



Оптимизация способа детектирования облачности глубокой конвекции по данным МИСЗ и COSMO-Ru

Шишов А.Е.,
Горлач И.А.,
Гидрометцентр России

XXI Конференция “Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса”
Москва, 13-17 ноября 2023 г.

Система Мониторинга Облачности Глубокой Конвекции

Функционал

Цель - интерактивная визуализация для научных и практических задач

Проводится:

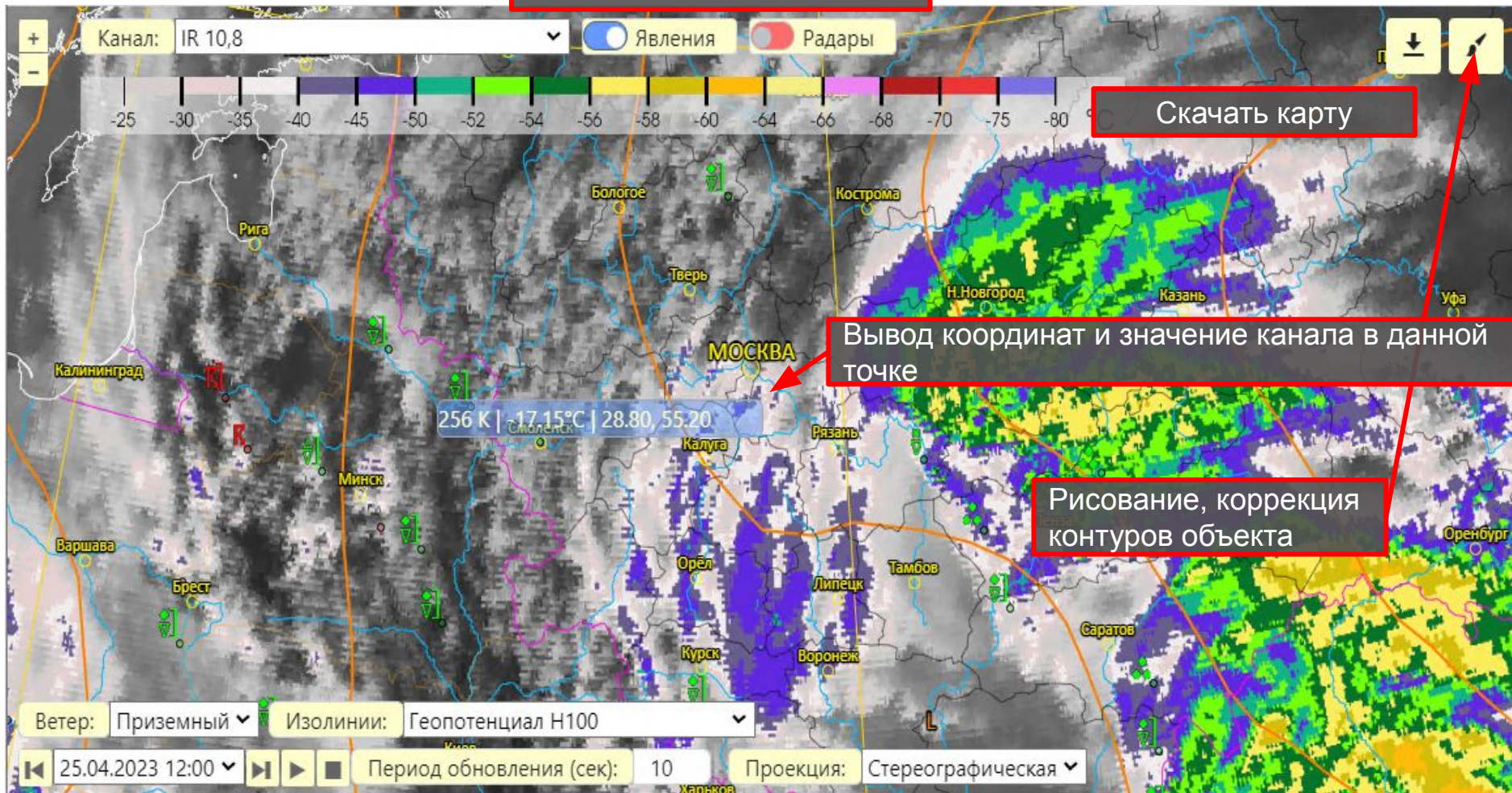
- 1. Распознавание облачности глубокой конвекции (ОГК) по данным:**
 - a. Спутниковых измерений;**
 - b. Численного-прогноза погоды (ЧПП)**
 - c. Статистических методов обработки с применением машинного обучения**
- 2. Оценка векторов смещения ОГК;**
- 3. Построение интерактивных карт на основе интеграции данных:**
 - a. Спутниковых измерений разных МИСЗ;**
 - b. Радарных измерений;**
 - c. Синоптических наблюдений;**
 - d. Численного-прогноза погоды (ЧПП)**

Система Мониторинга Облачности Глубокой Конвекции

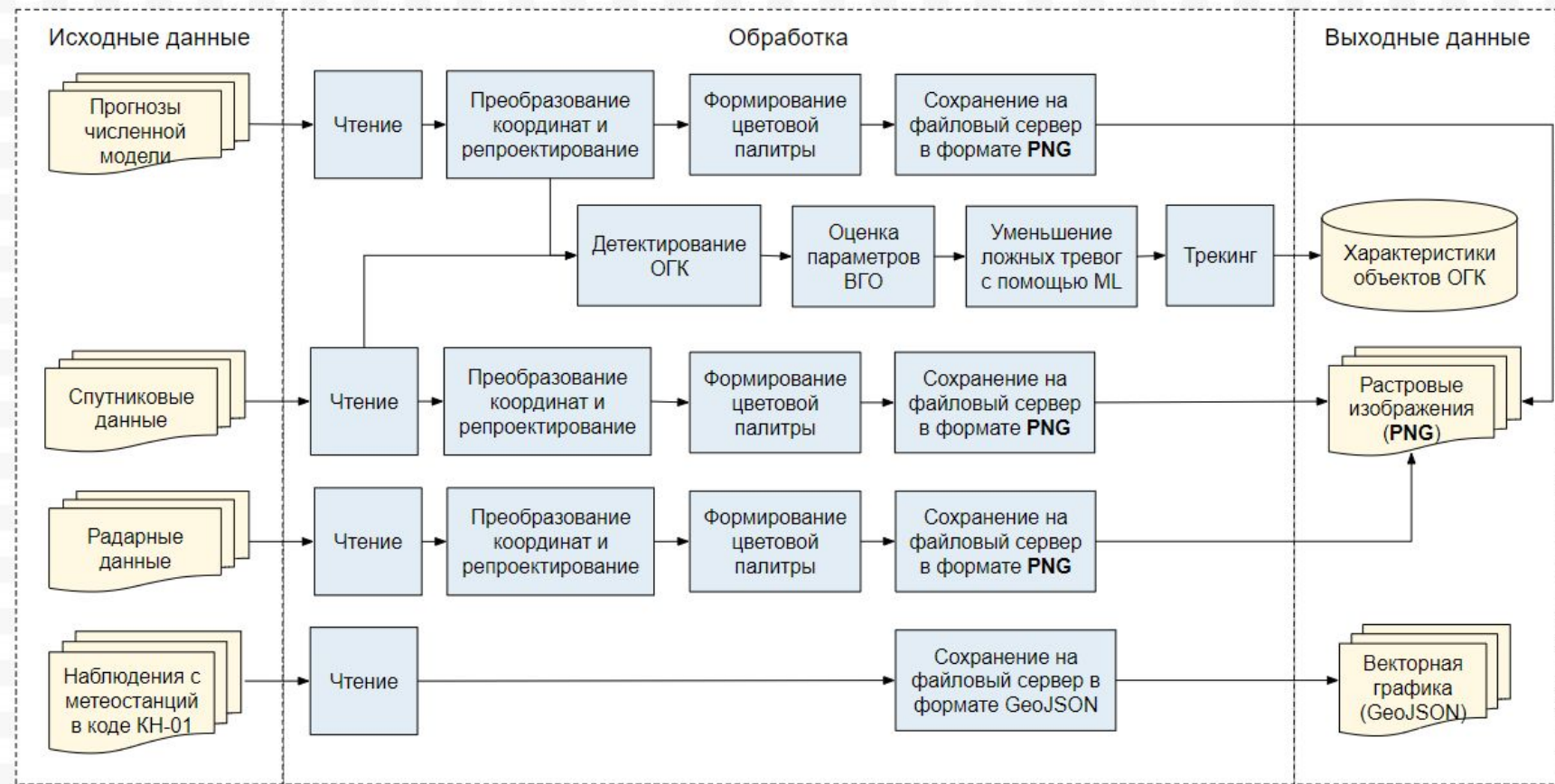
Основа визуализации - веб-интерфейс Возможности

1. Представление информации в разных проекциях (геопривязка)
 - a. **Геостационарных и полярно-орбитального МИСЗ (Арктика –М)**
 - b. **Основных выходных полей численного-прогноза погоды:**
 - c. **Синоптических наблюдений наземных станций (значки явлений);**
 - d. **Максимальной радарной отражаемости (перепроектирование);**
 - e. **Результатов детектирования ОГК (контуры ОГК, векторы смещения).**
2. Анимация (навигация по срокам).
3. **Вывод на экран комплекса измеренных параметров в каждой точки карты.**
4. Сохранение выбранной конфигурации карты в графическом формате.
5. Рисование контуров ОГК и фиксирование результатов для экспертной оценки и коррекции алгоритма детектирования ОГК.

Веб-интерфейс СМОГК



СМОГК - Обработка в 2022 году



Источники исходных данных

Спутники

1. Meteosat 9
2. Meteosat 10
3. Meteosat 11
4. Himawari 8
5. Арктика-М (NEW 2023)
6. Электро-Л №2 (NEW 2023)
7. Электро-Л №3 (NEW 2023)
8. Электро-Л №4 (NEW 2023)

Модели ЧПП

1. COSMO 6.6
2. ICON

Радары

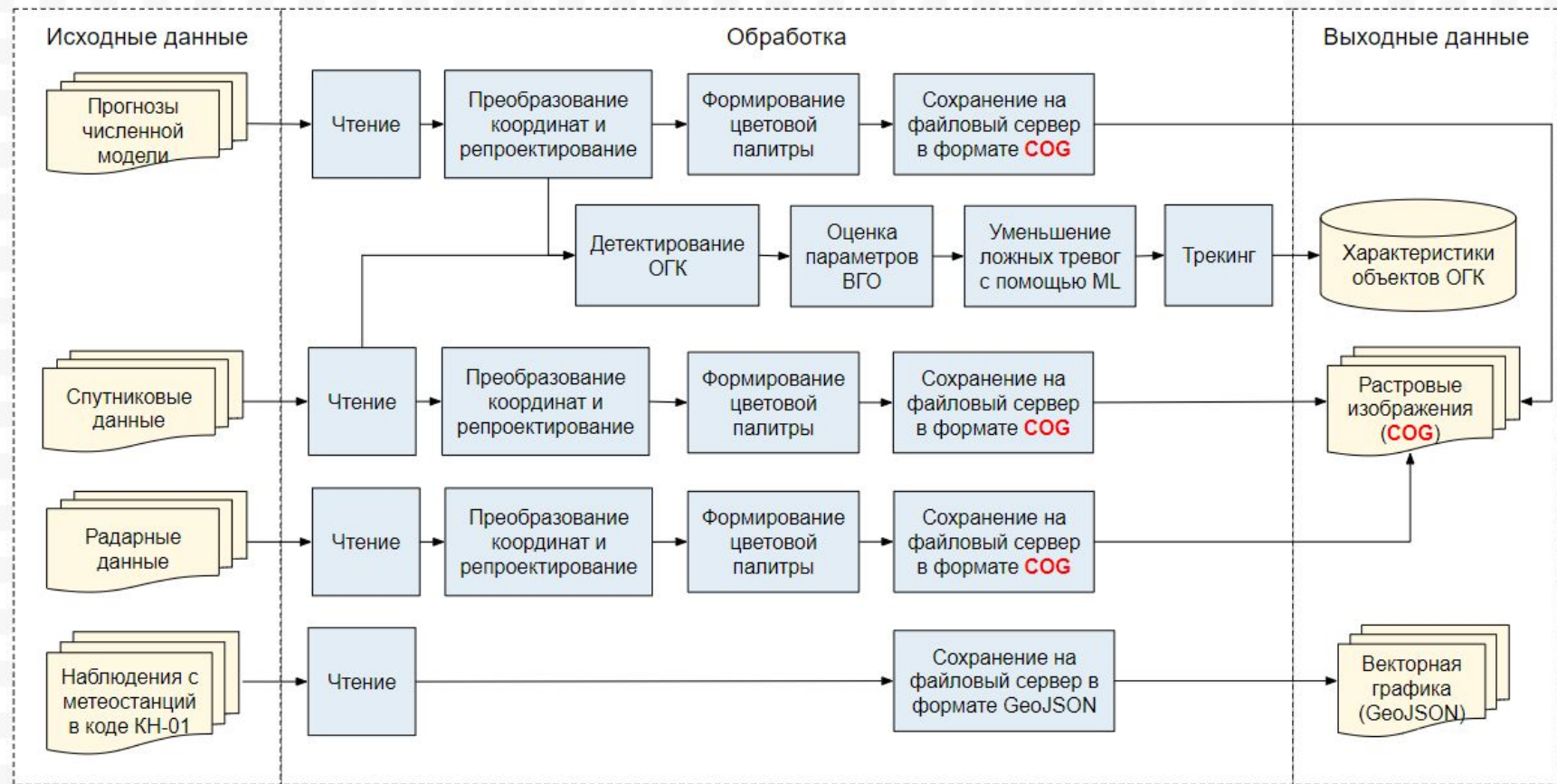
1. БД ДМРЛ-С

Наземные станции

1. Наблюдения в коде КН-01

Объём данных увеличился!!!!

СМОГК - Обработка в 2023 году



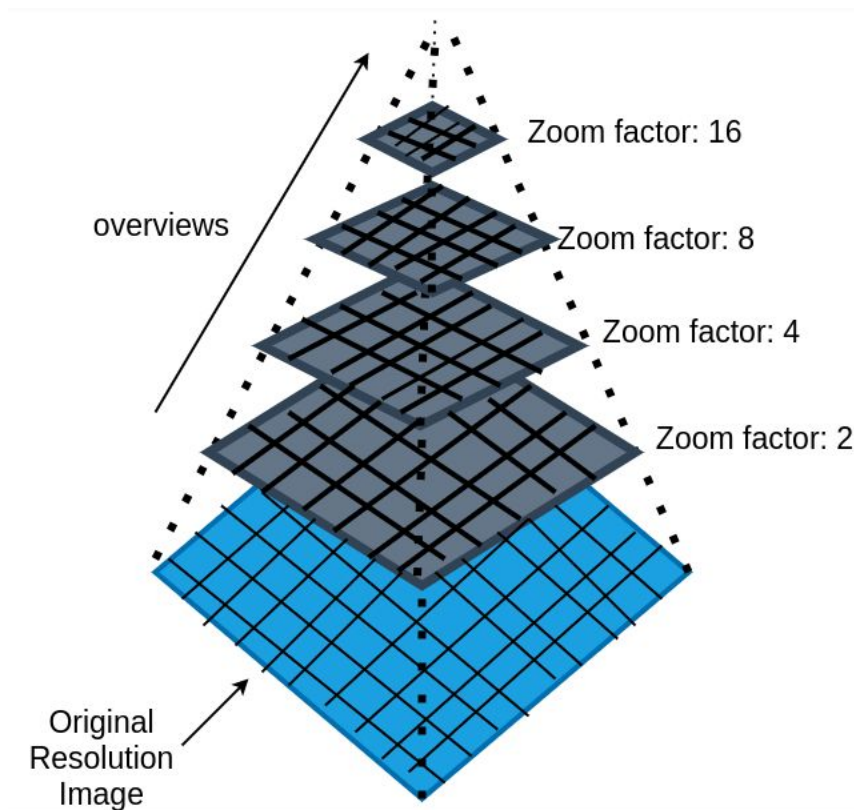
Cloud Optimized GeoTIFF

Реализация

- Библиотеки Python `cogeo`, `rasterio` для формирования файлов
- Библиотека JavaScript `OpenLayers` для визуализации в веб-интерфейсе

Особенности

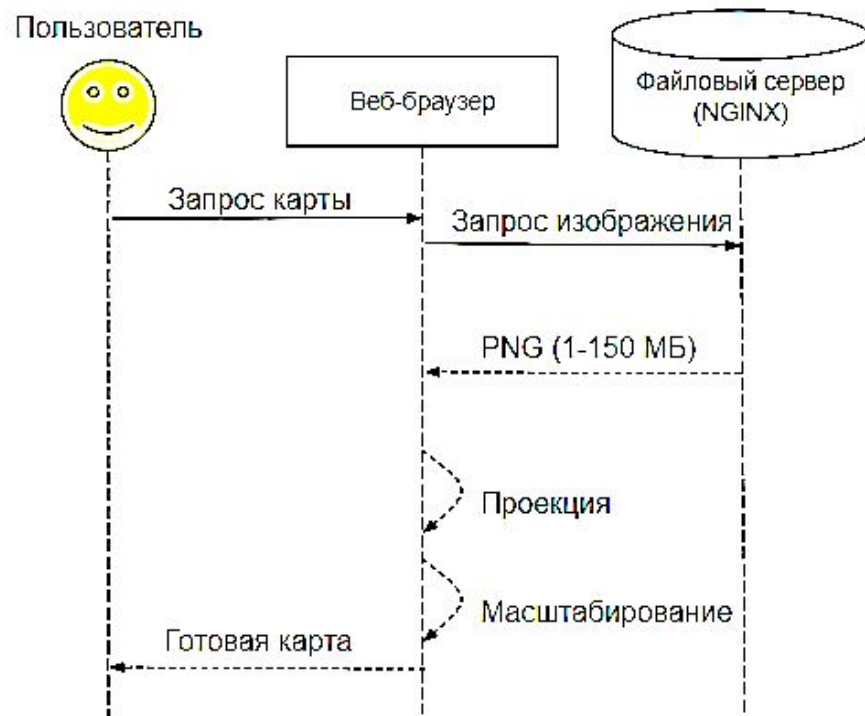
1. Хранение изображения в виде “пирамиды”:
 - * в нескольких масштабах (overviews);
 - * Разбиение для каждого масштаба на фрагменты (tiles) по диапазонам долгот и широт.
2. Доступно чтение только нужного фрагмента (50 КБ - 2 МБ), а не всего файла (1-200 МБ).
3. Файл содержит геопривязку.



Принцип построения карт в веб-интерфейсе и реализация запроса пользователя для распечатки сформированной карты

Алгоритм

1. Запрос пользователя к веб-интерфейсу для визуализации и формирования фрагмента карты для распечатки
2. Веб-браузер пользователя отправляет запрос и загрузку целого изображения с файлового сервера.
3. Файловый сервер передаёт в веб-браузер запрашиваемый файл.
4. Веб-браузер проектирует и масштабирует изображение в соответствии с настройками карты.
5. Выводится на экран готовая карта с возможностью изменять масштаб и проекцию.



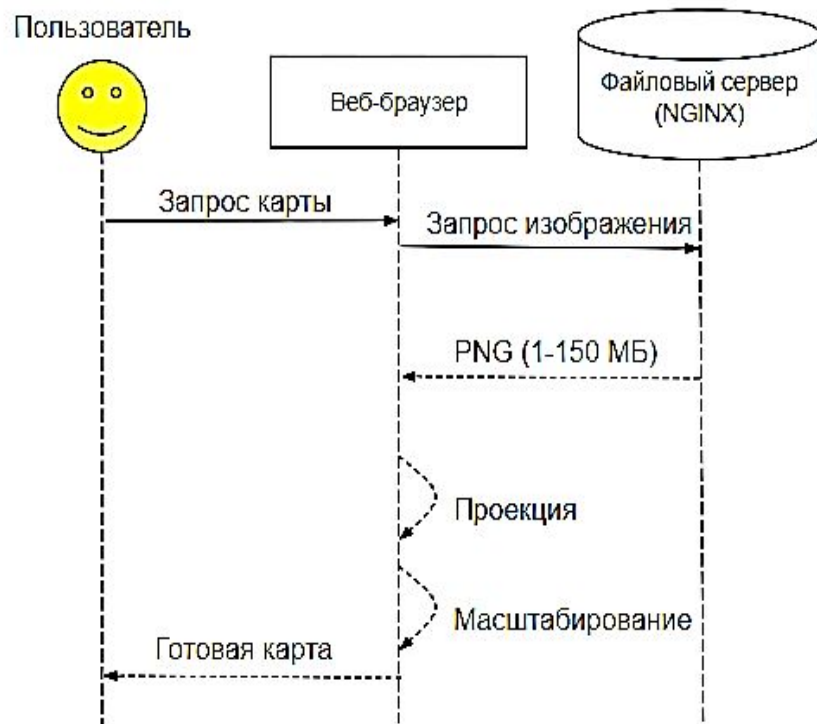
Результаты применения принципа построения карт в веб-интерфейсе и реализация запроса пользователя для распечатки сформированной карты

Преимущества

1. Простота реализации.

Недостатки

1. Большой размер файла (1–150 МБ в зависимости от разрешения данных) может привести к длительному ожиданию.
2. Проекция целого изображения может привести к длительному ожиданию.
3. Оперативной памяти ПК пользователя может не хватить для преобразования и визуализации изображения.

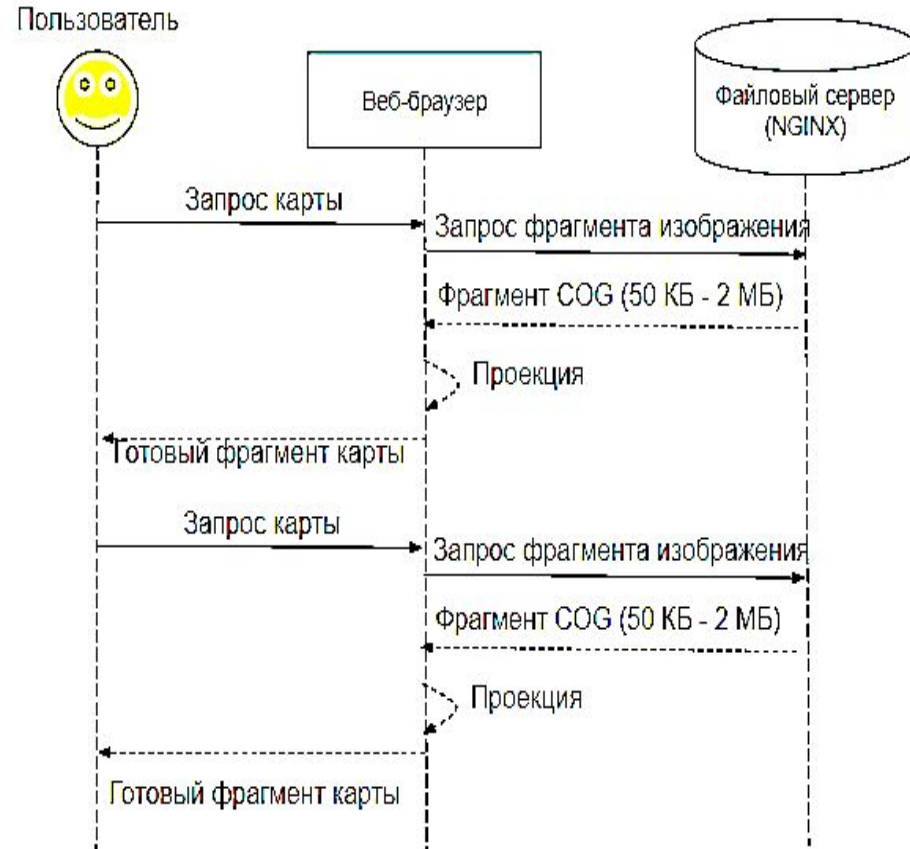


Алгоритм построения карт в веб-интерфейсе (**COG**)

Порядок запросов

Запрос пользователя к веб-интерфейсу для визуализации и формирования фрагмента карты для распечатки

1. Веб-браузер пользователя отправляет запрос на загрузку **фрагмента** изображения с файлового сервера.
2. Файловый сервер передаёт в веб-браузер **фрагмент** запрашиваемого файла.
3. Веб-браузер проецирует **фрагмент изображения** в соответствии с настройками карты.
4. Пользователю **предоставляется готовый фрагмент карты** с возможностью изменять масштаб и проекцию.
5. Повтор шага 2 для загрузки следующего фрагмента.



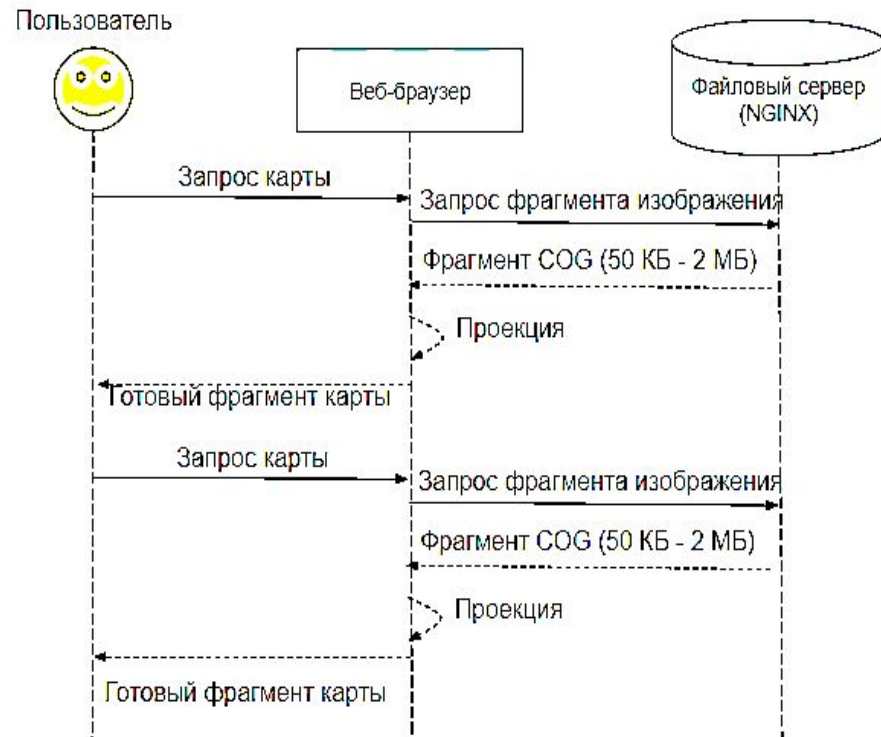
Результаты применения принципа построения карт в веб-интерфейсе и реализация запроса пользователя для распечатки фрагмента сформированной карты (COG)

Преимущества

1. **Высокая скорость построения карт, не нужно ждать загрузки всех составляющих.**
2. **Возможность быстро запрашивать с сервера небольшой фрагмент для оценки значения в выбранном пикселе.**

Недостатки

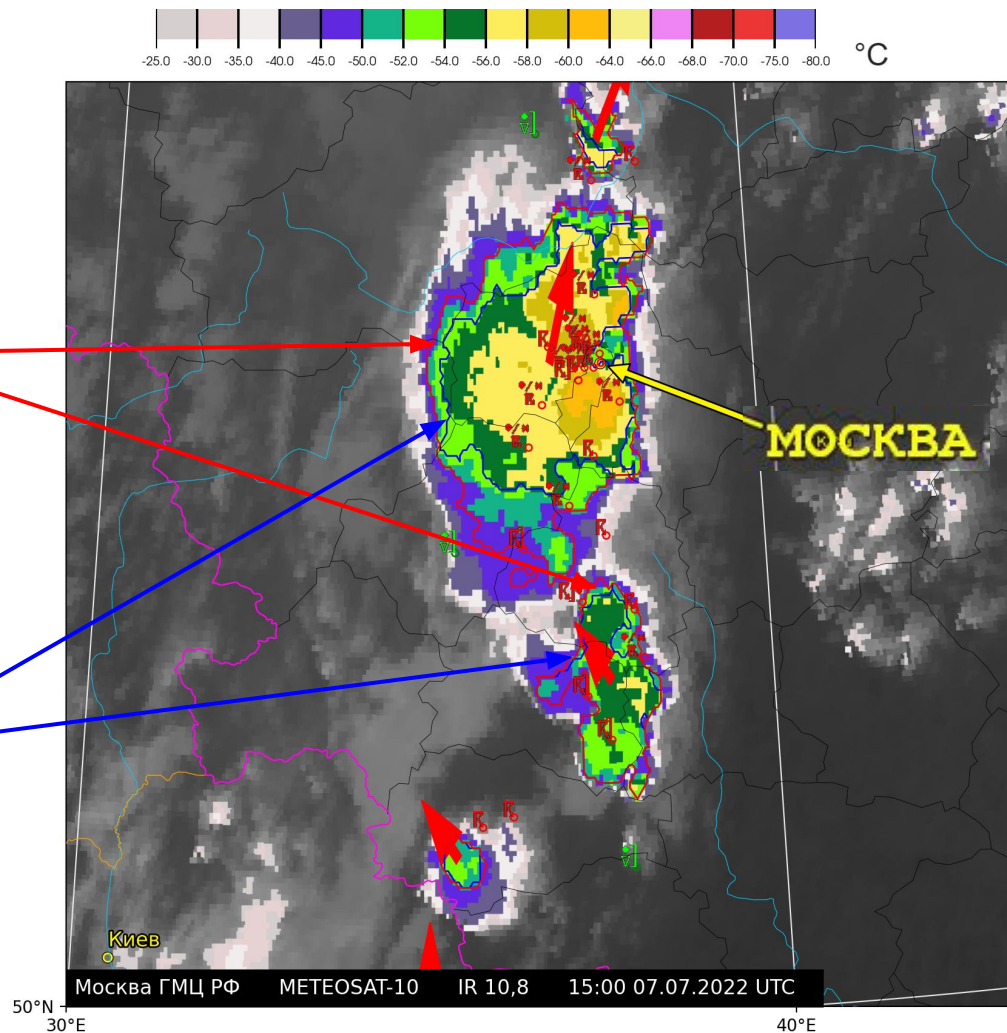
1. **Размер файла COG ещё больше (~в 1,5 раза) из-за хранения изображений разных масштабов.**
2. **Большое количество запросов к файловому серверу.**
3. **Необходимость использования специальных библиотек для записи и чтения файлов COG.**



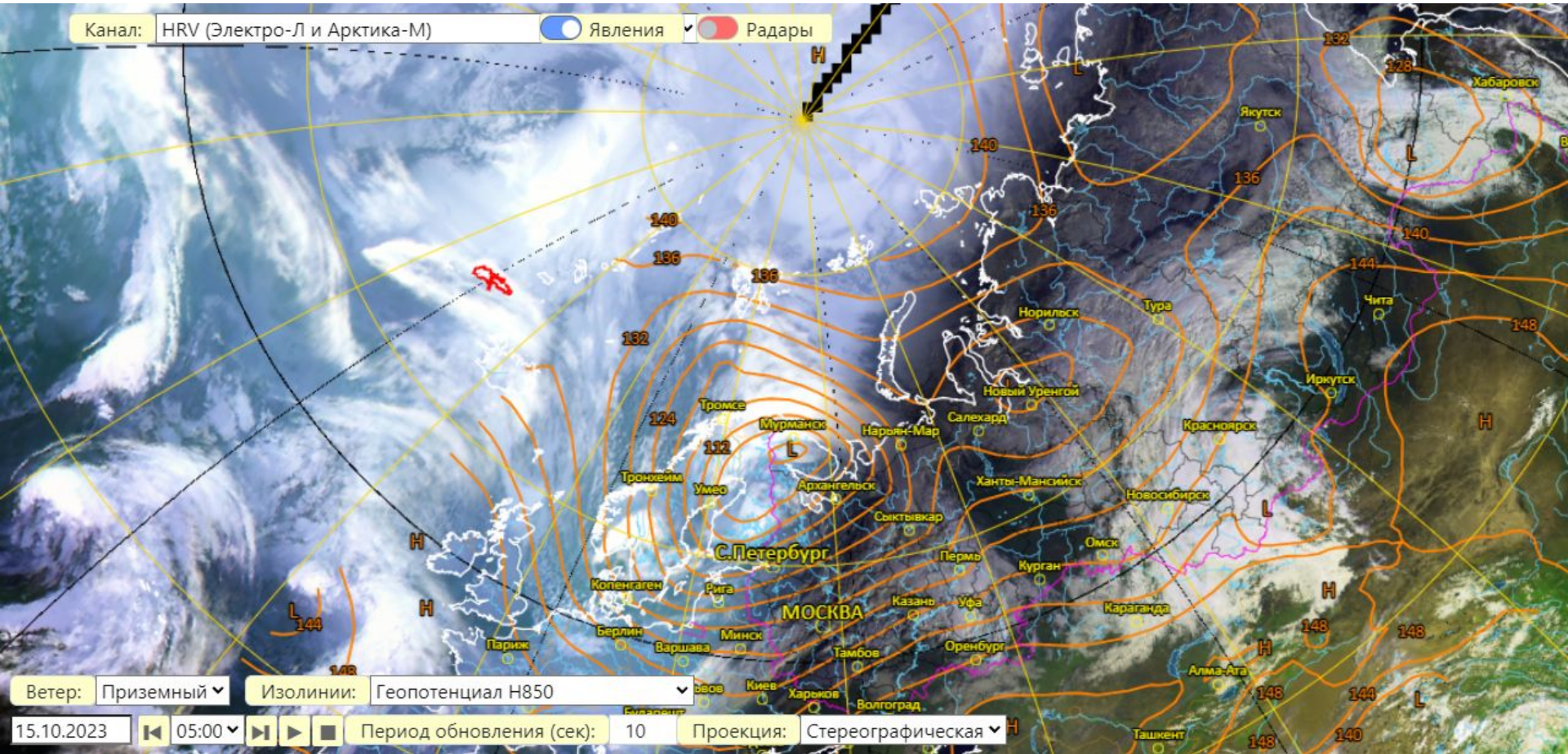
Пример визуализации результатов распознавания ОГК

Выделение красным контуром ОГК

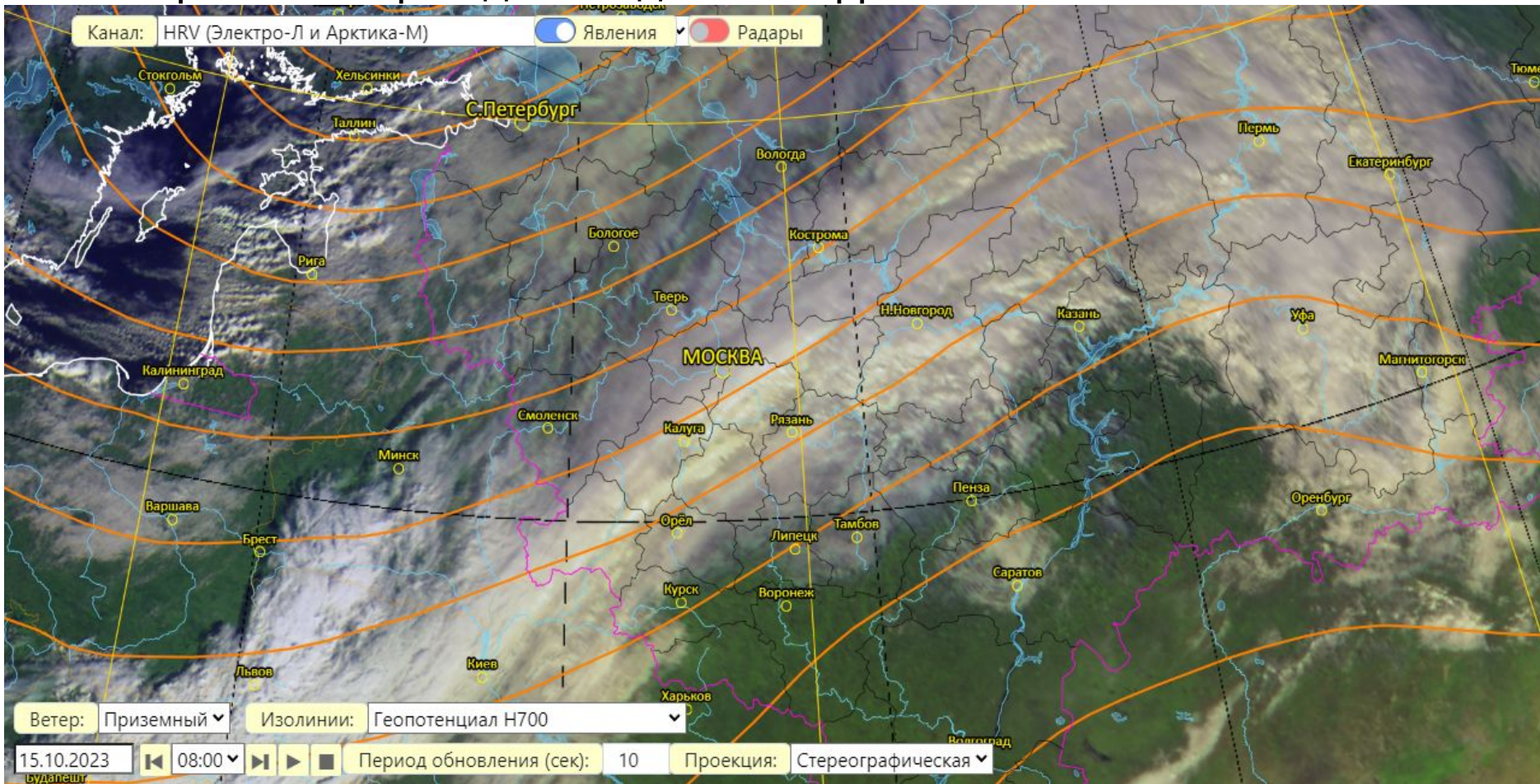
Выделение синим контуром областей возможного пробивания тропопаузы (где температура ВГО ниже температуры тропопаузы).
Исп. Модель COSMO-ru6



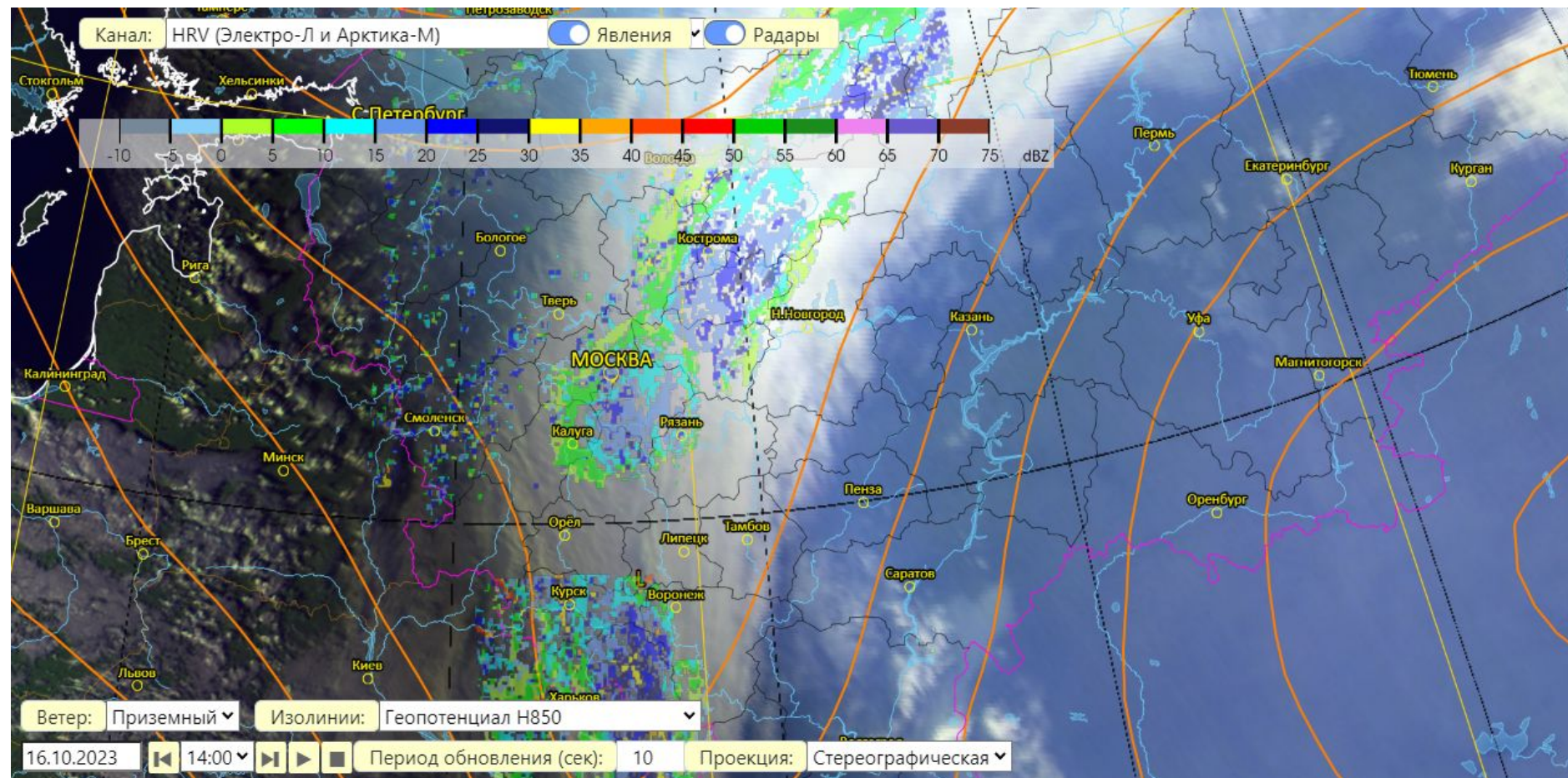
Фрагмент карты МИСЗ Арктика-М1 (ИК+ВИД)



Фрагмент карты для выделения фронтальной облачности



Пример комплексной карты на основе спутниковой и радарной информации



Выводы

1. Оптимизация алгоритма распознавания ОГК расширила перечень МИСЗ, включая российские. Соответственно необходимо было оптимизировать ввод и вывод интерфейса. Для визуализации больших объемов информации алгоритм дополнен применением данных в формате COG, который позволяет повысить скорость и качество предоставления GIS-информации при анализе и прогнозировании погоды, в первую очередь для мониторинга ОГК.
2. Большая пространственная и временная изменчивость ОГК требует, в первую очередь, более детального временного разрешения, что вероятно будет реально в случае доступа к данным нескольких геостационарных и высокоорбитальных МИСЗ.

Благодарим сотрудников ФГБУ «ЦАО», ФГБУ «НИЦ «Планета», за оперативное представление спутниковой информации геостационарных и полярно-орбитального МИСЗ для мониторинга и комплексных исследований процессов в атмосфере с целью повышения качества прогнозирования.

Спасибо за внимание!