

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРИУСТЬЕВОЙ ЧАСТИ ДУНАЯ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ

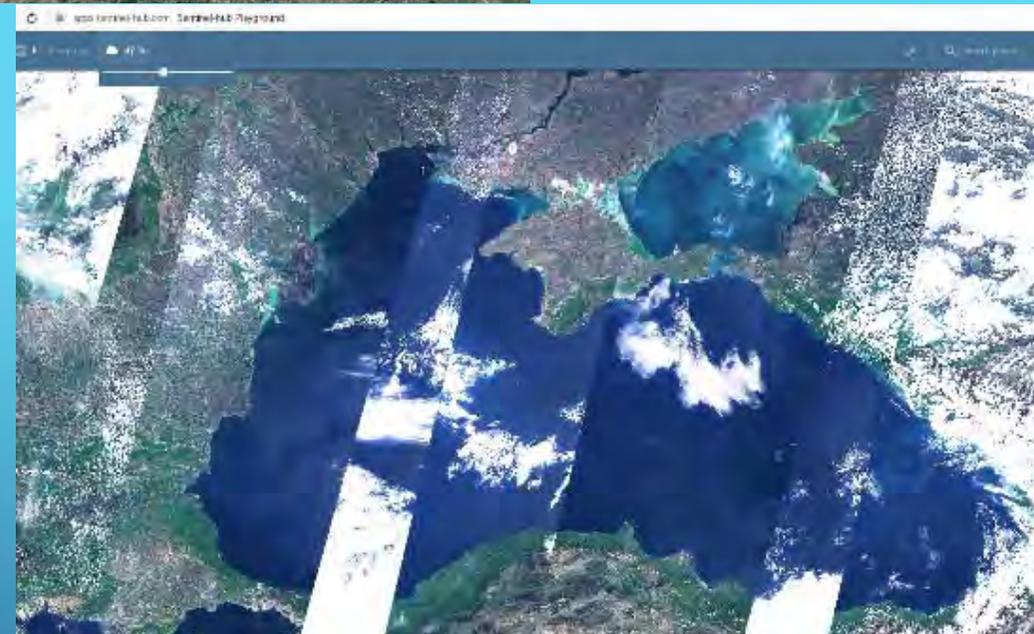
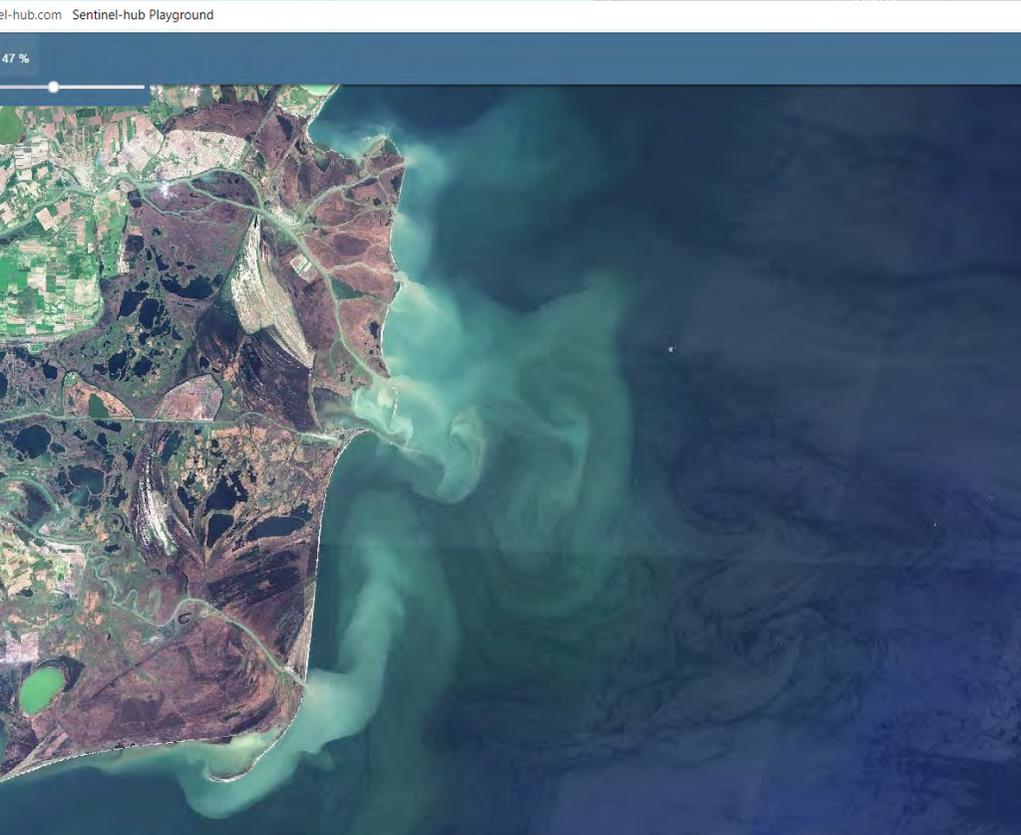
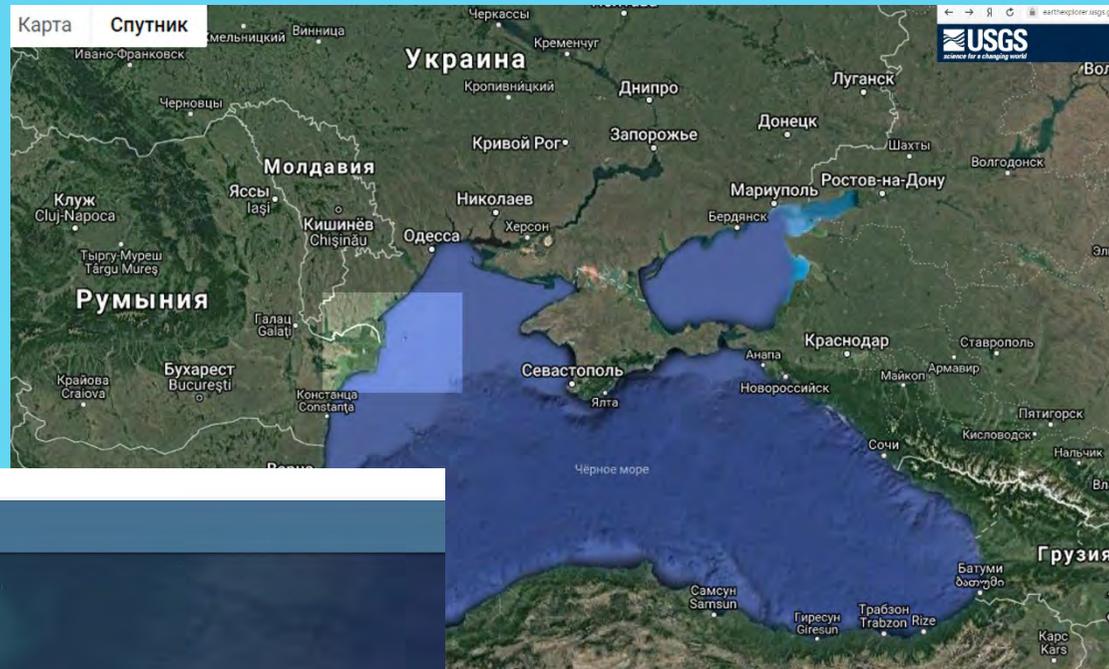
ОДМИ ФГБУН МГИ РАН

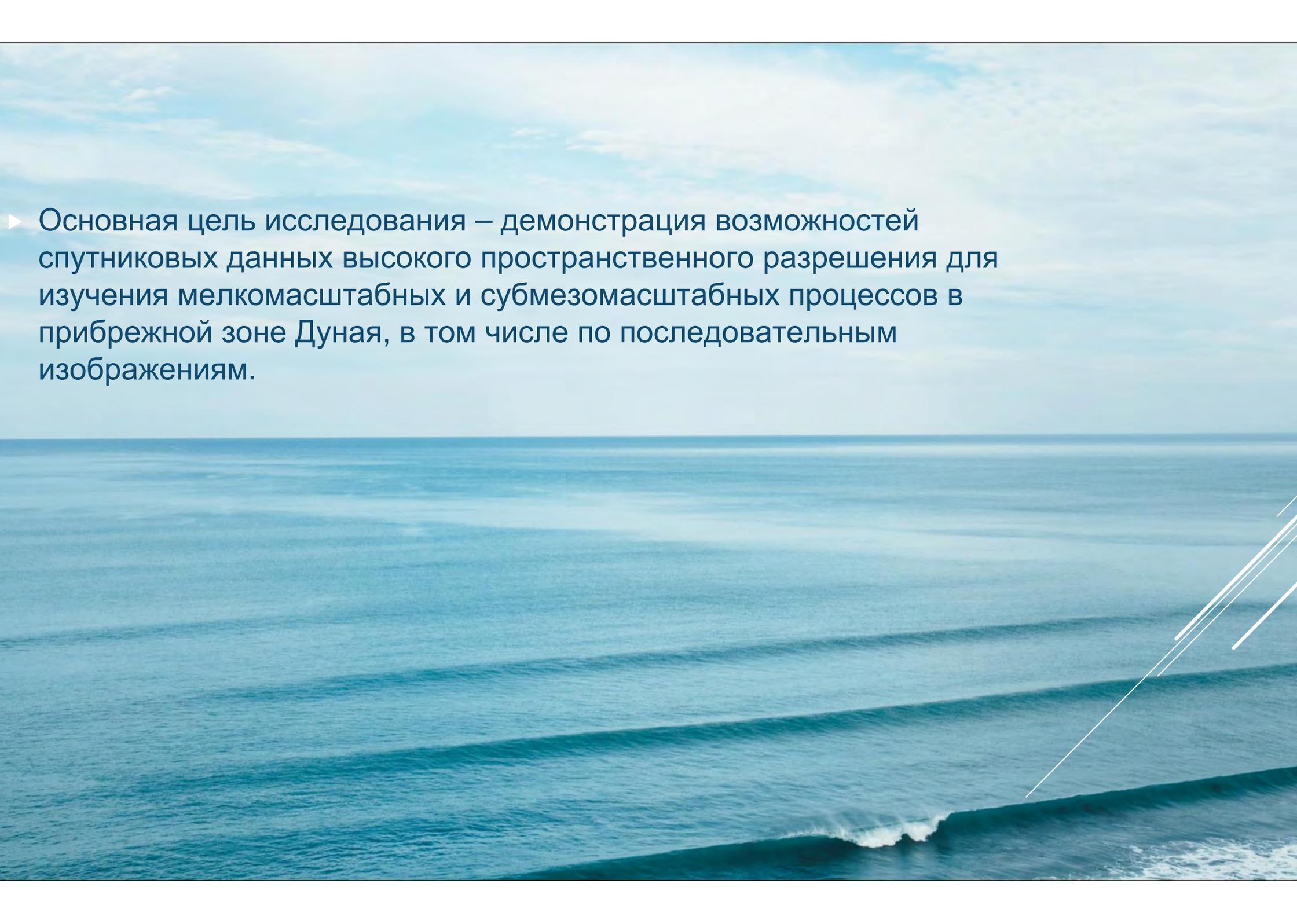
Докладчик:

Михайличенко Т. В.

Исследуемый район

Климатическая Черного моря
устье реки Дунай



An aerial photograph of the ocean with a wave in the foreground. The water is a deep blue-green color. In the upper right corner, there is a white satellite data visualization overlay consisting of several parallel lines and a central point, suggesting a satellite's path or a specific data point. The sky is a pale blue with some light clouds.

Основная цель исследования – демонстрация возможностей спутниковых данных высокого пространственного разрешения для изучения мелкомасштабных и субмезомасштабных процессов в прибрежной зоне Дуная, в том числе по последовательным изображениям.

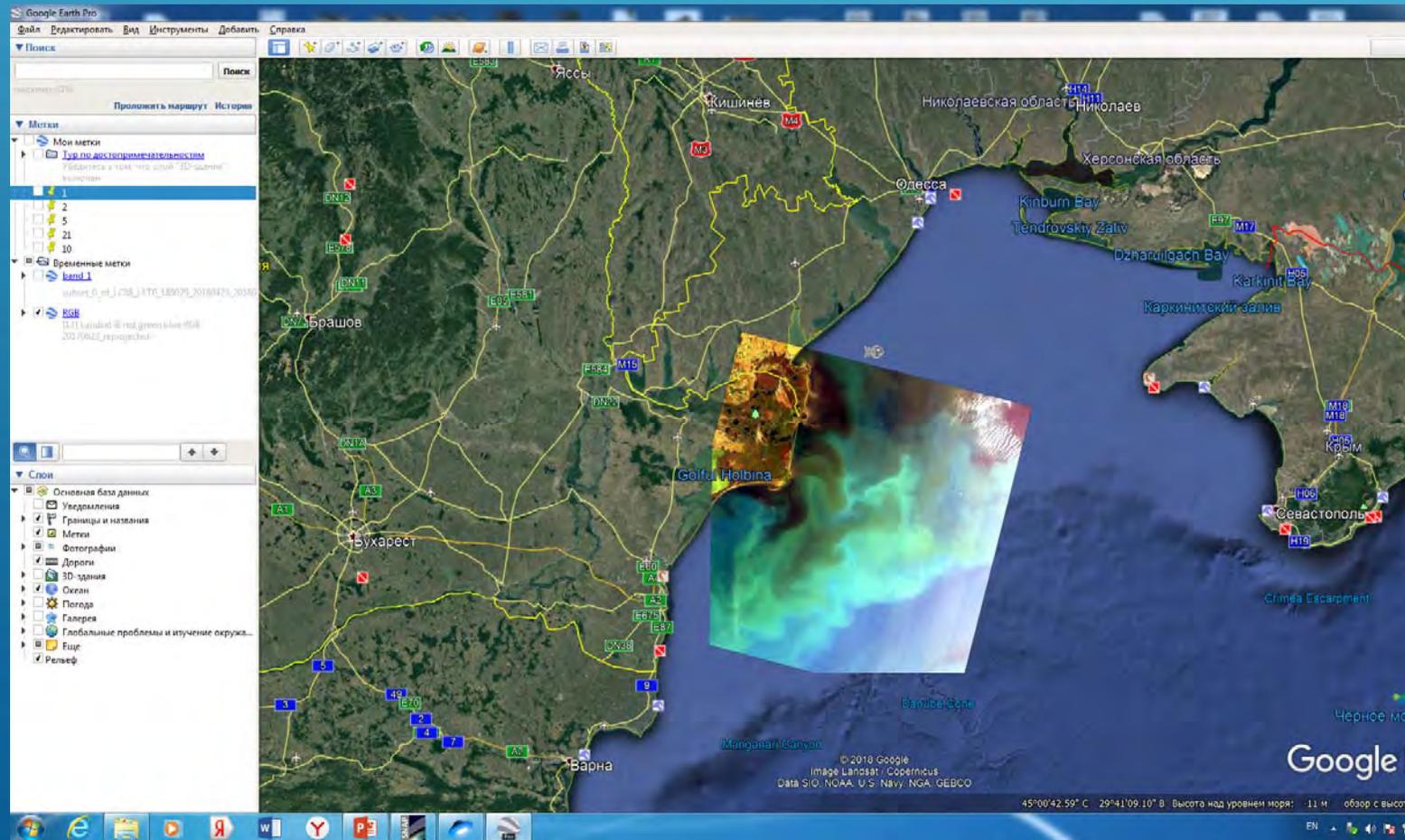
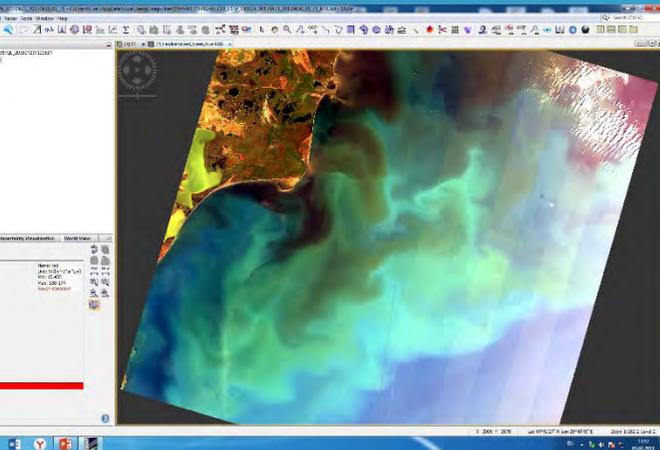
Данные следующих сенсоров,
Используемые в исследовании

```
graph TD; A[Данные следующих сенсоров, Используемые в исследовании] --- B[MSI Sentinel-2]; A --- C[Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level 1];
```

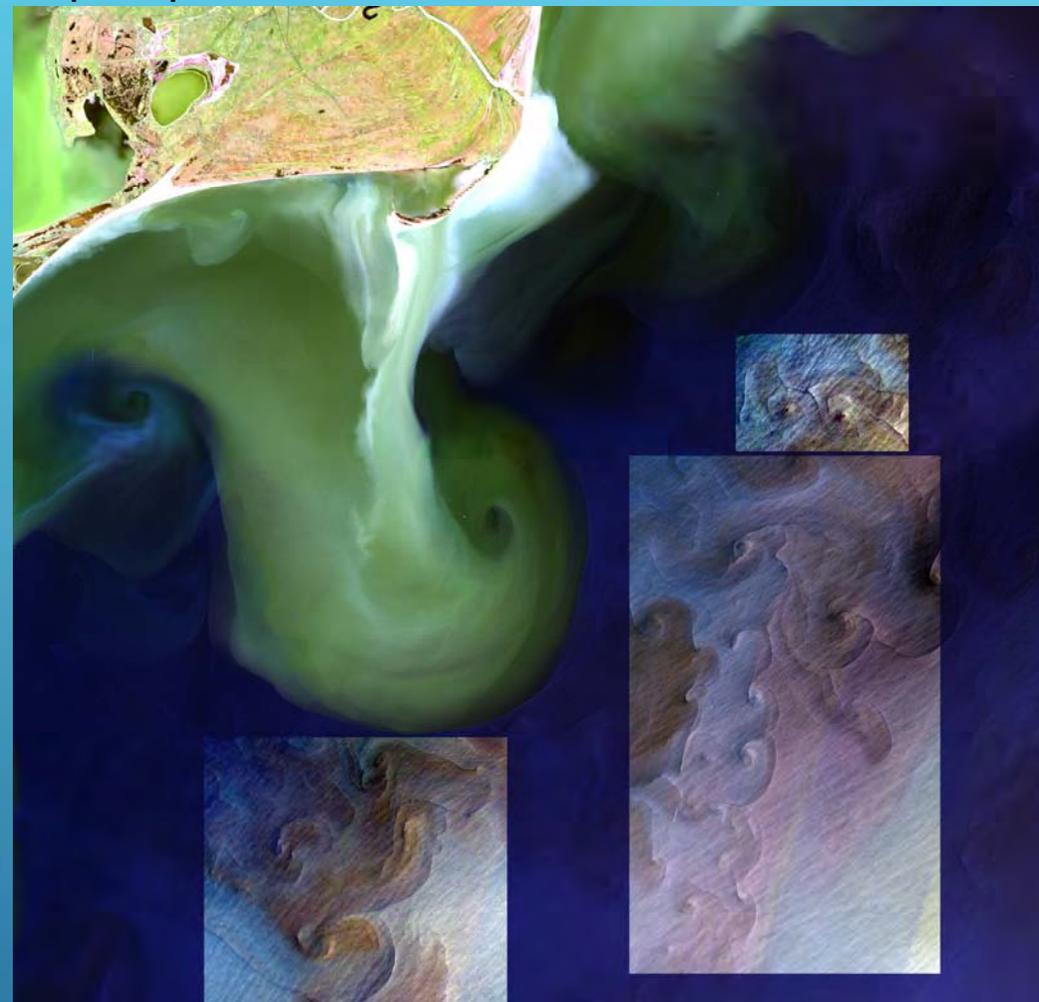
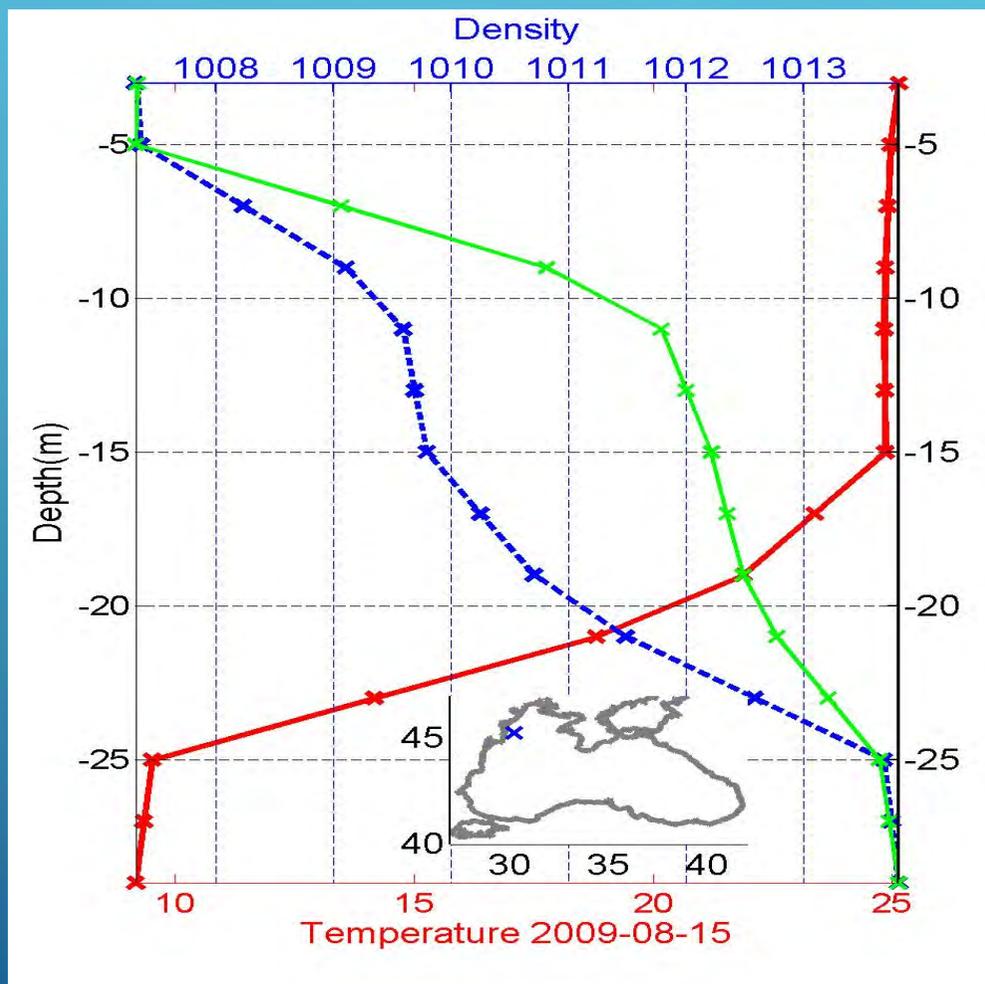
MSI Sentinel-2

Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level 1

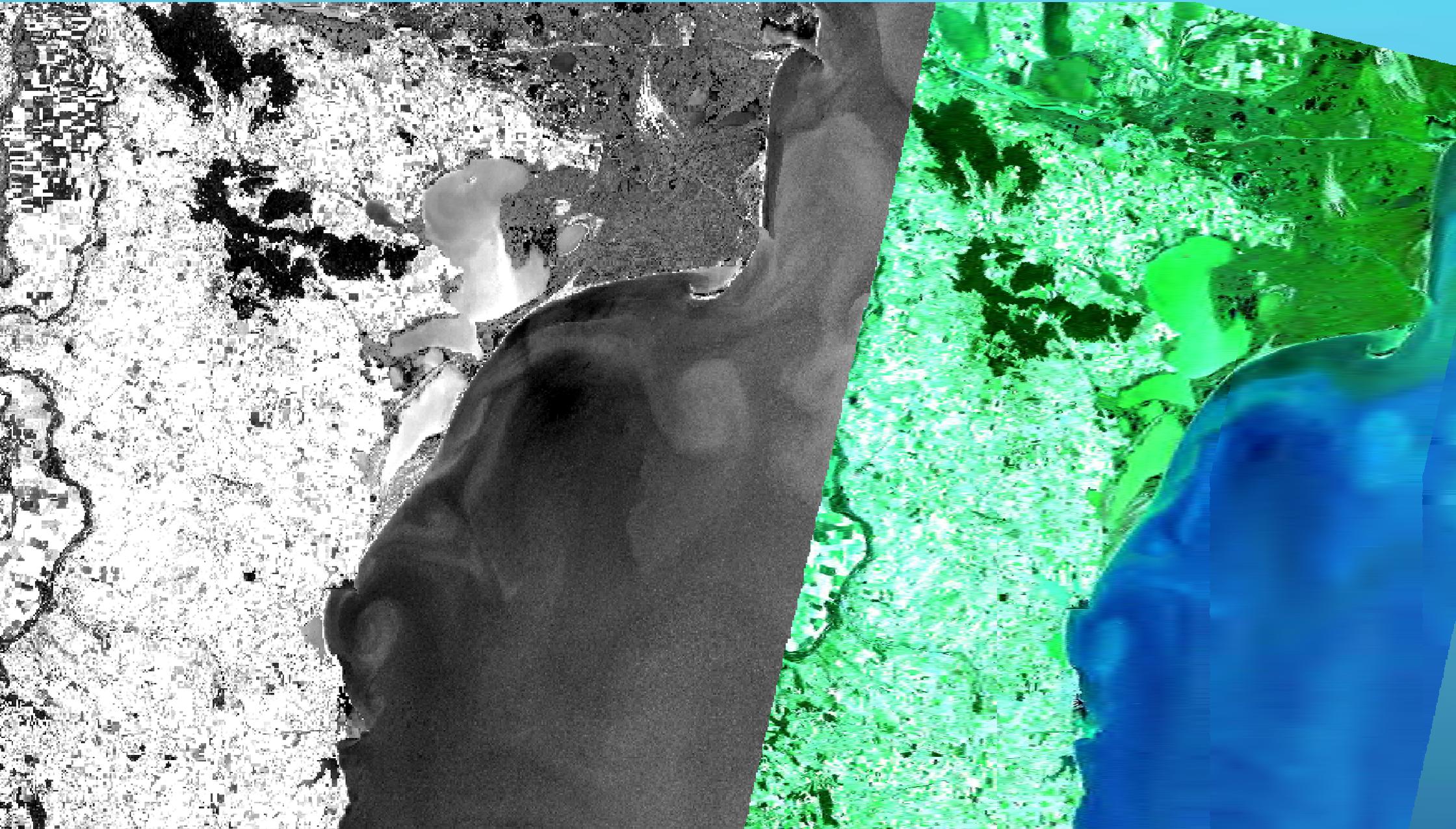
Обработка снимков проводилась в программе SNAP, далее изображение конвертировалось в KMZ файл и импортировалось в программу Google Earth Pro.

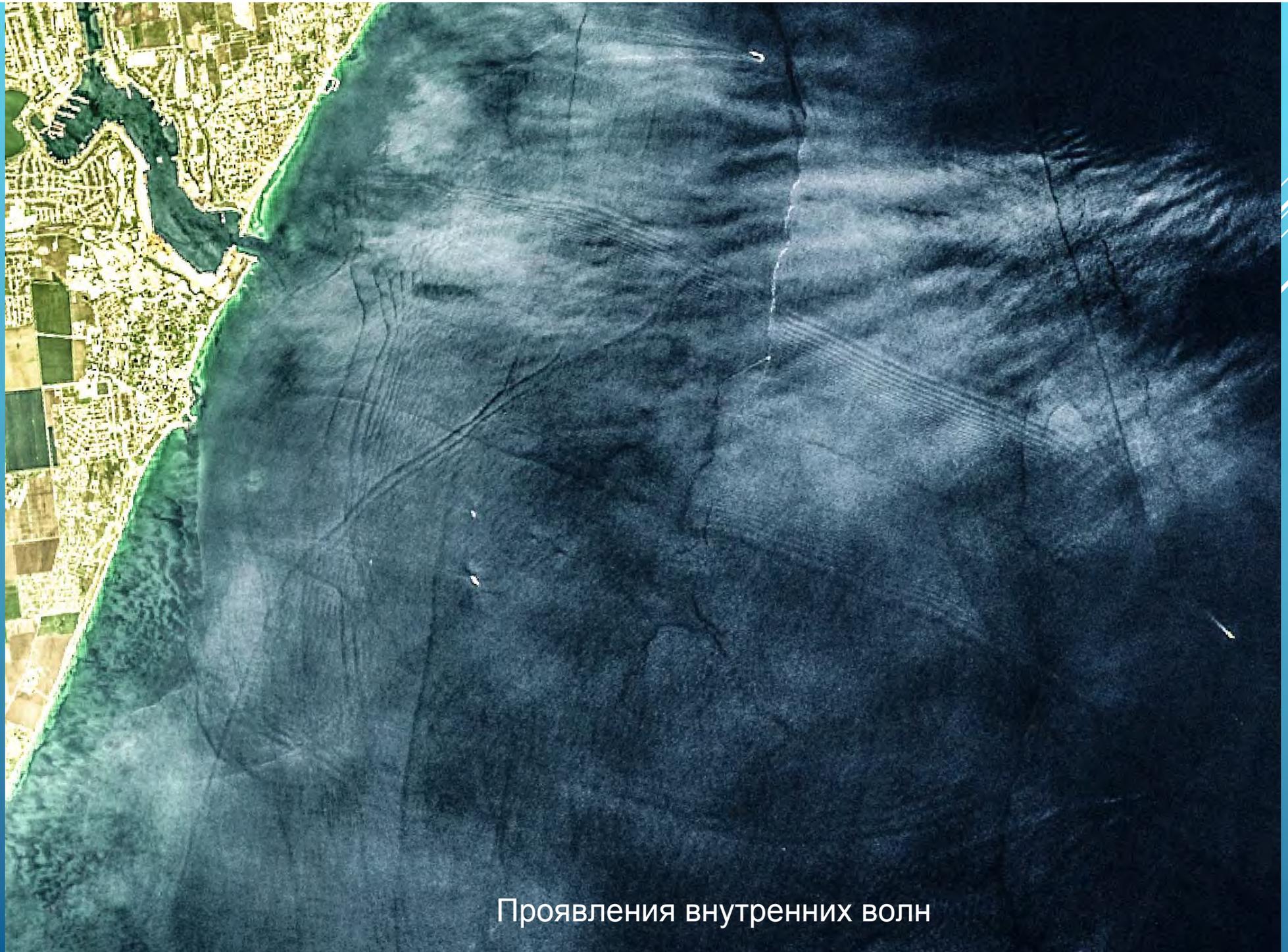


Приустьевая акватория Дуная представляет собой сложную с точки зрения гидрологии область, где происходит распространение и перемешивание пресных речных вод с морскими. В ряде случаев в исследуемом районе образуется трёхслойная структура с верхним галоклином. Этот факт вызывает образование различного рода динамических структур в широком диапазоне пространственных масштабов и различной временной изменчивостью.

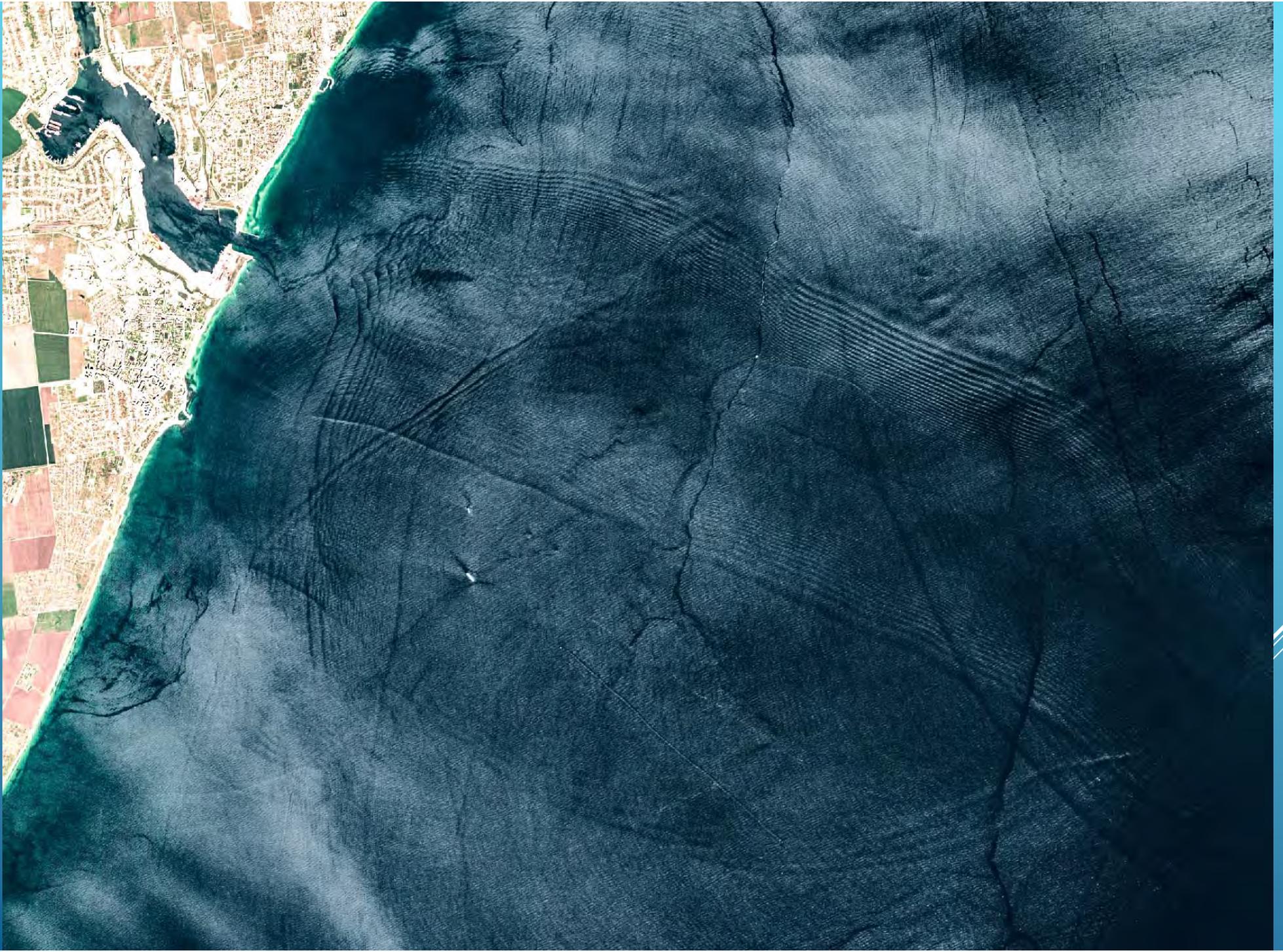


Субмезомасштабные вихревые структуры





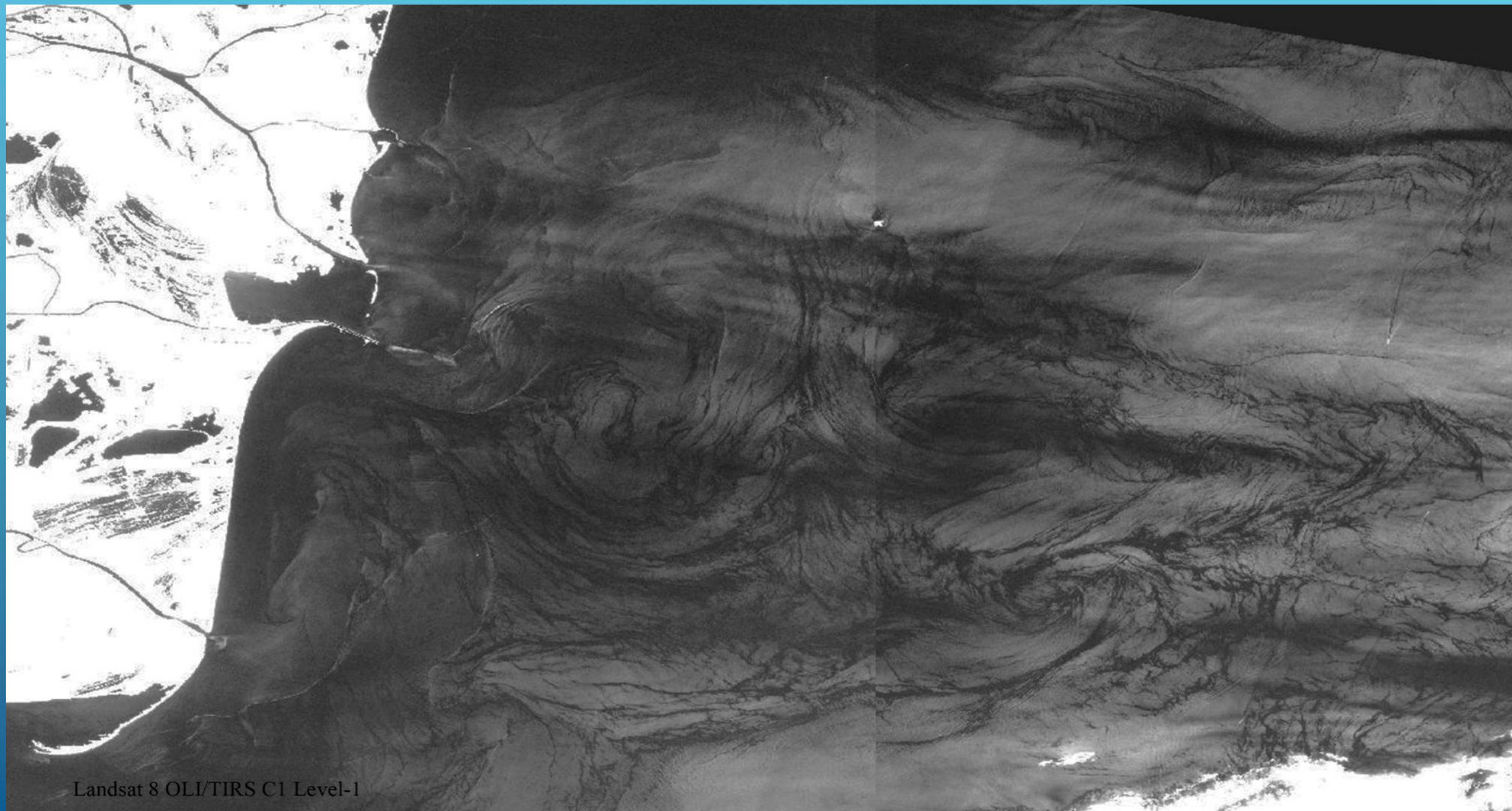
Проявления внутренних волн



Снимок Landsat 8 за 23 апреля 2018 год

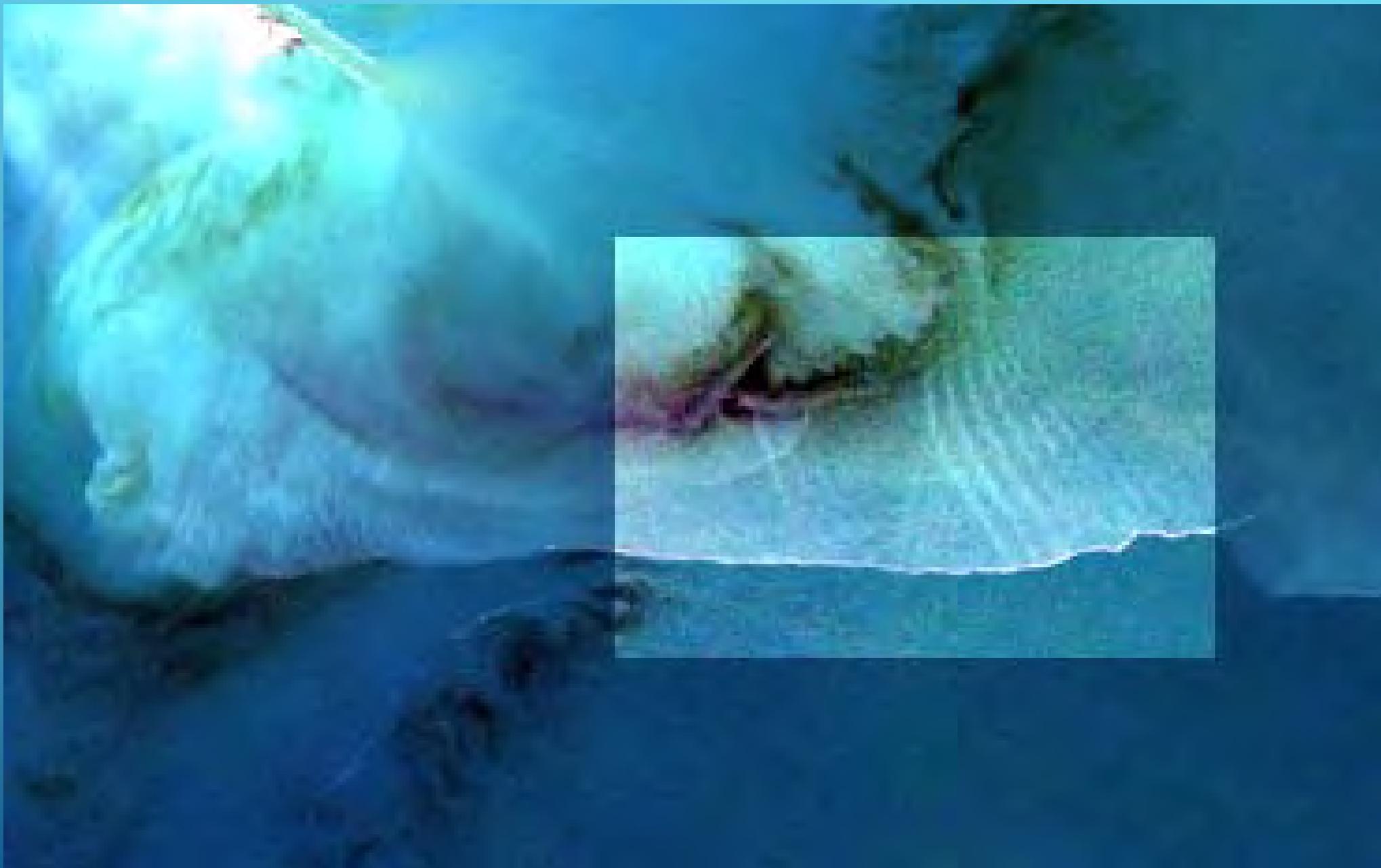
Проявления динамических структур в изменении отражательных характеристик морской поверхности (шероховатость, слики), оптических свойств восходящего излучения (взвесь),
термических характеристик.

Слики в области конвергенции



Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1

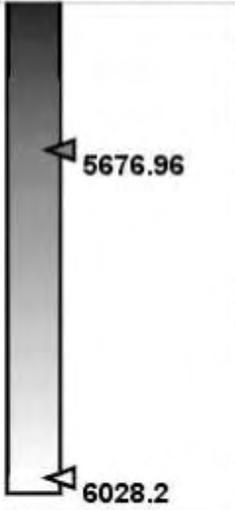
Проявление внутренних волн в плюме за счёт концентрации примеси.



Новая карта

Здесь можно добавить описание.

Обозначения



Google Earth

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

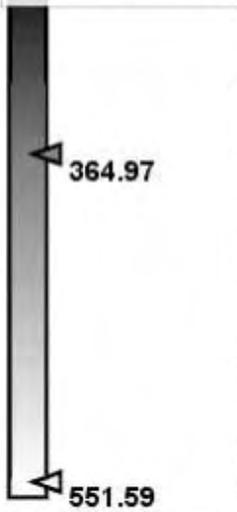
© 2018 Google



Новая карта

Здесь можно добавить описание.

Обозначения



Google Earth

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

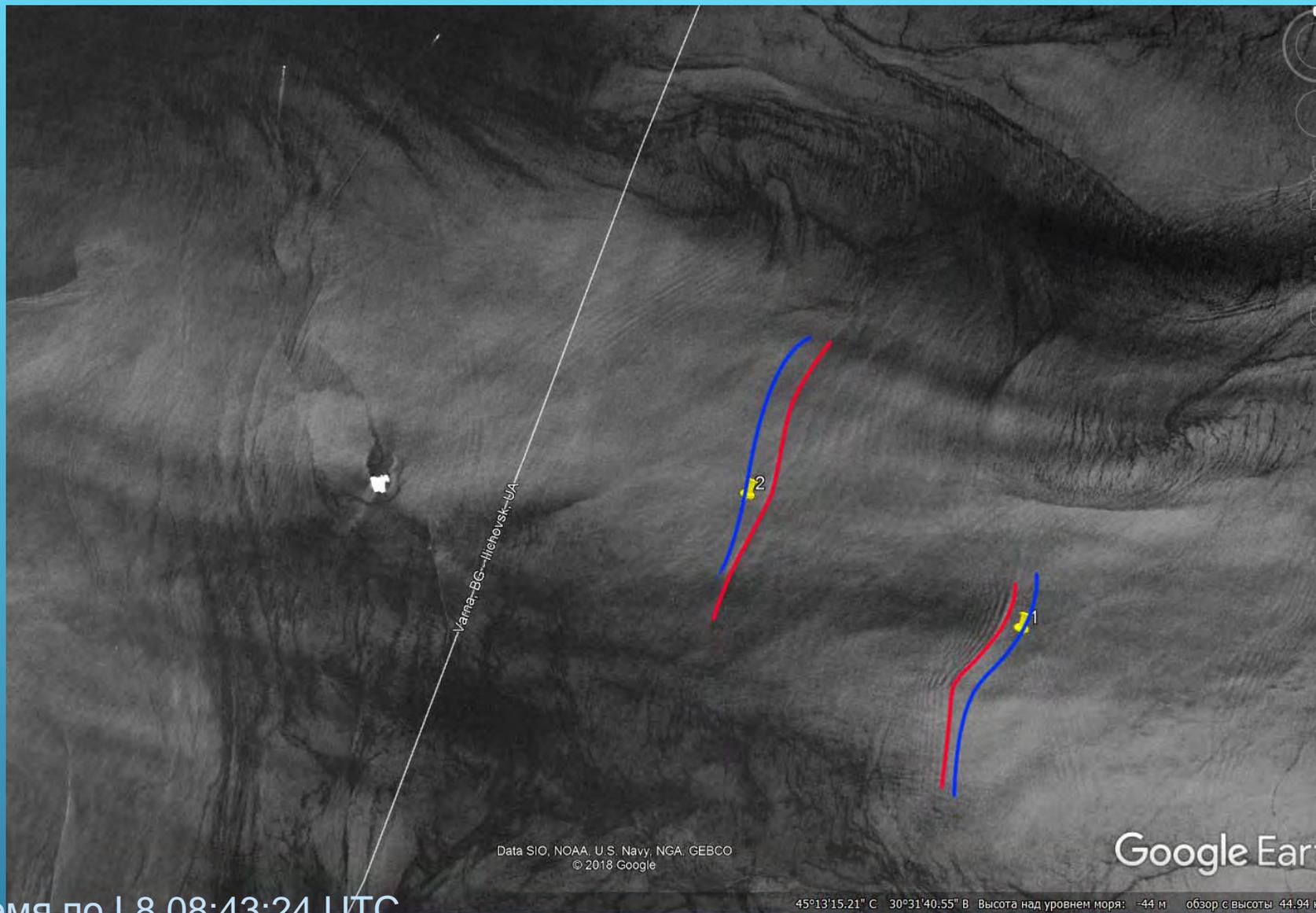
© 2018 Google



5 km

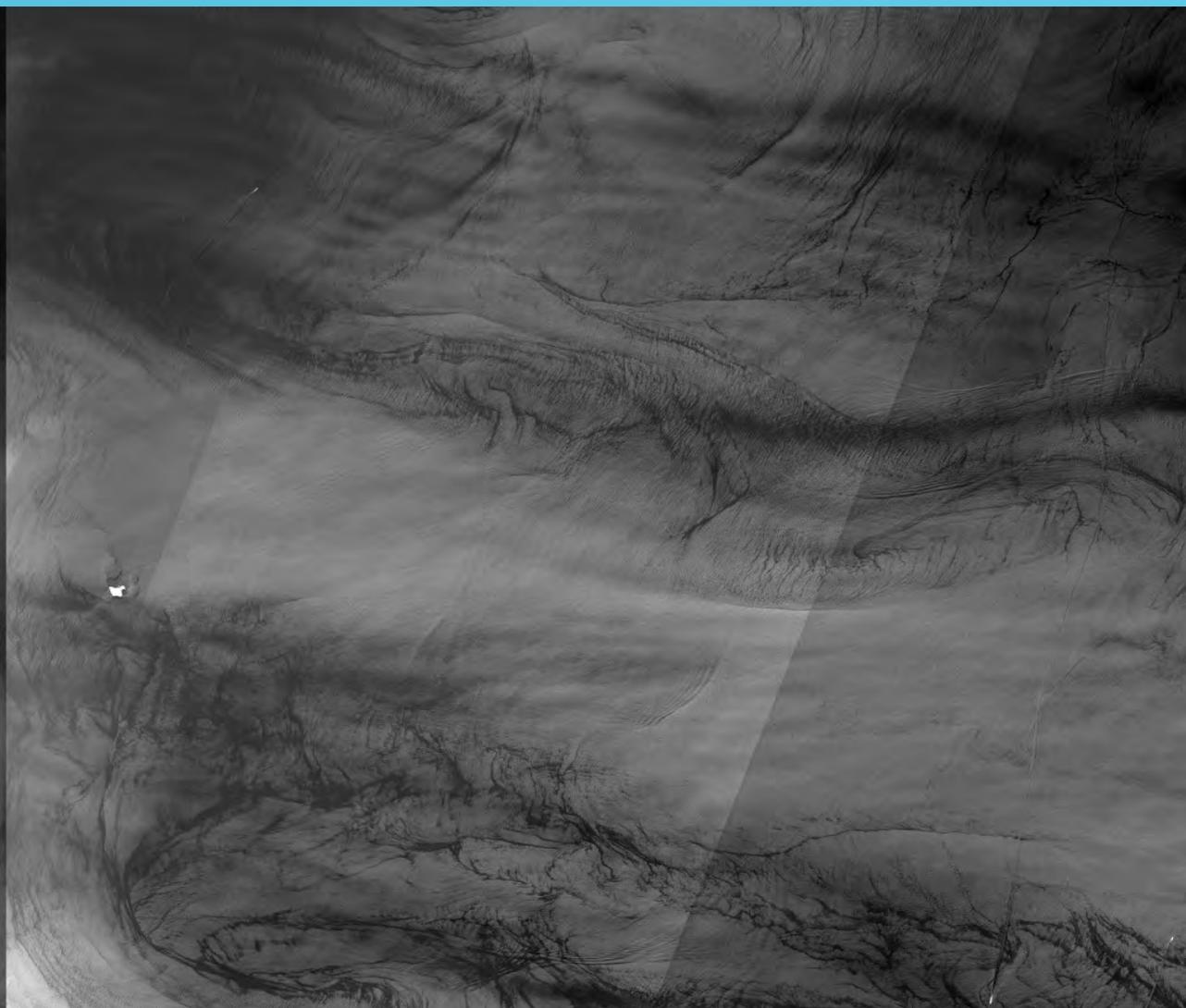
фрагмент изображения на котором отмечено цветом изменение внутренних волн в пакете.

Синим отмечен цуг OLI Landsat 8, MSI Sentinel-2A отмечен синим цветом. Разница между снимками составляет 32 минуты



Время до L8 08:43:24 UTC
(8-й панхроматический канал)
MSI Sentinel-2A 09:15:16 UTC
(RGB-4,3,2 канал)

Снимок Sentinel-2 за 23 апреля 2018 год

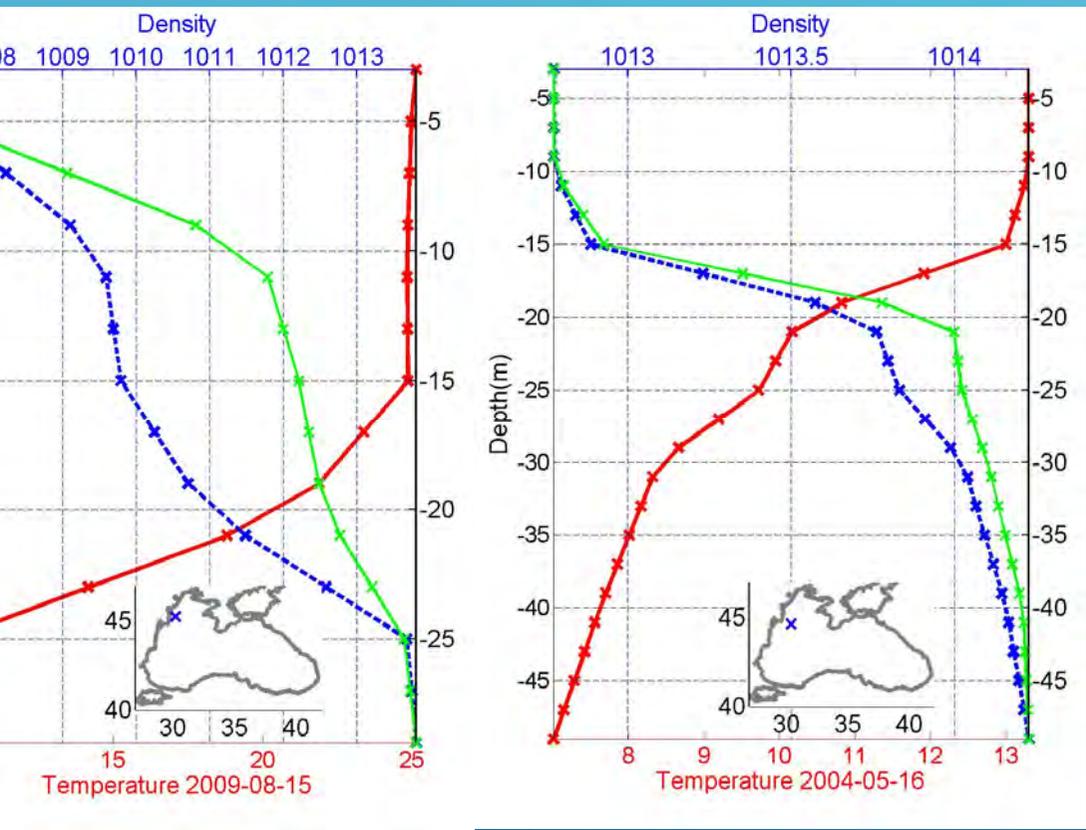


Фазовая скорость внутренних волн для двухслойной жидкости

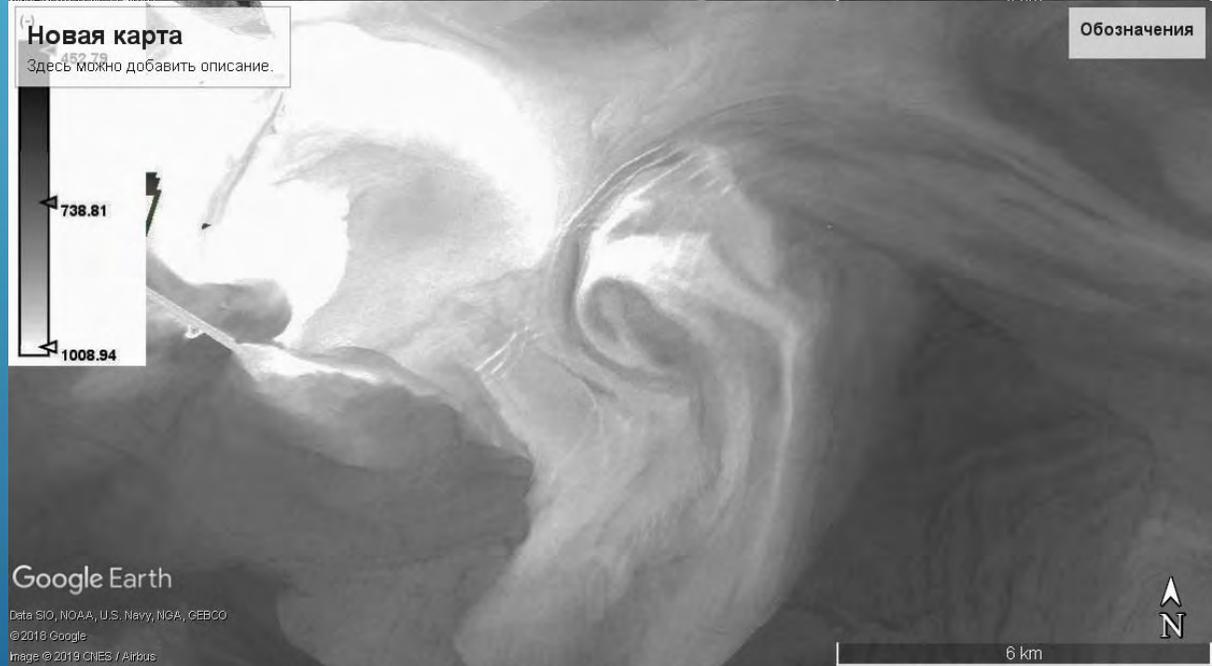
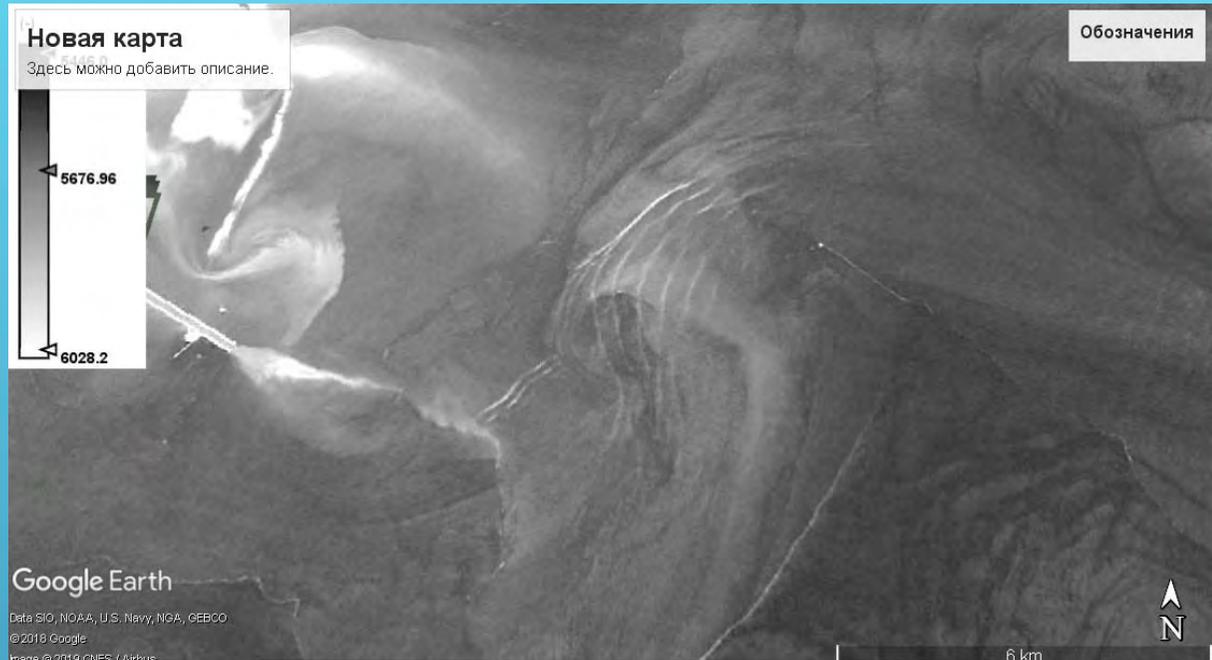
$$C = (g \cdot dp / \rho \cdot 1 / (1/z_1 + 1/z_2))^{-1})^{0.5}$$

$$C1/C2 = (dp1/dp2)^{0.5}$$

dp в 3 раза
Соответственно C в 1.7 раза



Были оценены скорости распространения цугов волн, они составили от 0,34 м/с до 0,55 м/с



Новая карта

Здесь можно добавить описание.

Обозна

5676.96

6028.2

Google Earth

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

© 2018 Google

Image © 2019 CNES / Airbus

6 km

Обозна

(-) **Новая карта**

Здесь можно добавить описание.

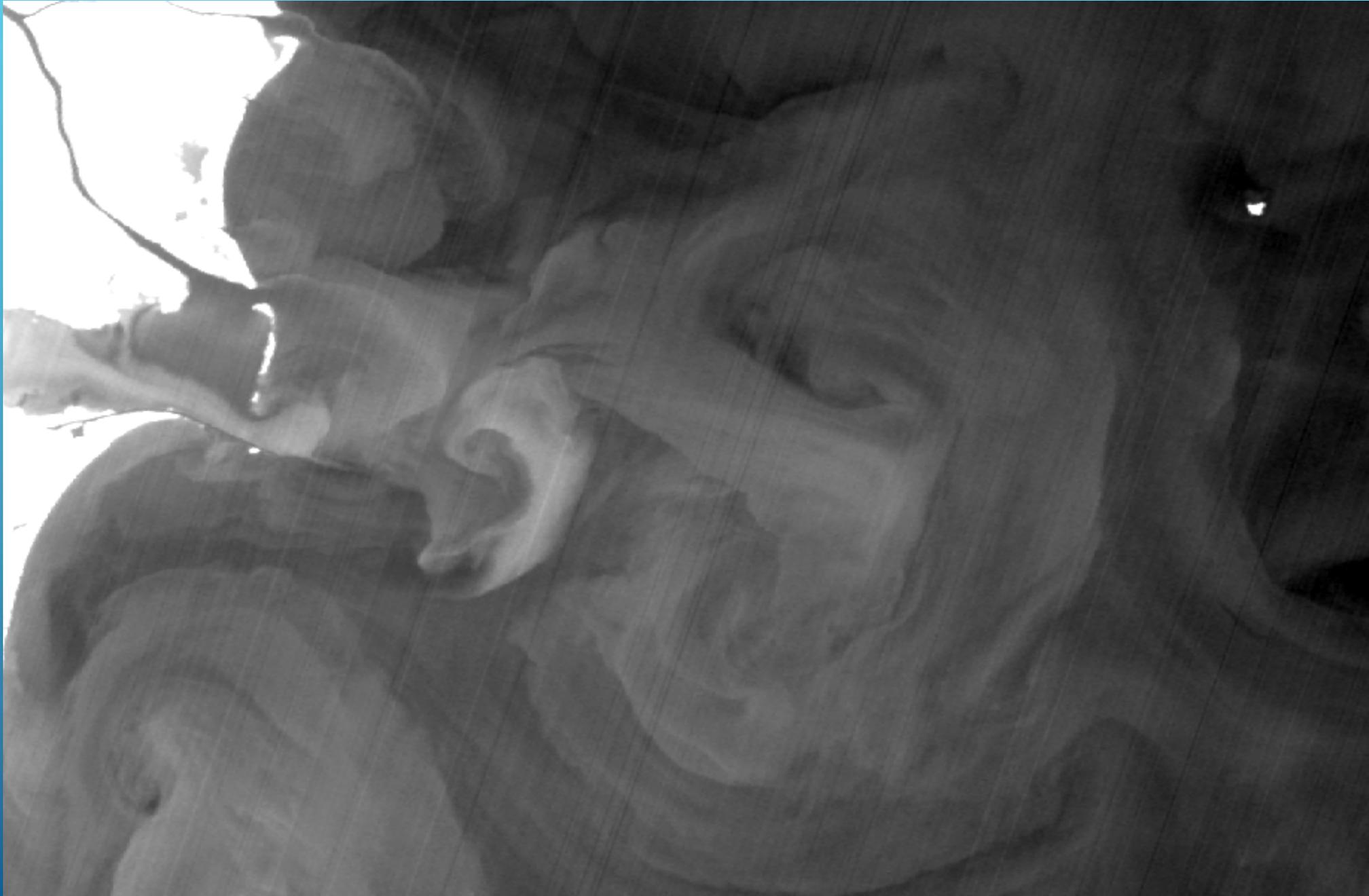


Google Earth

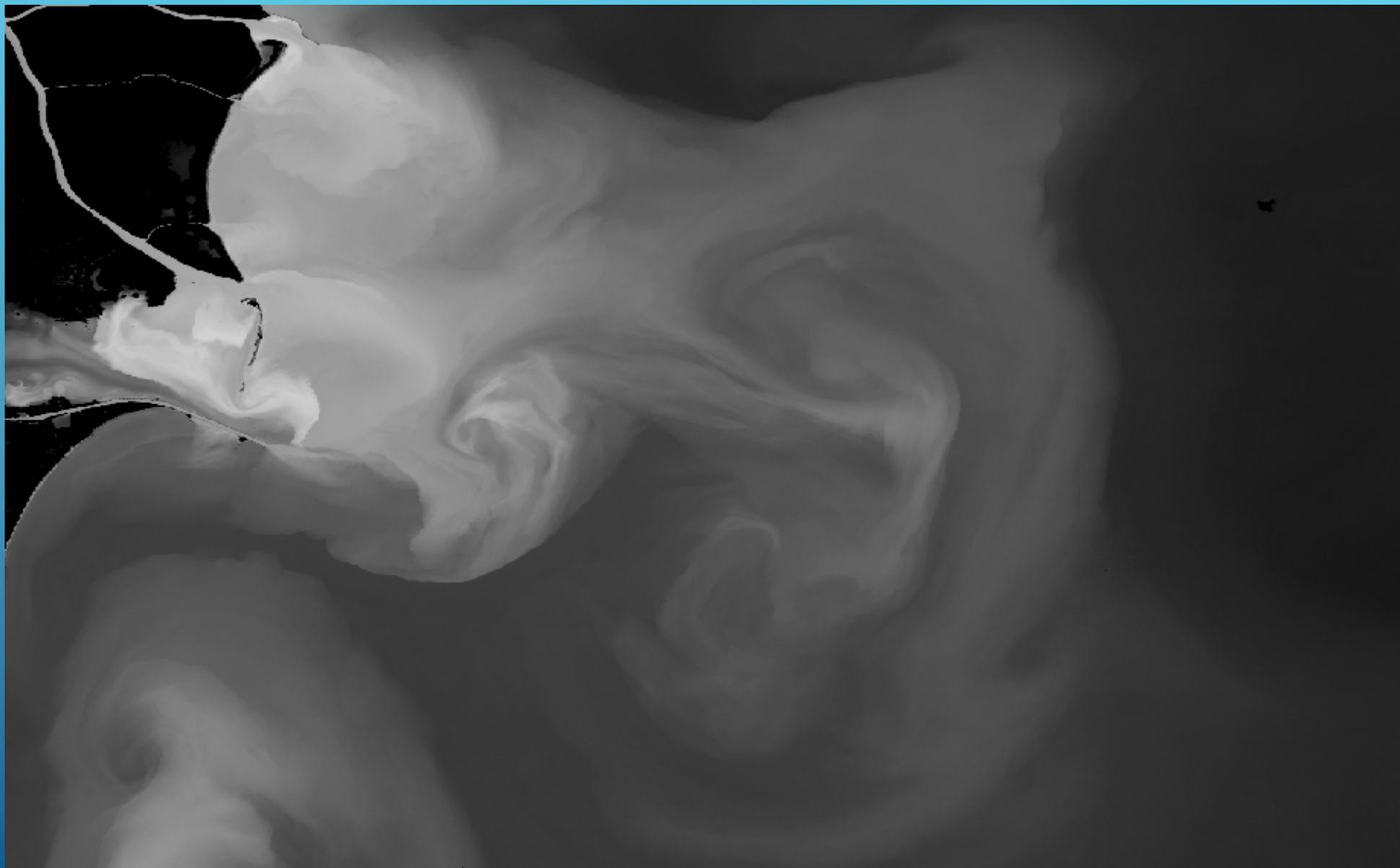
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
©2018 Google
Image © 2019 CNES / Airbus

6 km

Проявление вихревых структур в температуре - TIRS Landsat 8



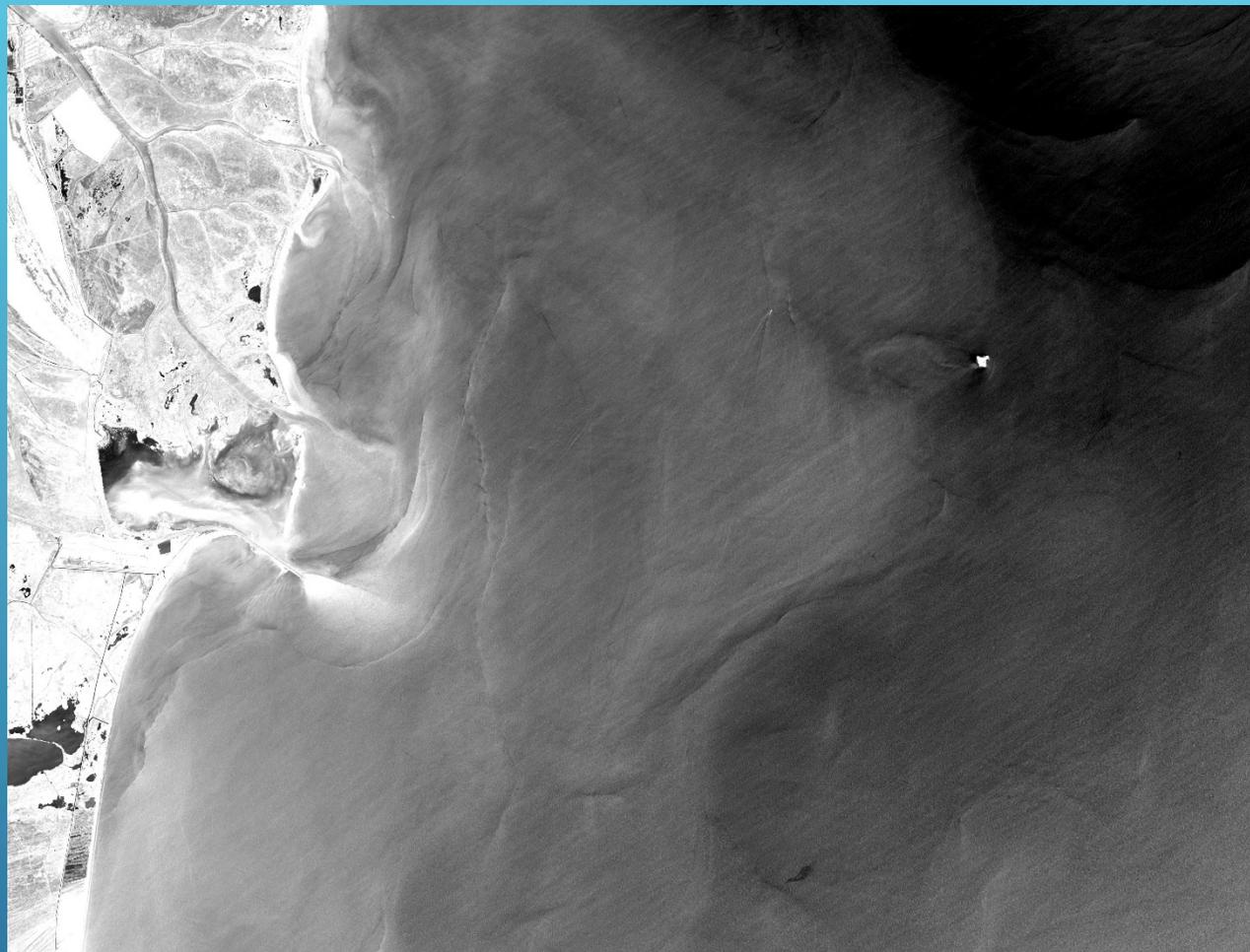
Применение многоспектрального подхода позволяет разделять отражённую компоненту и исходящее из-под поверхности излучение – пример разности 3-го и 5-го каналов сканера OLI



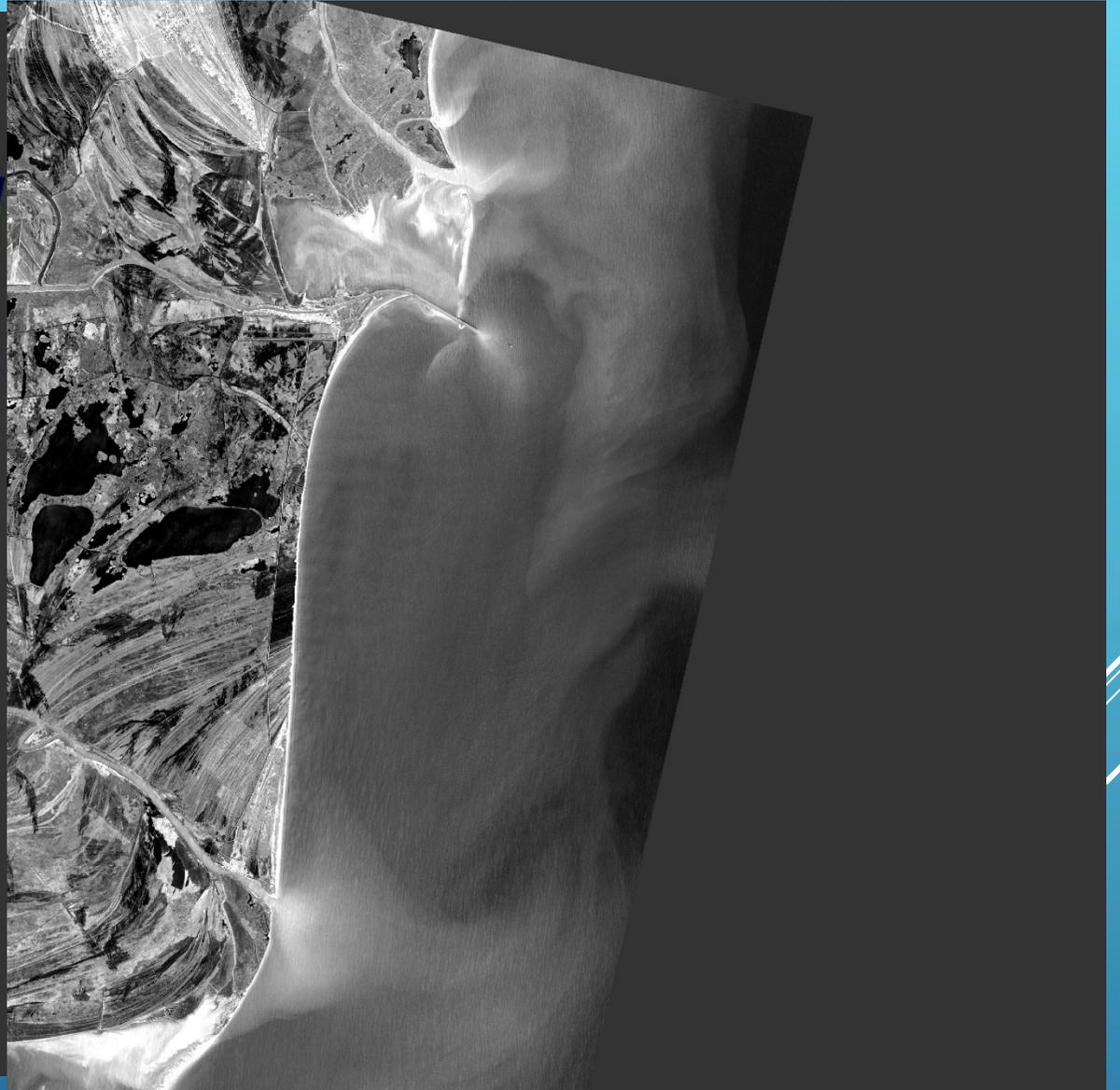
Снимок Landsat 8 за 10 июня 2018 год



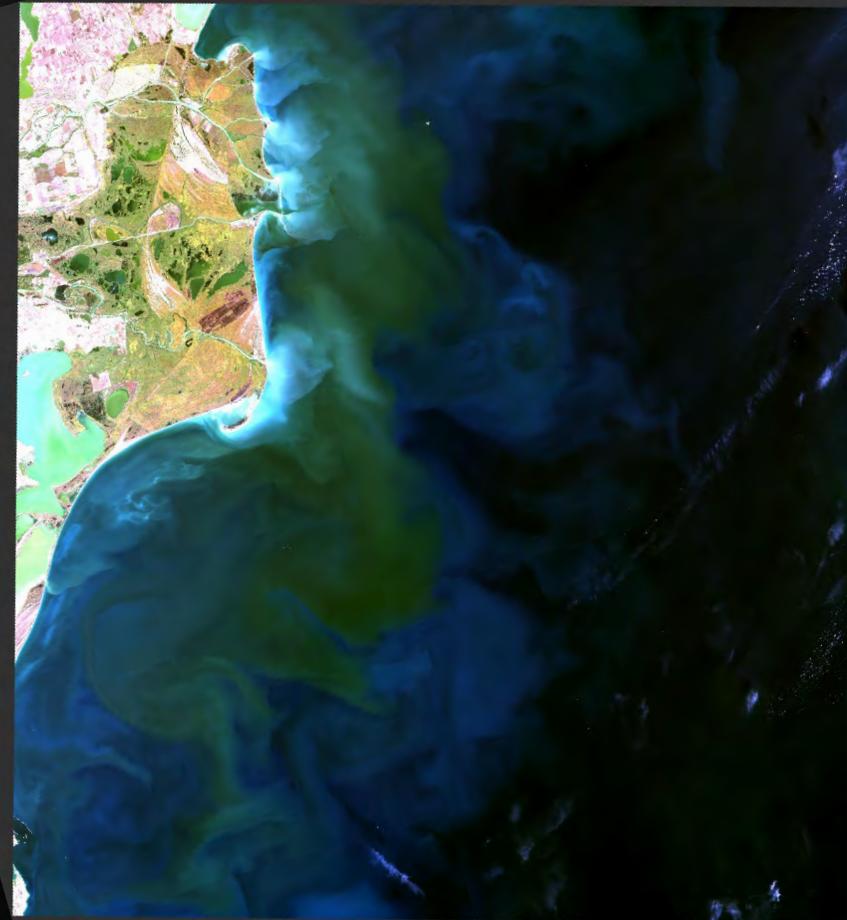
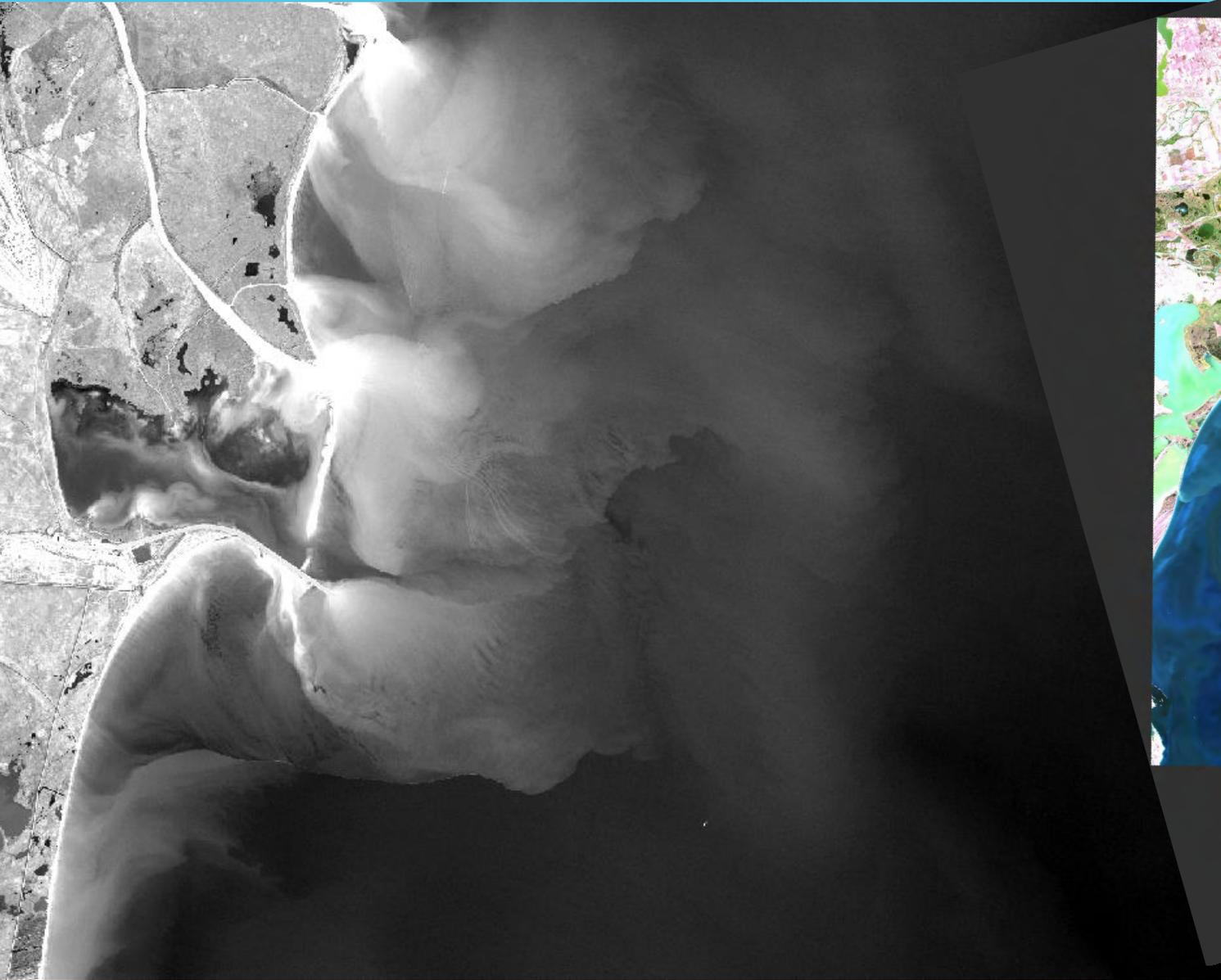
Landsat 8 panchromatic 10.06.2018



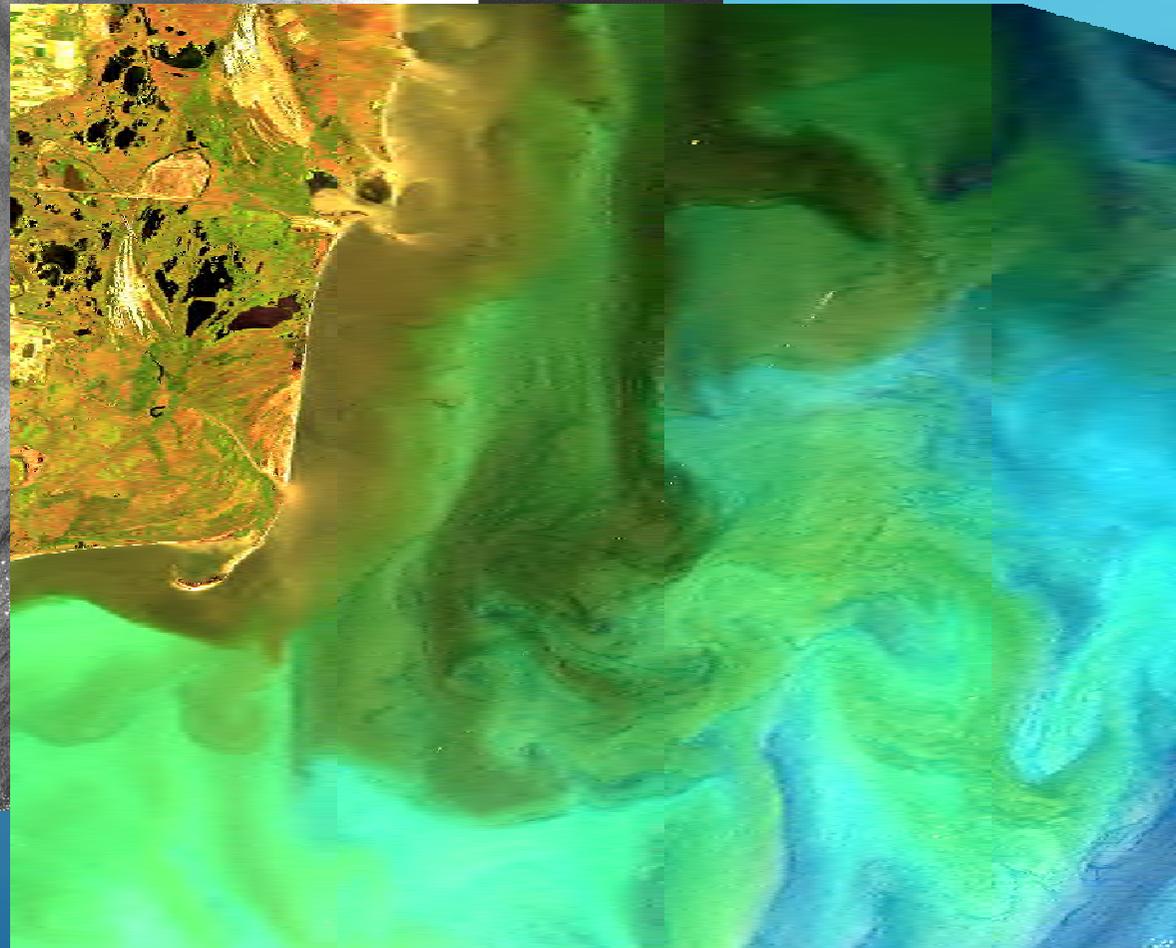
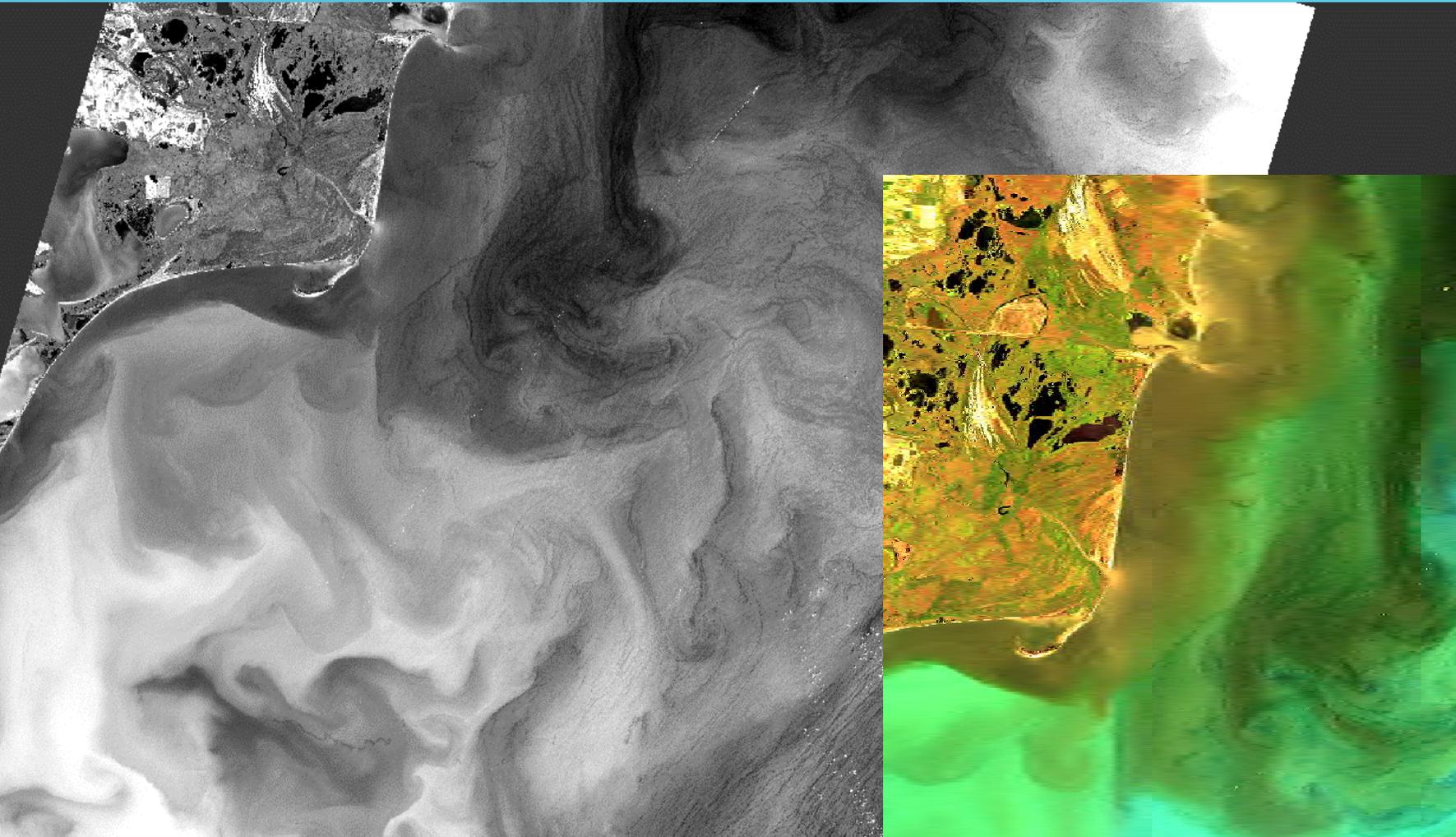
Landsat 8 11.04.2018



Landsat 8 panchromatic 13.10.2017



Landsat 8 panchromatic 7.06.2017



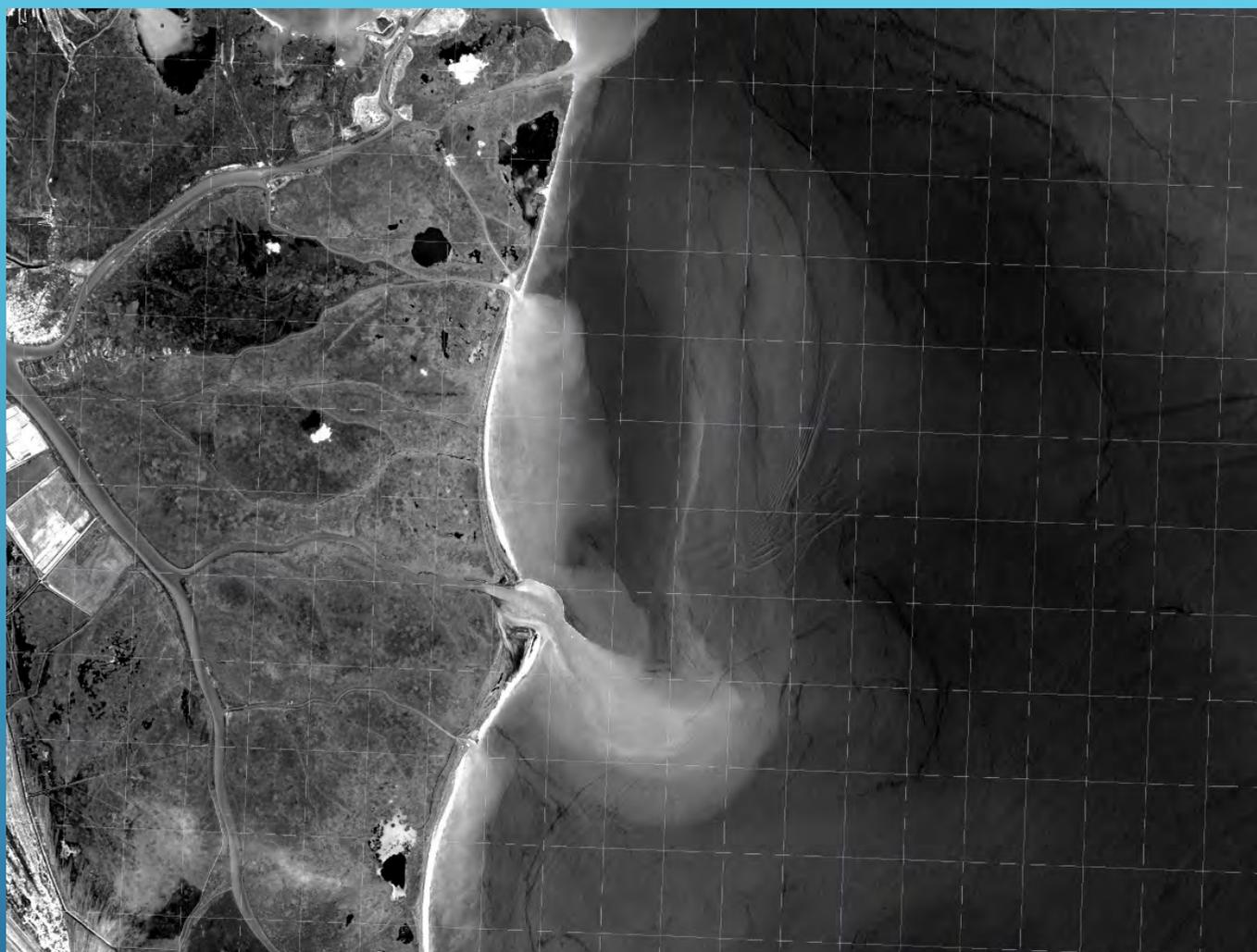
Landsat 8 30.06.2017



Landsat 8 23.06.2017



Небольшие вихри в предустьевой зоне.
Выброс вод из устья Дуная, перемешивание вод.
Мезомасштабные вихри. Множество внутренних волн.



Выводы:

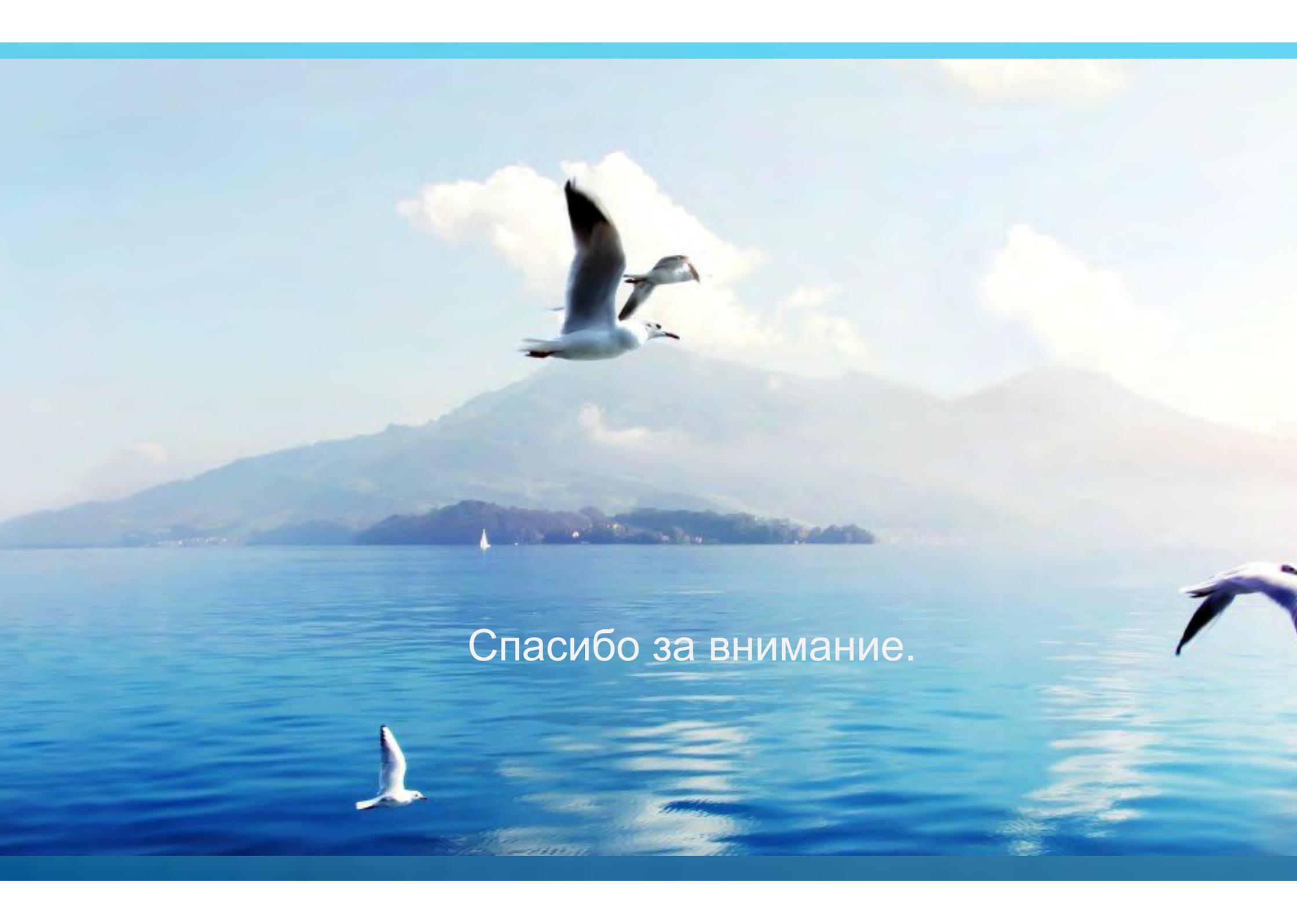
Проанализированы спутниковые данные Landsat 8 и Sentinel-2

за 2017 - 2018 год. (всего рассмотрено 20 пакетов снимков информативных сцен за различные сезоны. В основном преобладают снимки летнего и весеннего сезона).

Исследованы пространственные особенности проявления динамических процессов - вихревых структур, проявлений внутренних волн.

Продемонстрировано проявление динамических процессов за счёт изменения различных параметров поверхностного слоя – шероховатости и slickов, коэффициента яркости, температуры.

Отмечается эффективность технологии обработки при использовании комплексов SNAP и Google Earth.

A scenic view of a blue lake with mountains in the background and several seagulls flying over the water. The sky is light blue with some white clouds. The water is a deep blue with gentle ripples. In the distance, there are green mountains and a small white sailboat on the water. Several seagulls are in flight, with one prominently in the foreground on the right, another in the middle ground, and a few more in the background. The overall atmosphere is peaceful and serene.

Спасибо за внимание.