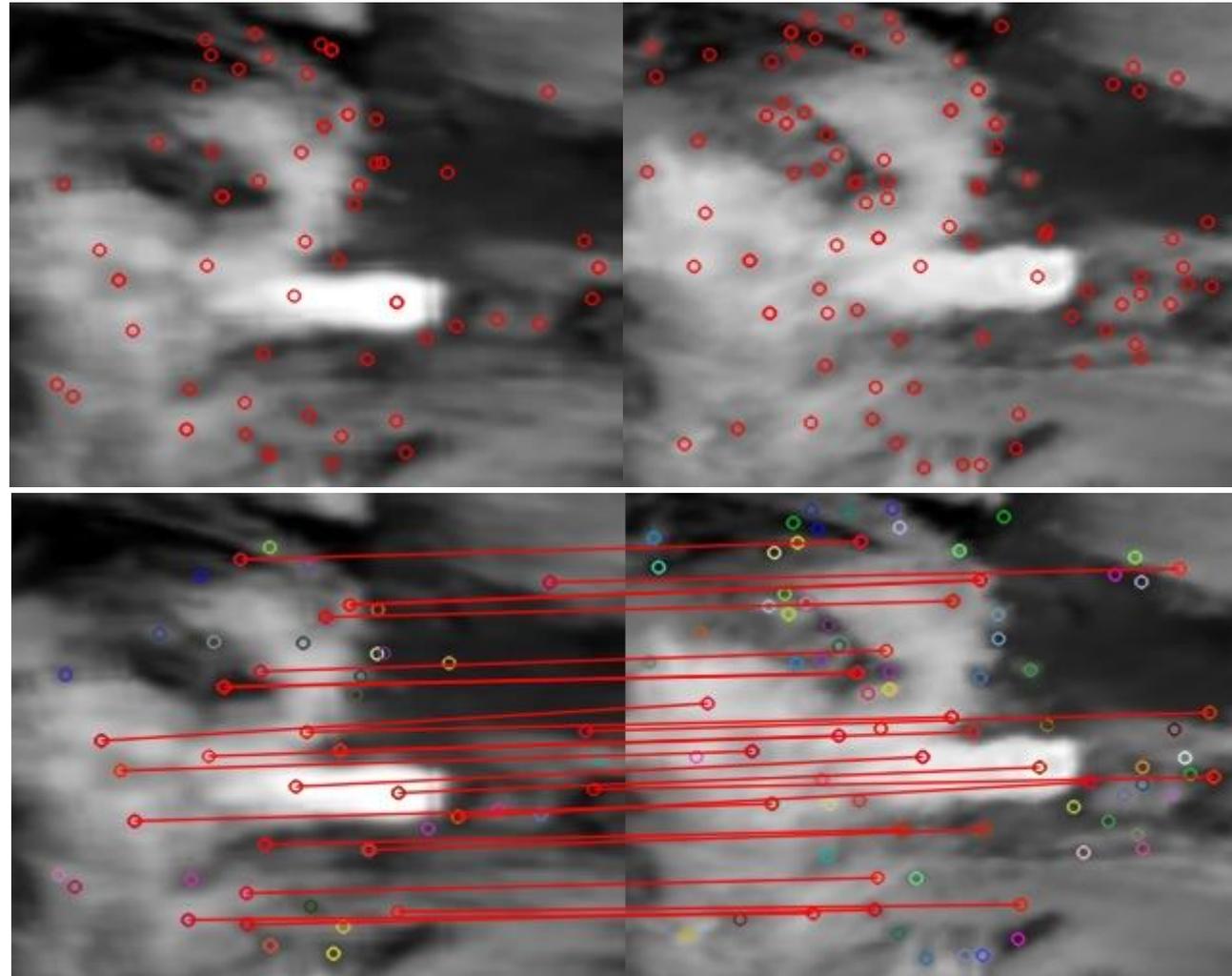
- Для определения соответствующих пар точек на изображениях был выбран алгоритм **SIFT** (Scale Invariant Feature Transform). По сравнению с другими подобными алгоритмами он даёт более равномерное распределение точек по снимку.



Результаты работы различных алгоритмов компьютерного зрения для снимка Арктики-М за 2023-04-10 19:00

# Алгоритм SIFT

Алгоритмом **SIFT** производится поиск контрольных точек на каждом снимке из пары в отдельности. Затем происходит сопоставление этих точек. В результате мы находим географические координаты соответствующих пар точек.



Арктика

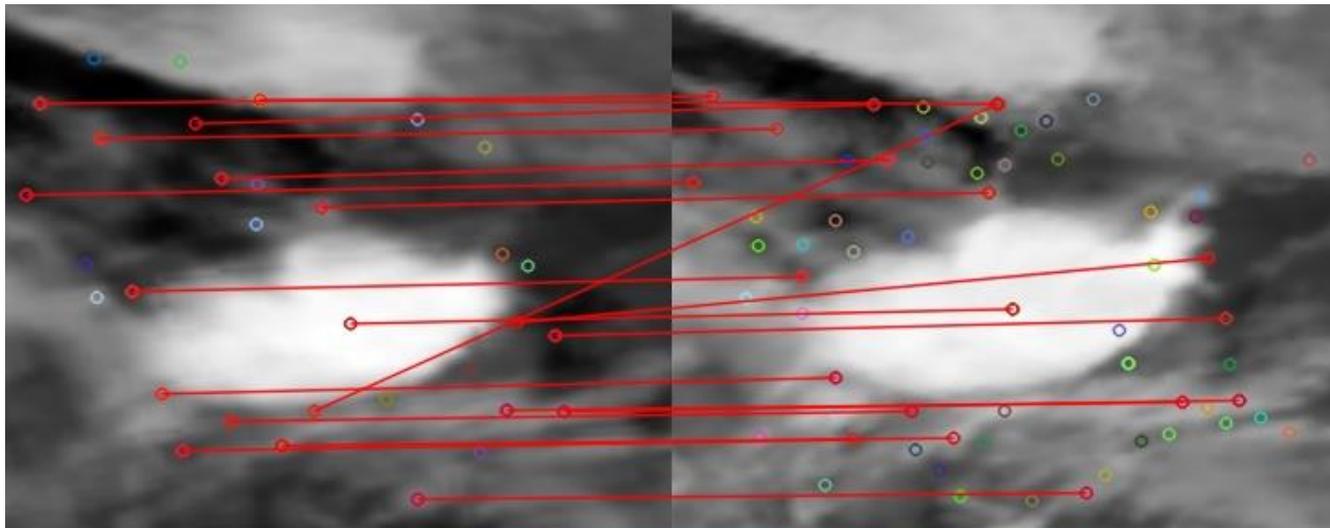
2023-04-10 18:00

Химавари

# Алгоритм SIFT

Для устранения ложных срабатываний (как на рисунке: выброс по диагонали) применяется 2 фильтрации:

- 1) Евклидово расстояние между сопоставленными точками должно быть менее  $0,5^\circ$ .
- 2) Пары точек должны совпадать по направлению смещения с другими парами.



Арктика

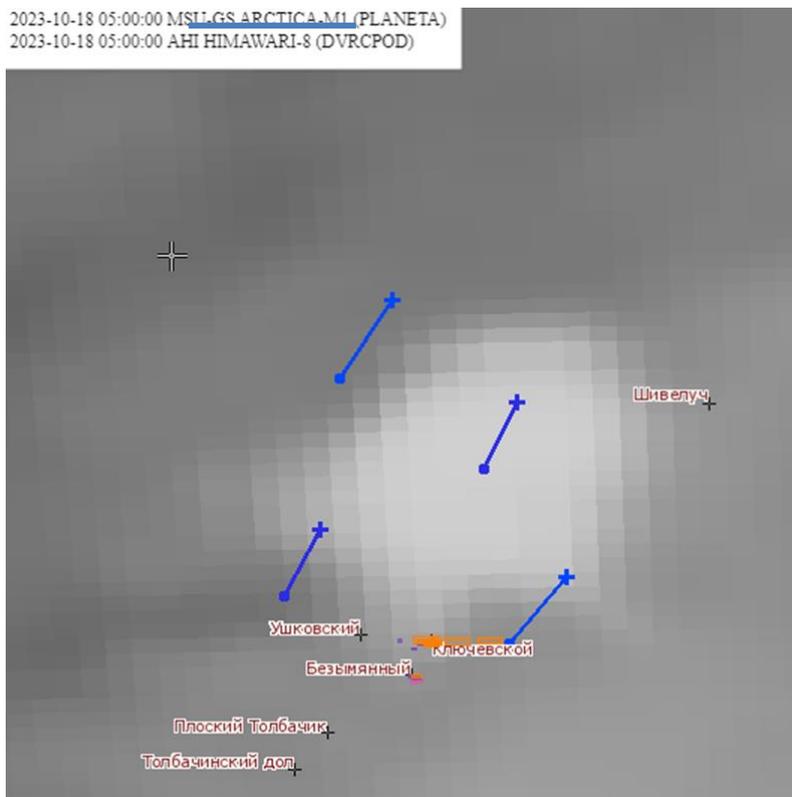
2023-04-10 20:30

Химавари

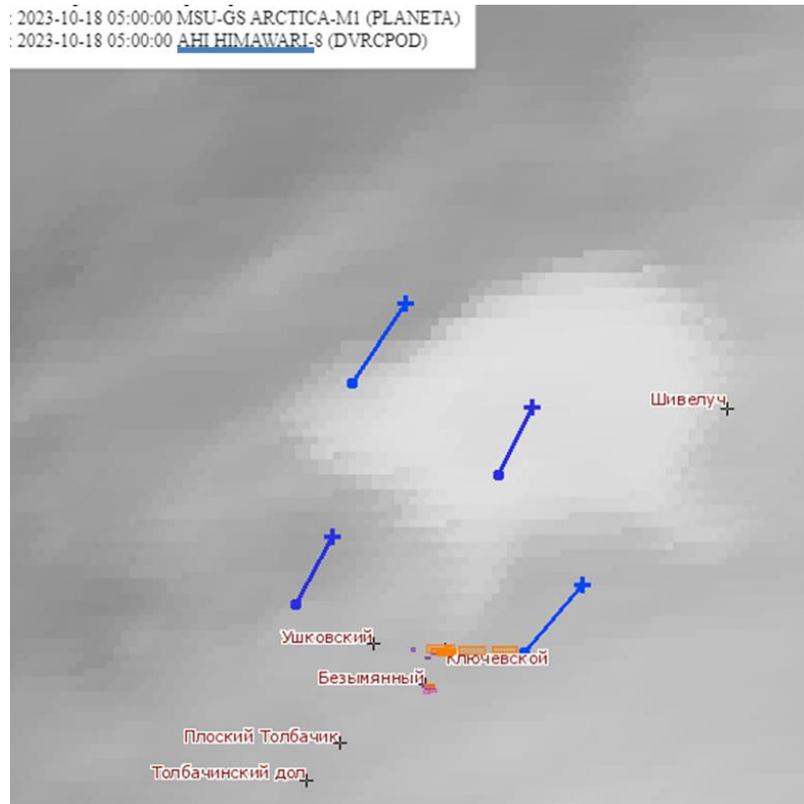
# Интеграция данных в Информационные Системы ДЗЗ

Для анализа полученных результатов по сопоставлению пар изображений разрабатываются специализированные инструменты анализа в составе информационных систем «Вега-Science» и VolSatView.

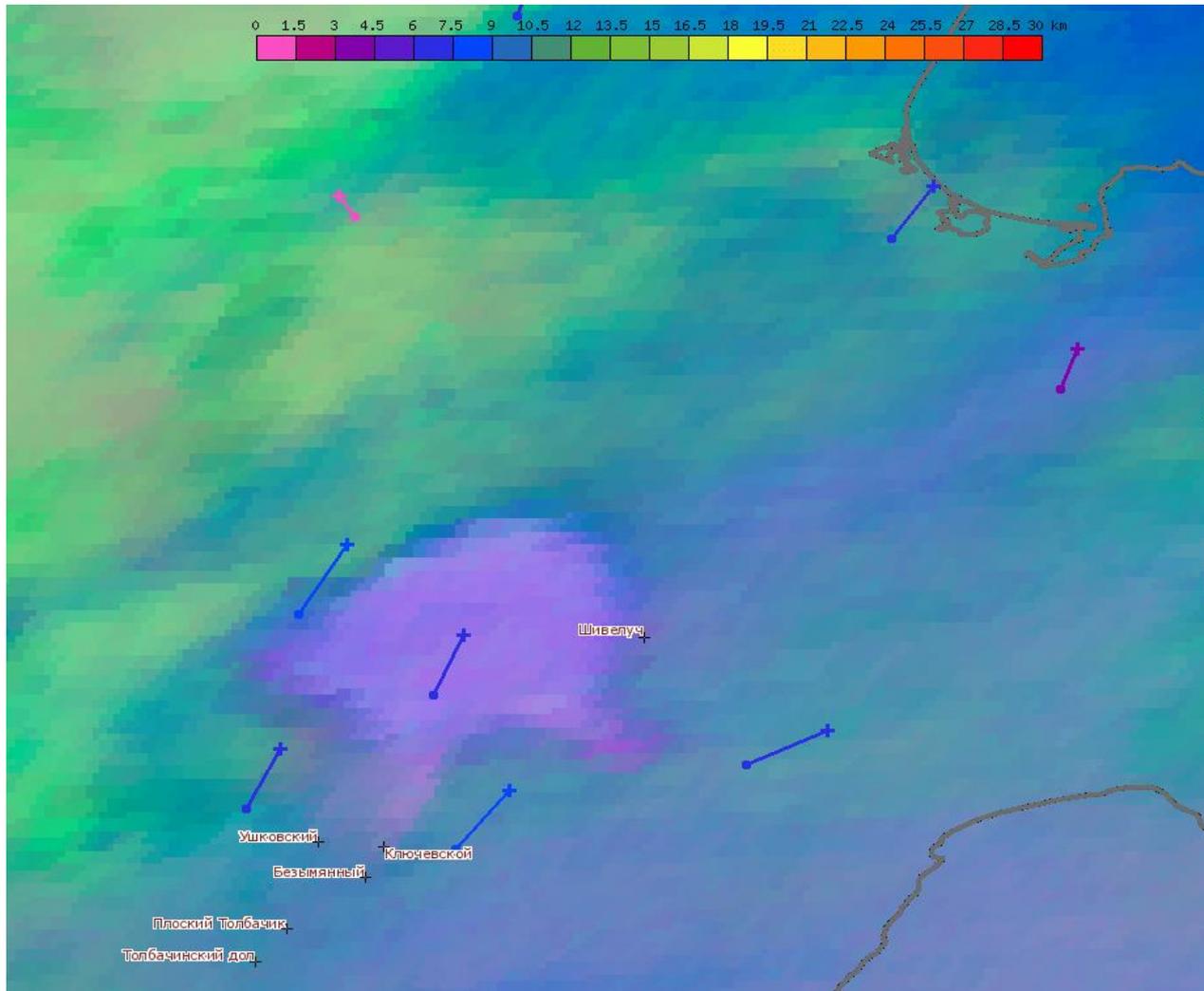
2023-10-18 05:00:00 MSU-GS ARCTICA-M1 (PLANETA)  
2023-10-18 05:00:00 AHI HIMAWARE-8 (DVRCPD)



2023-10-18 05:00:00 MSU-GS ARCTICA-M1 (PLANETA)  
2023-10-18 05:00:00 AHI HIMAWARE-8 (DVRCPD)



# Пример интеграции данных в ИС VolSatView



На изображении приведен пример стандартного продукта - «пепел (цветной)» доступный в ИС VolSatView. На изображение наложены точки сопоставления изображений «Арктики-М» №1 и Himawari. Приведена легенда значений высоты облака.

*Спасибо за внимание!*

