

Организация потоковой обработки и предоставления данных КА "Арктика-М" №1 в объединенной системе работы с данными НИЦ "ПЛАНЕТА"

Бриль А.А. (1), Бурцев М.А. (1), Мазуров А.А. (1)
Фролова Е.А. (2)
Ткачёв А.А. (3)
Холодов Е.И. (4)

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия (1)
Европейский центр «НИЦ «Планета», Москва, Россия (2)
Сибирский центр ФГБУ "НИЦ "Планета", Новосибирск, Россия (3)
Дальневосточный центр ФГБУ "НИЦ "Планета", Хабаровск, Россия (4)
117997 Москва, Профсоюзная, 84/32
E-mail: ak@d902.iki.rssi.ru Тел: +7(495) 333-53-13

**Двадцатая международная конференция
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»**
Москва
14-18 ноября 2022 г.



Введение

Настоящий доклад посвящен организации автоматизированной потоковой обработки данных КА «Арктика-М» №1 в рамках объединенной системы работы с данными НИЦ «Планета».

Основная цель работы – это внедрение реальных данных КА «Арктика-М» №1 в действующие системы работы с данными, в первую очередь – ОСД НИЦ «Планета».

Группировка КА «Арктика-М»

Арктика М – уникальная система для наблюдения полярных регионов нашей страны. В штатном составе группировки планируется 2 КА на высокоэллиптических орбитах (наклонение 63° , апогей 40 000 км).

Каждый аппарат обеспечивает наблюдение северных полярных регионов каждые 15 минут на рабочем участке (около 6.5 часов на виток). Система из двух аппаратов способна обеспечивать круглосуточное наблюдение полярных регионов.

Аппаратура МСУ-ГС-ВЭ. 10 каналов: 3 видимых и 7 ИК каналов с пространственным разрешением в 1 и 4 км. соответственно.

ОСРД НИЦ «Планета»

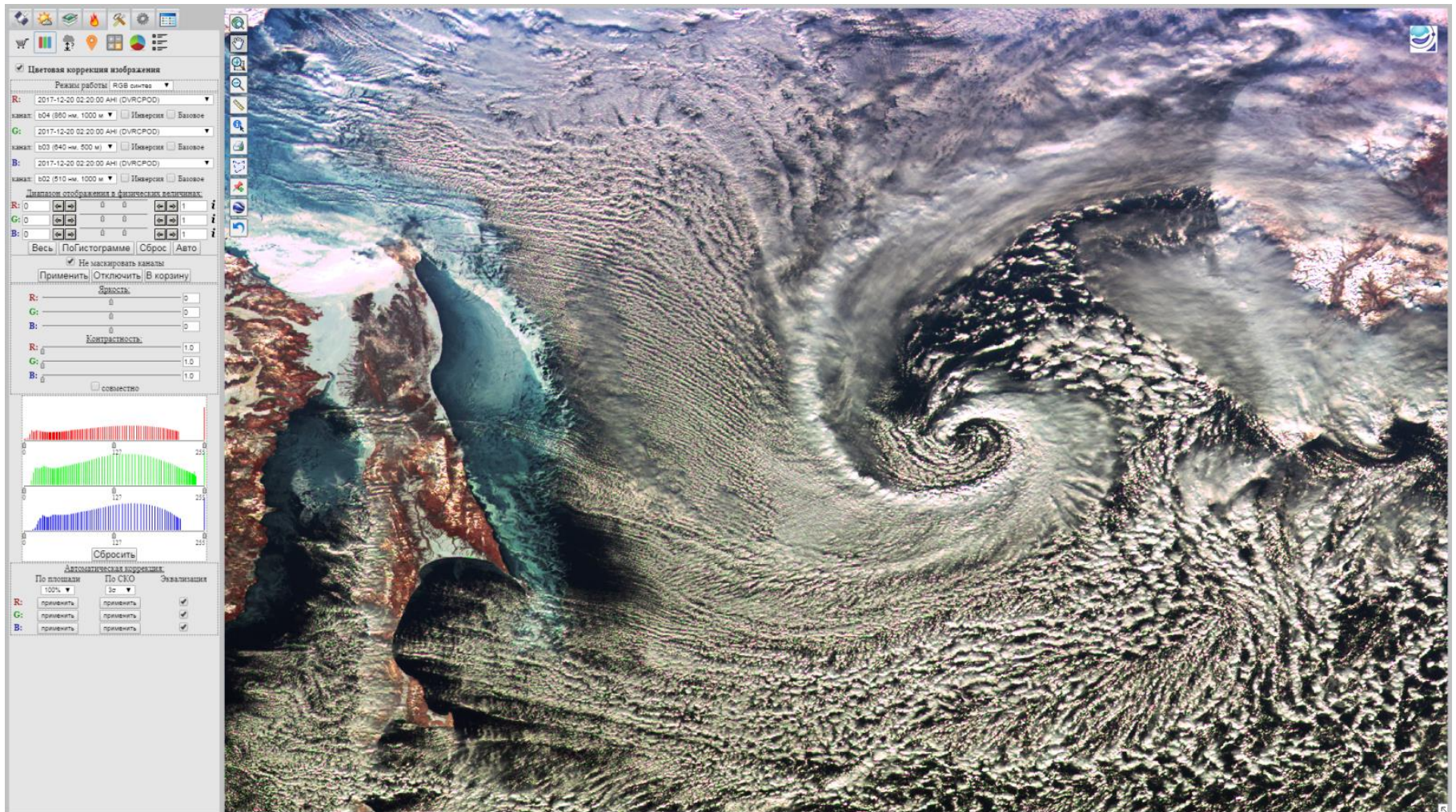
Объединённая система работы с данными центров ФГБУ «НИЦ «Планета» введена в эксплуатацию в 2013 году.

Система представляет собой единое, универсальное средство работы с разнородными данными всех трех центров приёма, обработки и распространения, охватывающее все этапы их жизненного цикла, от получения со станции приёма до предоставления их специалисту.

Обеспечивает доступ к данным ЦКП «ИКИ-Мониторинг».

Ссылка на картографический интерфейс: <http://moscow.planeta.smislab.ru/>

Картографический интерфейс

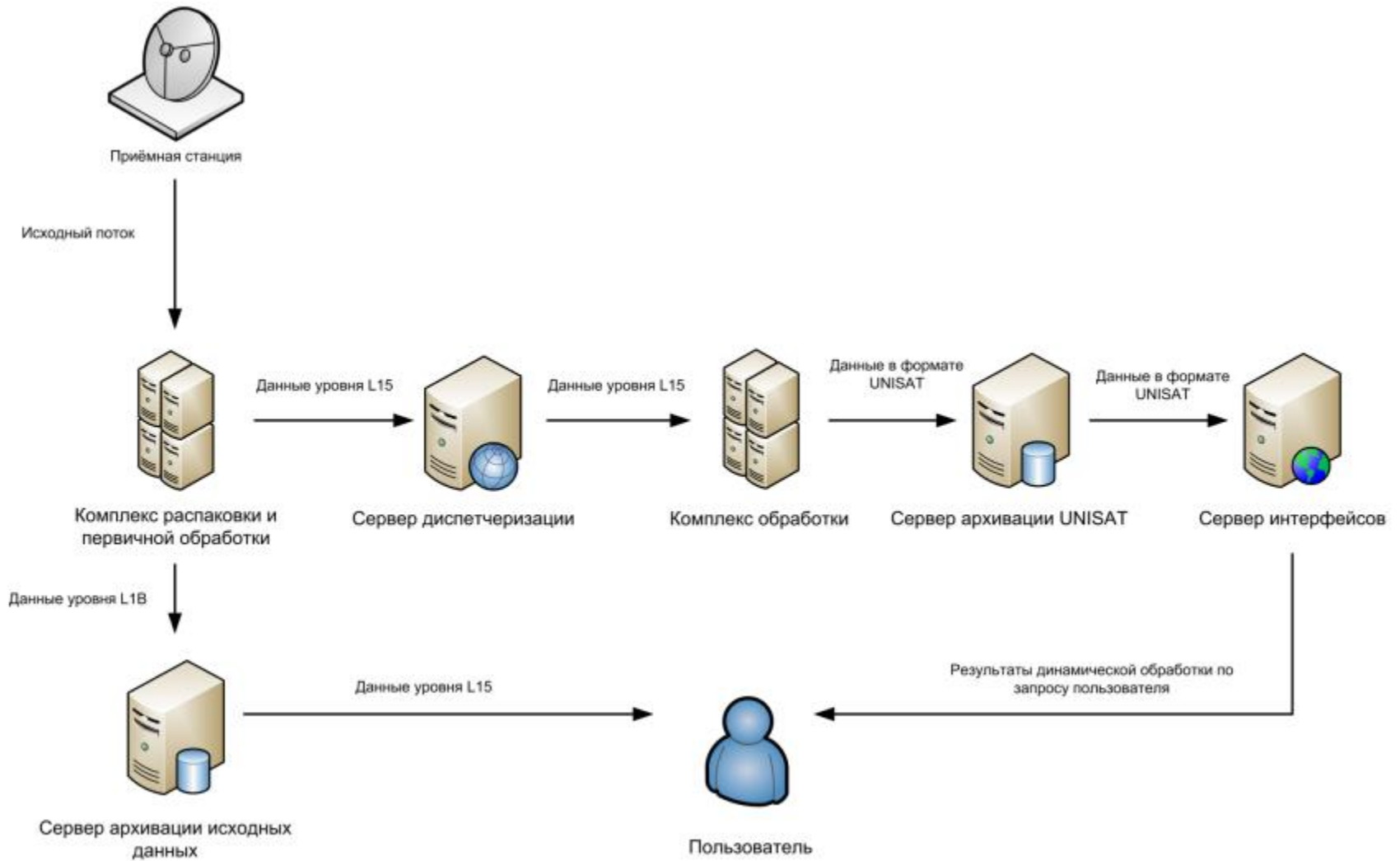


Организация обработки данных

Организация автоматической потоковой обработки данных КА включает в себя три основных этапа:

- **Сбор данных**
- **Обработка данных**
- **Занесение данных в архивы ОСД «НИЦ «Планета»**

Общая схема потоков данных



Описание исходных данных

Исходный поток данных поступает с приемных комплексов на комплекс распаковки и первичной обработки данных, созданный в НИИ «Фотон», где данные доводятся до уровня обработки «L15».

На сервере диспетчеризации осуществляется выборка данных для дальнейшей обработки. Комплекс обработки и конвертации осуществляет распаковку данных, географическую привязку, перепроекцию и перепакровку данных в формат GeoTiff, после чего данные аннотируются на основе использования разработанной в ИКИ РАН технологии UNISAT и заносятся в архивы.

Данные, поступившие в архивы, становятся доступными через интерфейсы работы с данными.

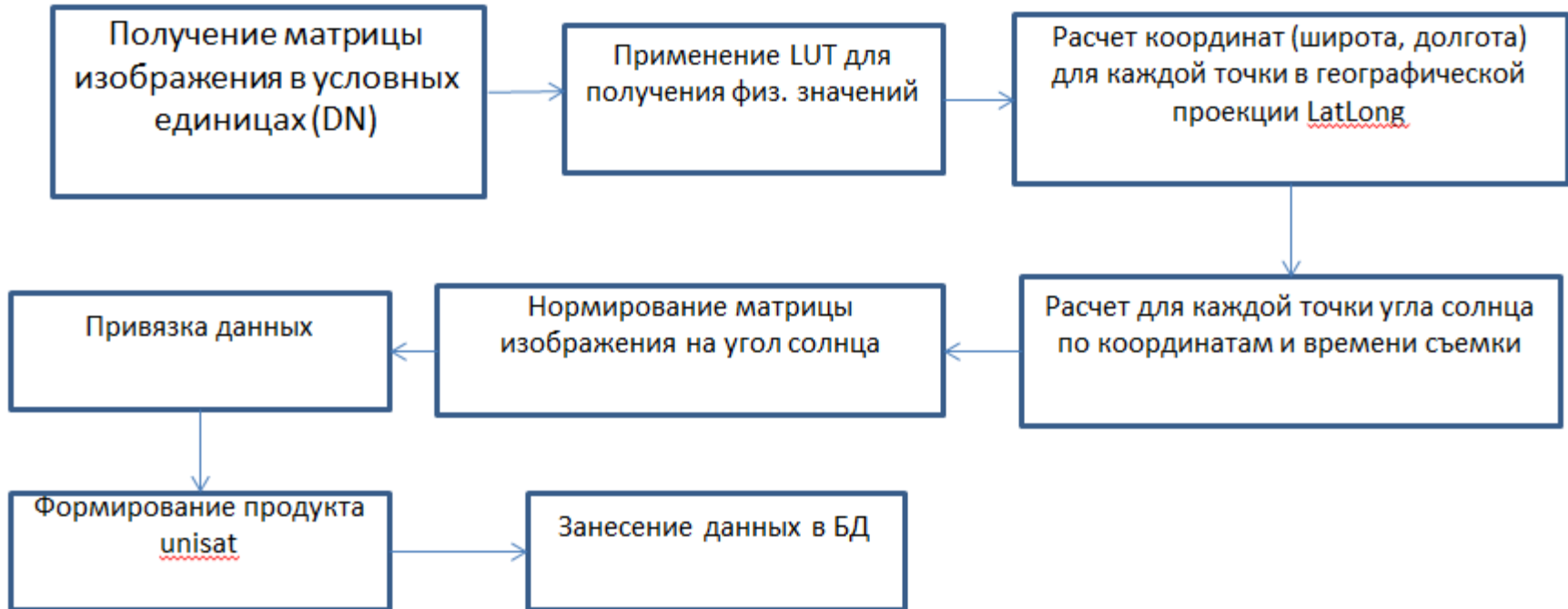
Описание исходных данных

Данные поступают каждые 15 минут.

Данные уровня L15 записаны в унифицированный формат данных, который представляет из себя бинарный файл, построенный по теговому принципу, содержащий первичный заголовок и набор тегов, которые содержат, в том числе, информацию о геодезической привязке, радиометрической обработке и растровом изображении.

На каждый канал поступает один файл.

Цепочка потоковой обработки данных



Обработка данных

1. Данные уровня L15 хранятся в так называемой проекции «виртуального спутника», учитывающей изменение разрешения между сеансами.
2. Оптимальная результирующая проекция – полярная стереографическая.
3. Возможными методы привязки и перепроецирования являются привязка с помощью стандартных библиотека на базе встроенных проекций PROJ и привязка на базе собственных решений.

Привязка данных

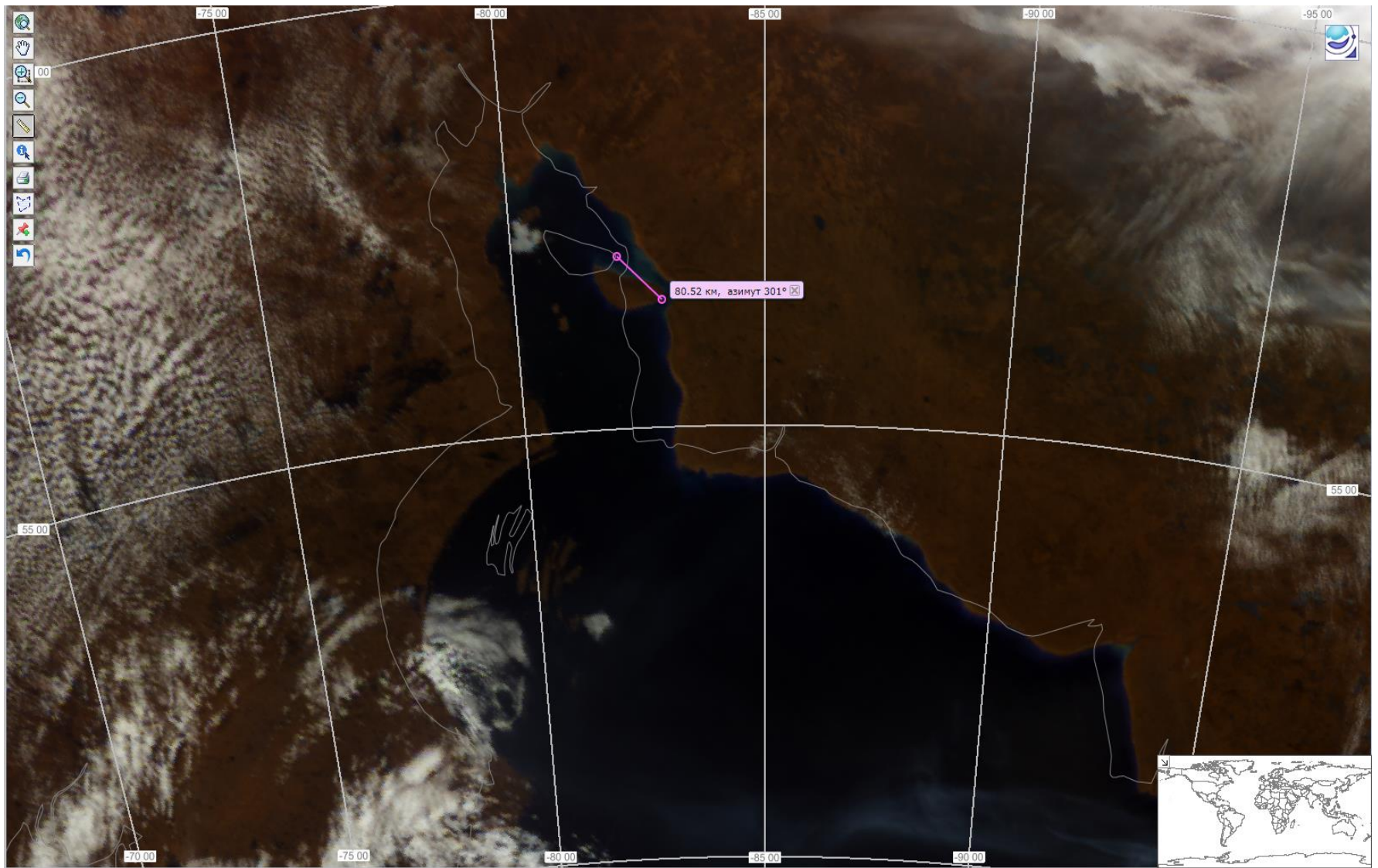
Поскольку проекция «виртуального спутника» крайне близка к азимутальной проекции вертикальной ближней перспективы “Near-Sided Perspective (nsper)”, которая поддерживается Proj, то для решения проблемы привязки и перепроецирования данных на первом этапе организации потоковой обработки было выбрано использование стандартных библиотек работы с растровыми данными GDAL/Proj на базе встроенных проекций.

Плюсы данного решения:

1. Быстрая, хорошо оптимизированная работа потока обработки.
2. Стандартное решение на основе поддерживаемых в сообществе библиотек работы с геоданными.
3. Хорошая привязка в под-спутниковой точке.

Однако, поскольку исходные данные представлены на эллипсоиде, а реализация проекции nsper в связке с GDAL работает только на сфероиде, привязка данных давала **очень большие ошибки до нескольких десятков пикселей**.

Привязка NSPER



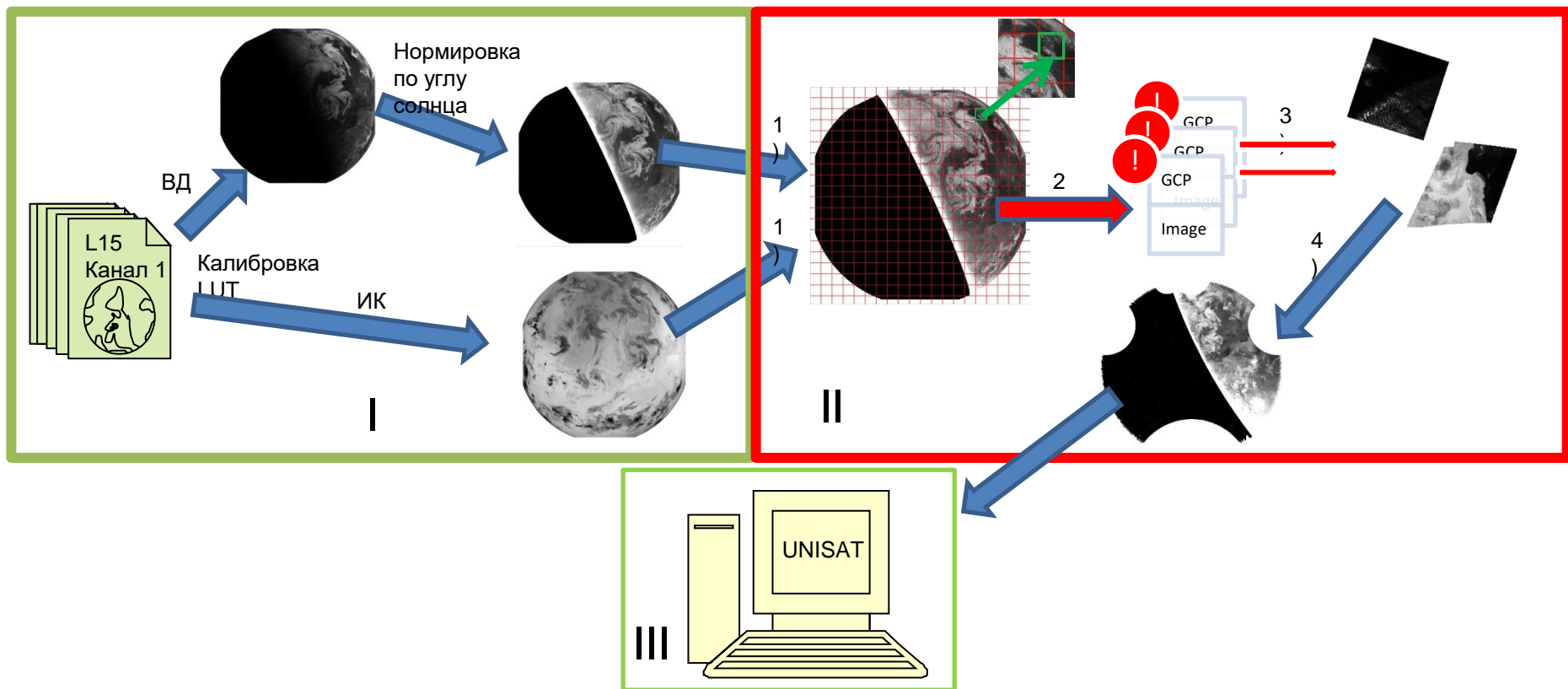
Улучшение точности привязки

Для улучшения точности привязки данных было принято решение отказаться от использования проецирования по формулам с помощью проекции `nsper` в связке с GDAL и использовать другие методы.

Оптимальной результирующей проекцией для данных КА «Арктика-М» является **полярная стереографическая проекция**. Для организации потоковой обработки данных и географической привязки был выбран метод привязки данных по контрольным точкам на основе библиотеки GDAL.

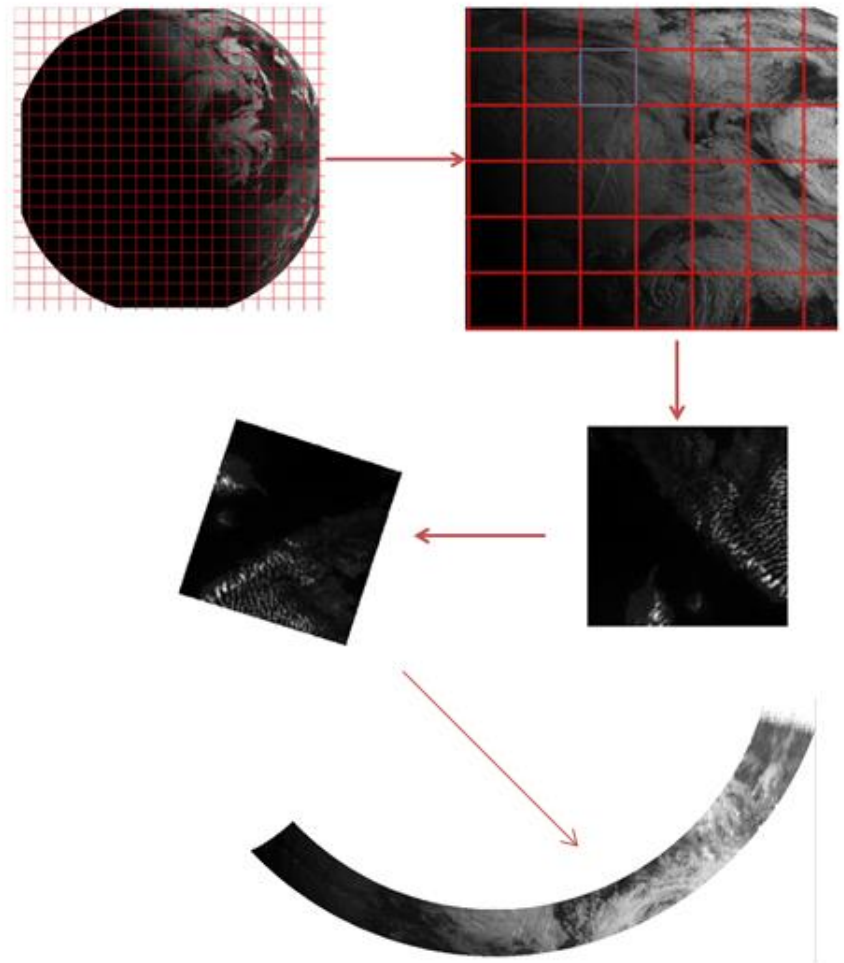
Из-за ограничения количества контрольных точек использовался тайловый подход к обработке.

Общая схема блочной обработки данных

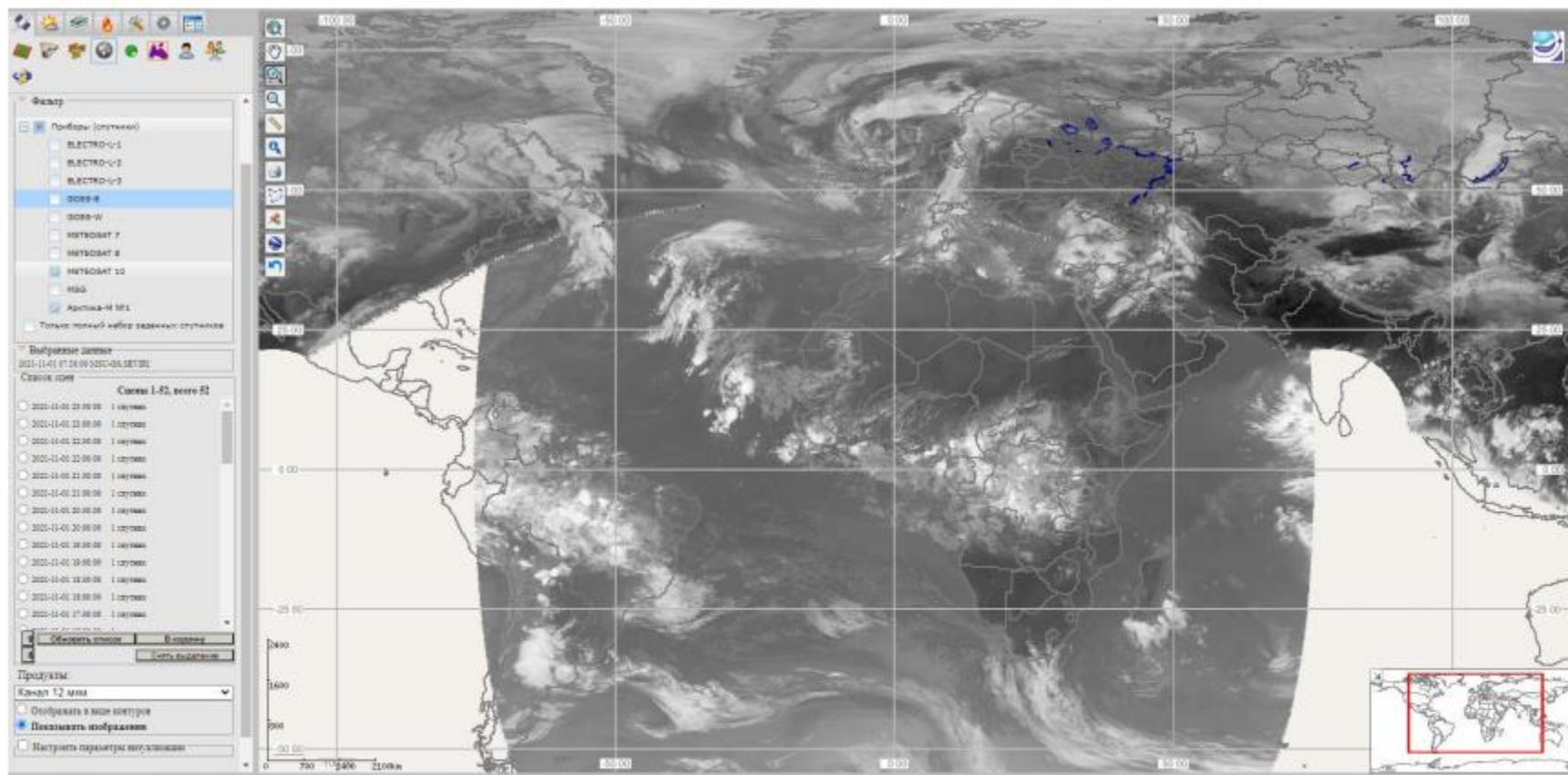


Привязка по блокам изображения

- задается размер тайла N . Матрица изображения нарезается на тайлы размера $N \times N$.
- задается шаг S для привязки данных.
- для каждого тайла выполняется процедура привязки.
- с шагом S для каждой точки матрицы тайлового изображения, для которой определена широта и долгота, происходит трансформация координат из проекции LatLong в стереографическую проекцию.
- для каждого тайла сохраняется матрица изображения, выполняется привязка контрольных точек, после чего выполняется процедура `gdalwarp`.
- после получения всех блоков, создается мозаика изображения

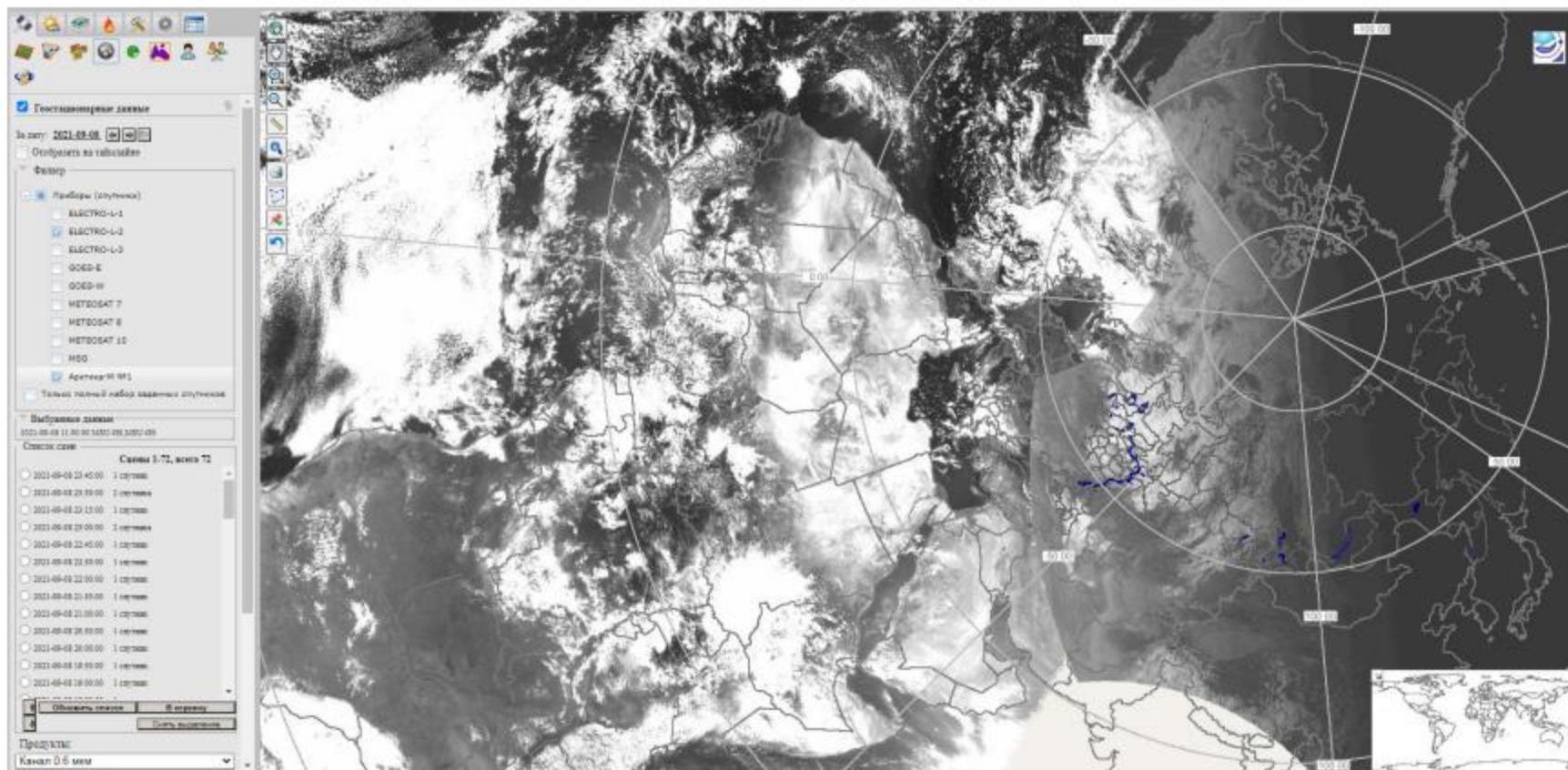


Работа с данными



Динамический композит по данным Meteosat и «Арктика-М»,
канал 11 мкм., 01.11.2021, 07:30:00 UTC

Работа с данными



Динамический композит по данным группировок «Электро-Л» и «Арктика-М»,
канал 0,6 мкм., 28.09.2021, 11:00:00 UTC

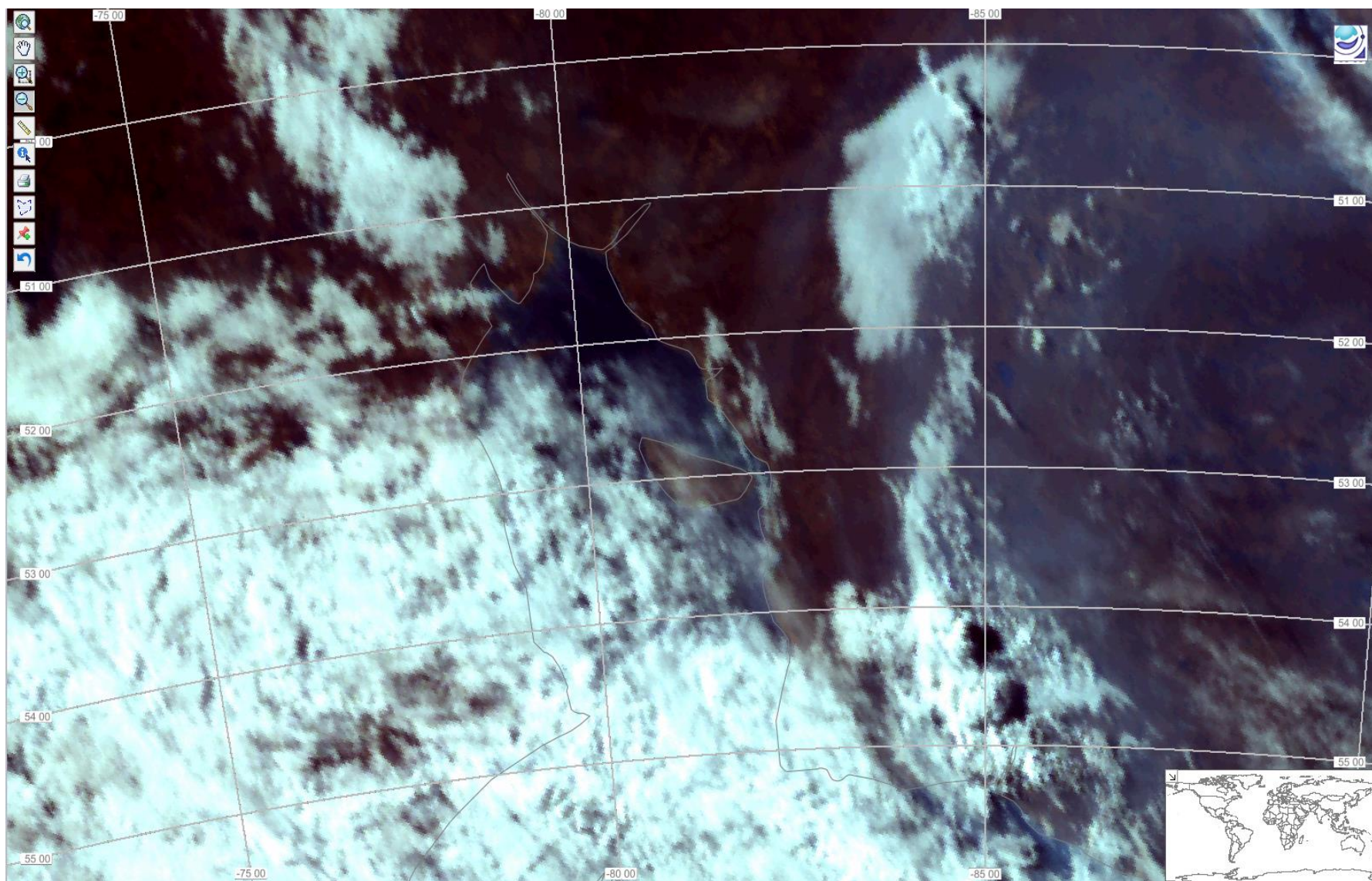
Недостатки блочного метода привязки

1. Сложность разработки ПО для комплекса обработки данных.
2. Лишние операции при обработке изображения.
3. Скорость работы. Чем больше тайлов, тем точнее привязка, но медленнее скорость работы потока.
4. Специфика реализация драйвера GDAL для многопоточных программ.

Привязка с помощью библиотек gdal-python

Для оптимизации потоковой обработки найдено другое решение, на основе библиотек **GDAL** и **SatPy/PyResample** на базе Proj8, разработанных на языке Python. Таким образом, для решения поставленной задачи, создается массив точек в стереографической проекции с помощью GDAL, определяются параметры результирующей проекции и вместе с исходным растровым изображением передаются в функцию библиотеки SatPy. Такой способ обеспечивает оптимальную скорость работы с точной привязкой данных.

Привязка с помощью библиотек gdal-python



Результаты

В результате выполнения этой работы была обеспечена организация полноценной работы с данными КА «Арктика-М» №1 в рамках ОСД «НИЦ «Планета » для получения как статических, так и анимационных информационных продуктов, в том числе по запросу, а также их использованию с инструментами онлайн-анализа и обработки в составе ОСД.

Работа выполнена при поддержке темы «Мониторинг» (госрегистрация № 122042500031-8) с использованием возможностей центра коллективного пользования ЦКП «ИКИ-Мониторинг» [1].

Спасибо за внимание!

