

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

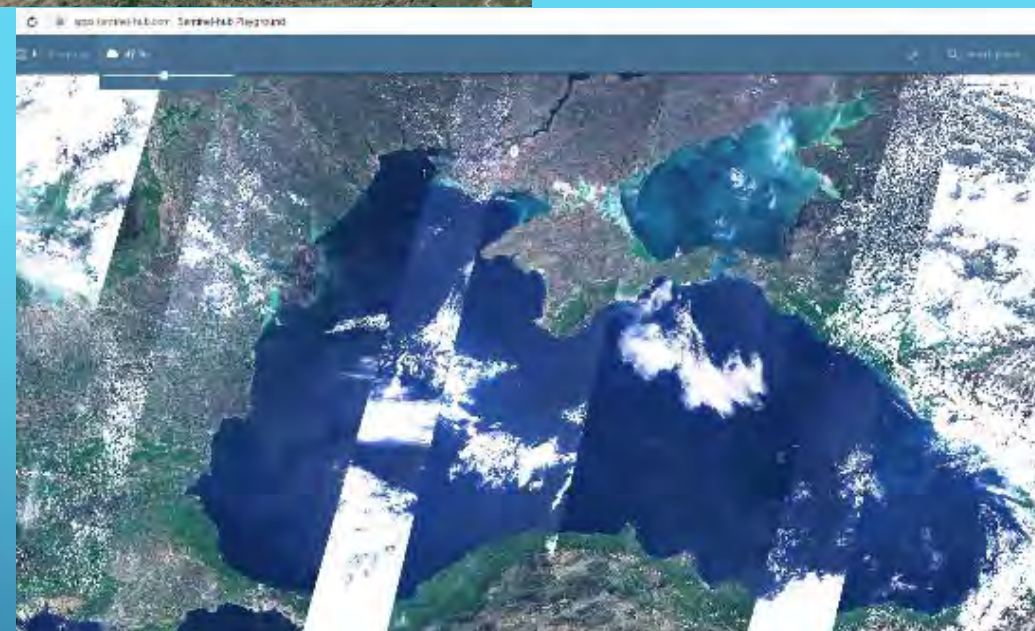
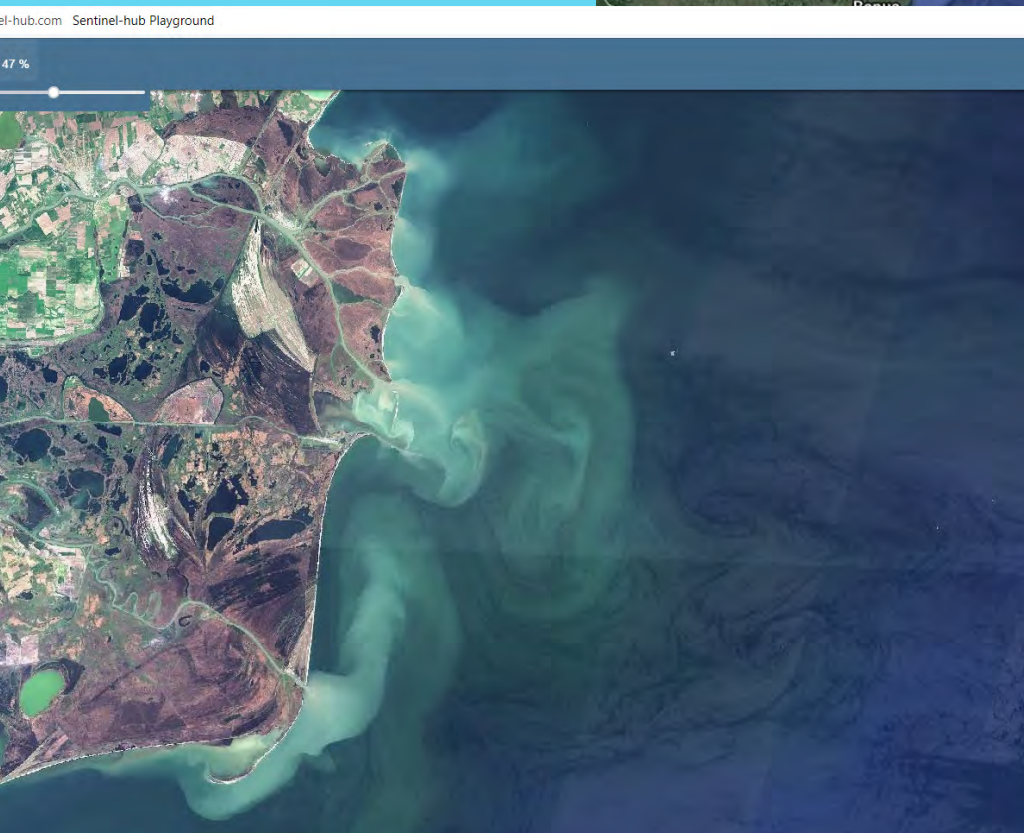
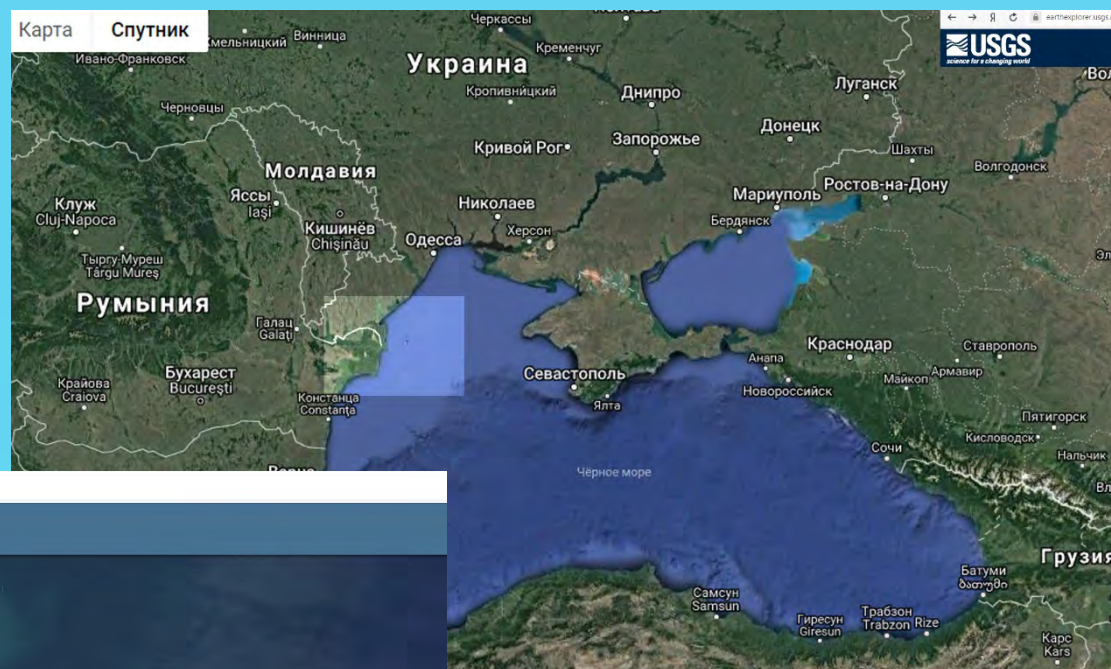
ОДМИ ФГБУН МГИ РАН

Докладчик:

Михайличенко Т. В.

Исследуемый район

Акватория Черного моря
устье реки Дунай



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.



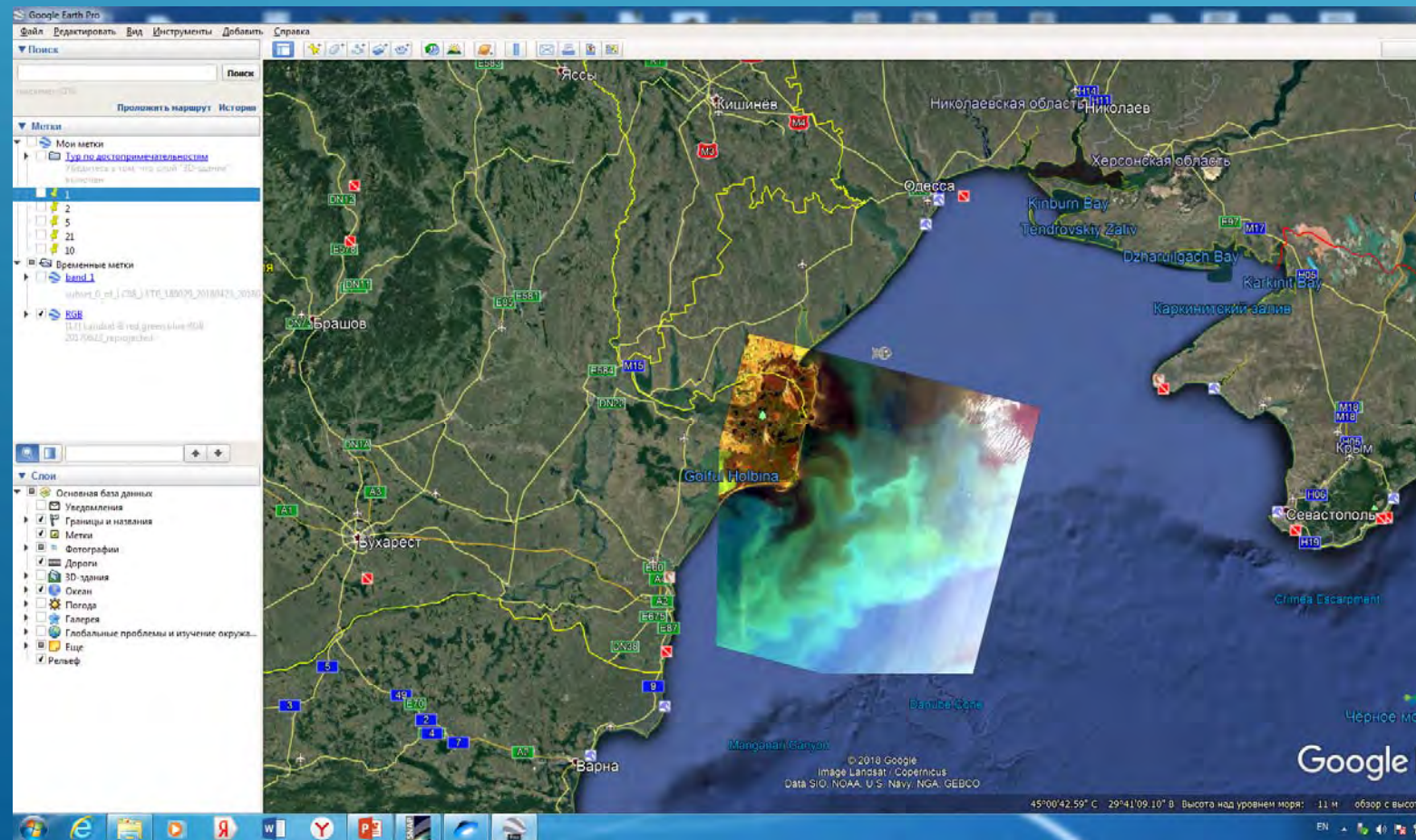
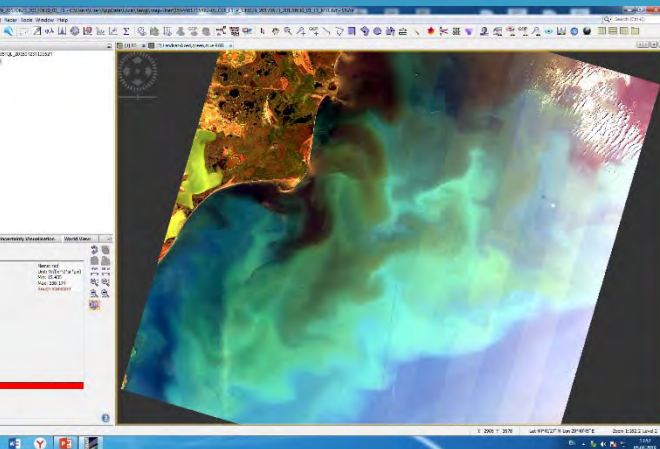
Данные следующих сенсоров,
Используемые в исследовании

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

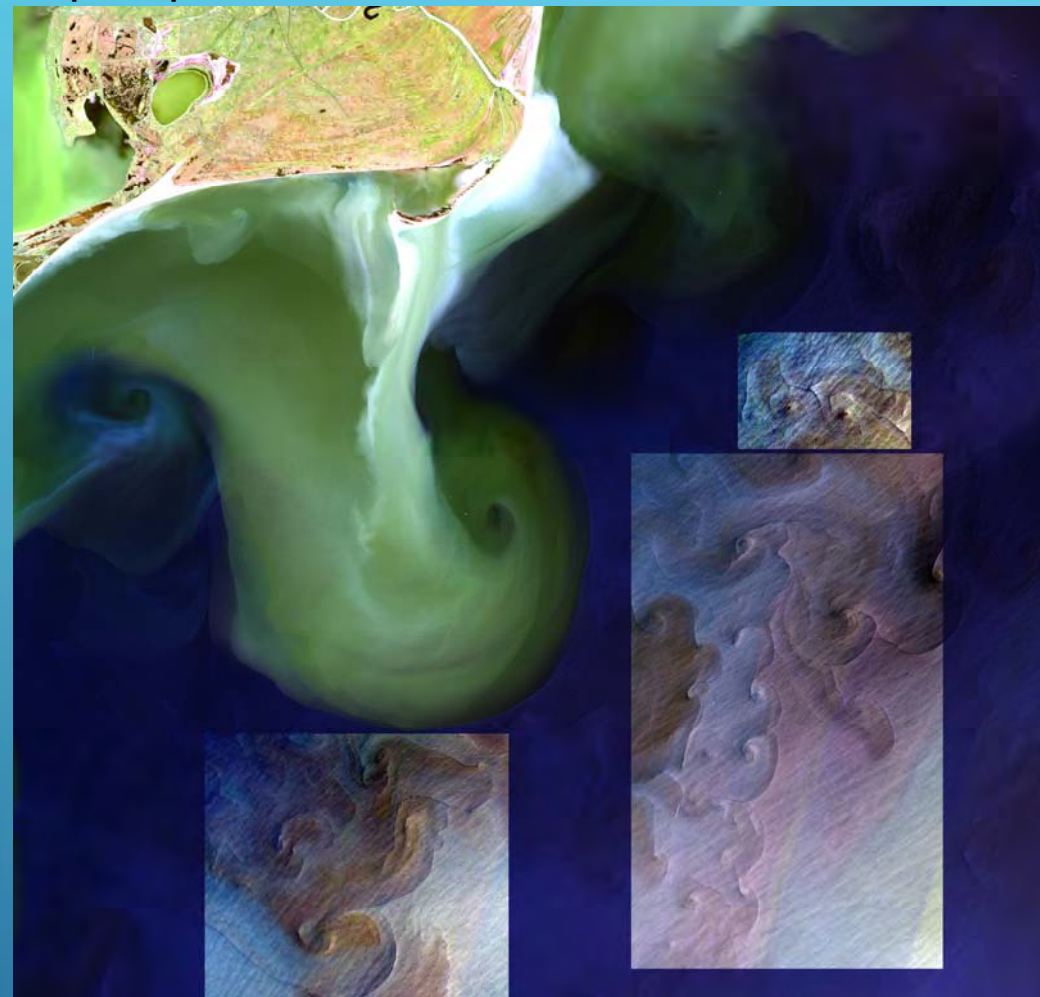
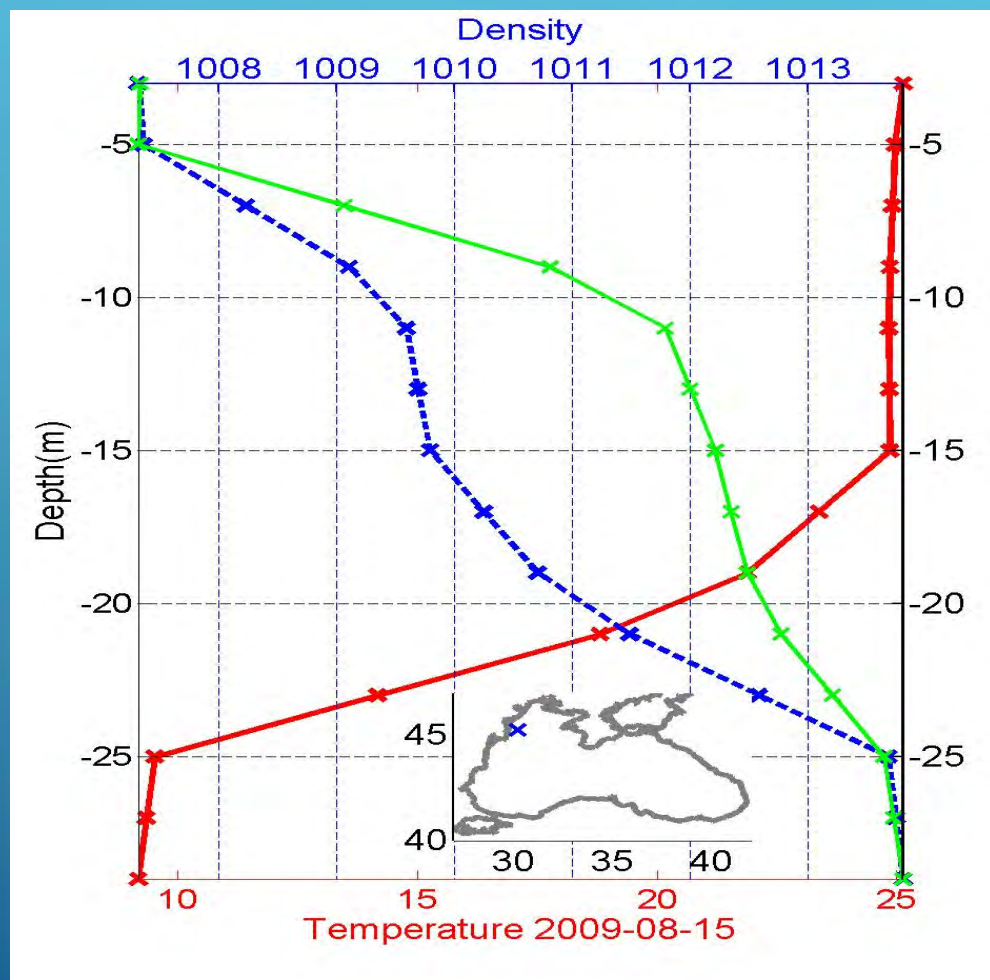
MSI Sentinel-2

Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level 1

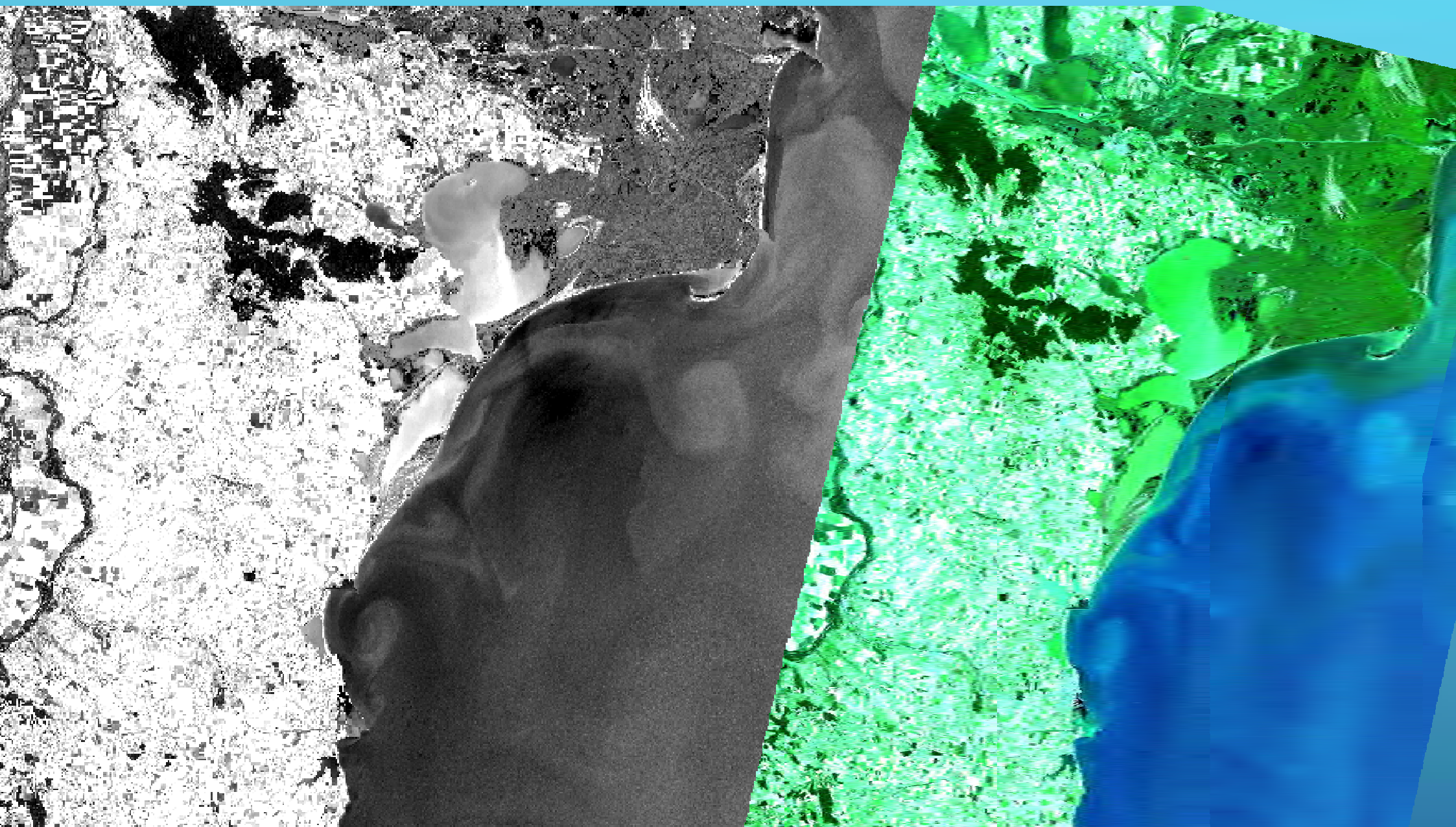
Обработка снимков проводилась в программе SNAP,
далее изображение конвертировалось в KMZ файл и импортировалось в программу
Google Earth Pro.

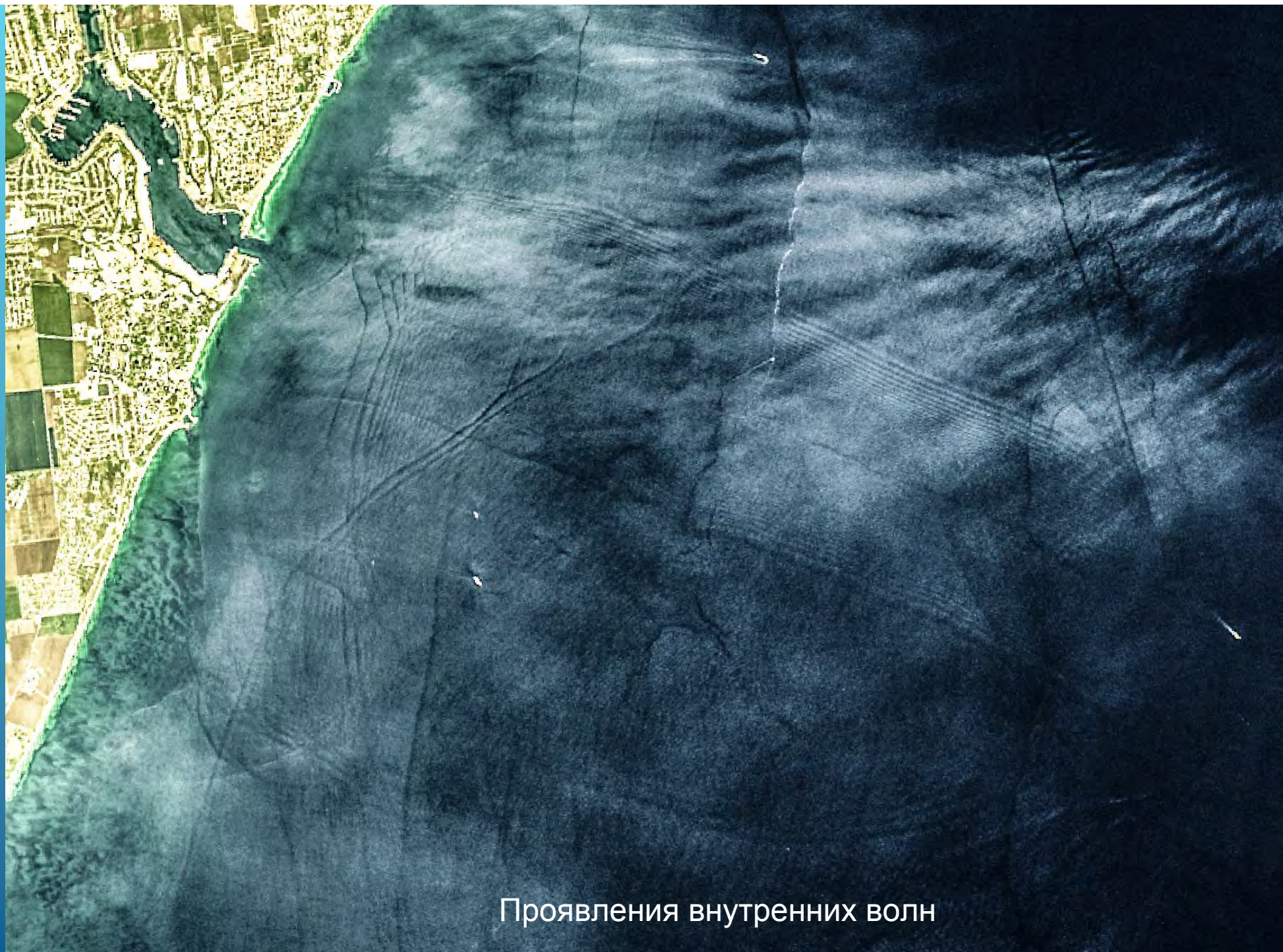


Приустьевая акватория Дуная представляет собой сложную с точки зрения гидрологии область, где происходит распространение и перемешивание пресных речных вод с морскими. В ряде случаев в исследуемом районе образуется трёхслойная структура с верхним галоклином. Этот факт вызывает образование различного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



Субмезомасштабные вихревые структуры





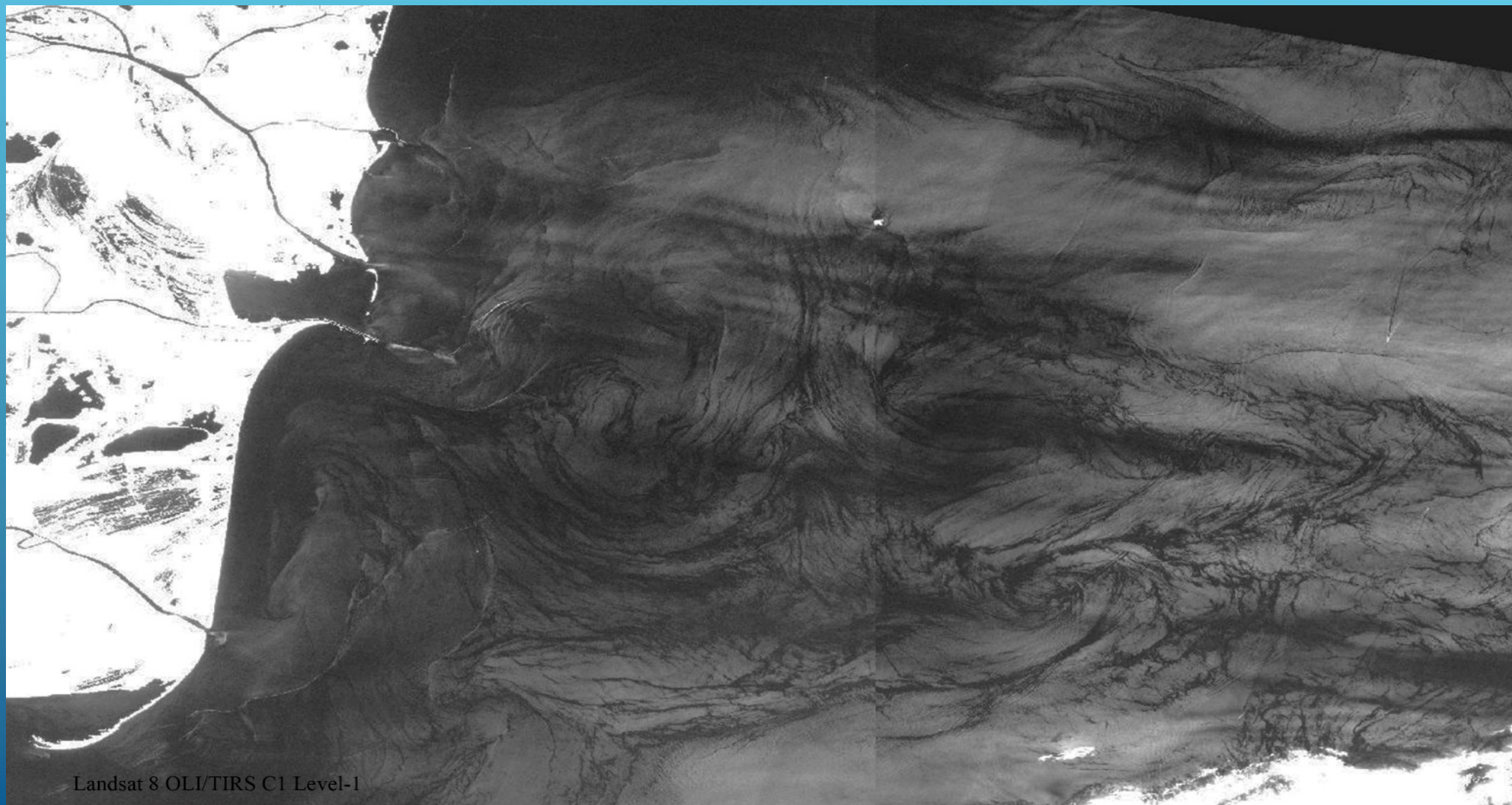
Проявления внутренних волн



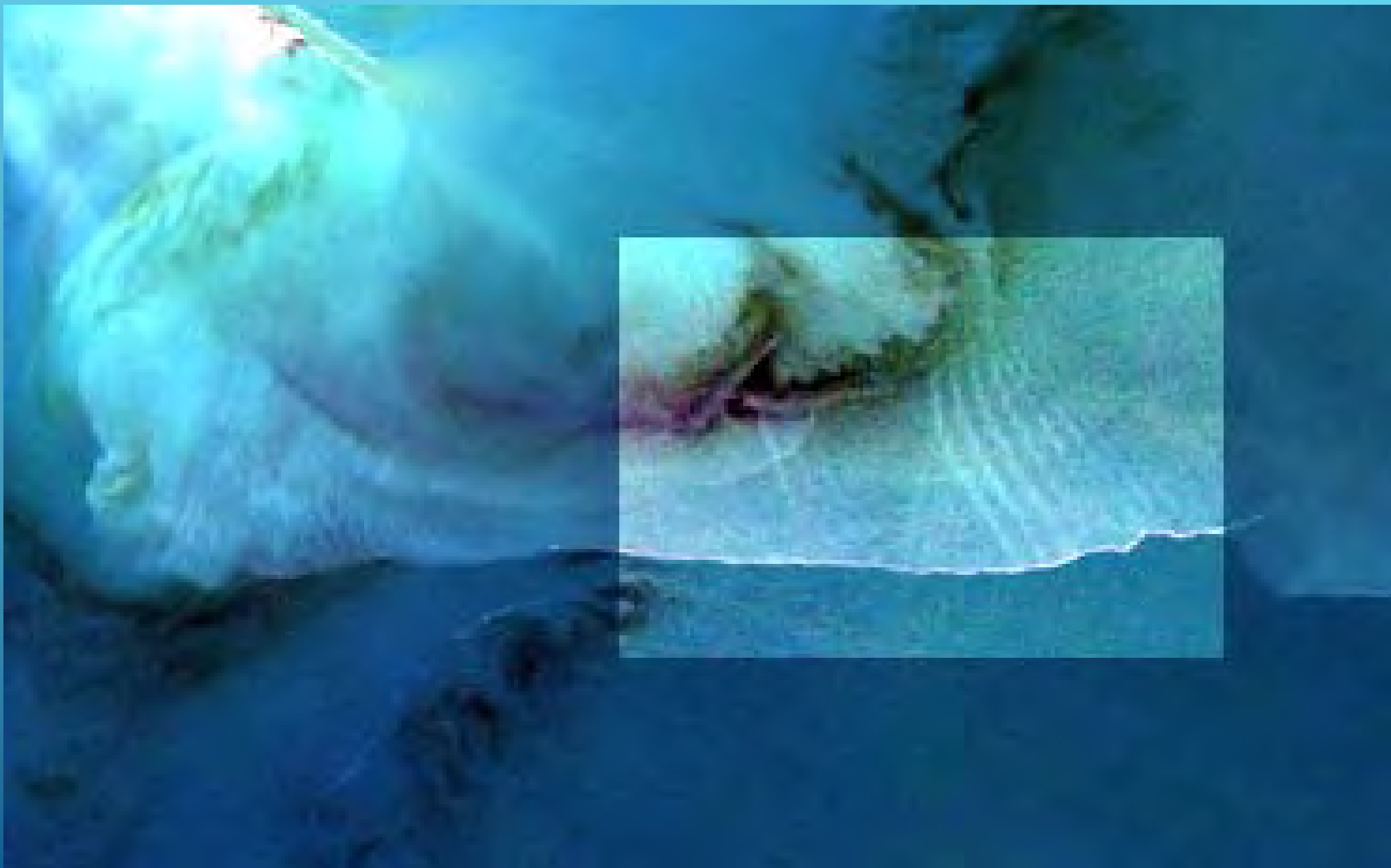
Снимок Landsat 8 за 23 апреля 2018 год

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

Слики в области конвергенции



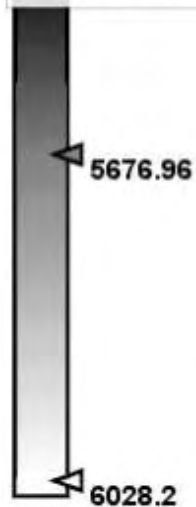
Проявление внутренних волн в плюме за счёт концентрации примеси.



Новая карта

Здесь можно добавить описание.

Обозначения



Google Earth

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

© 2018 Google

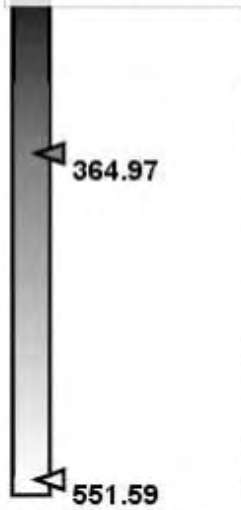


5 km

Новая карта

Здесь можно добавить описание.

Обозначения



Google Earth

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

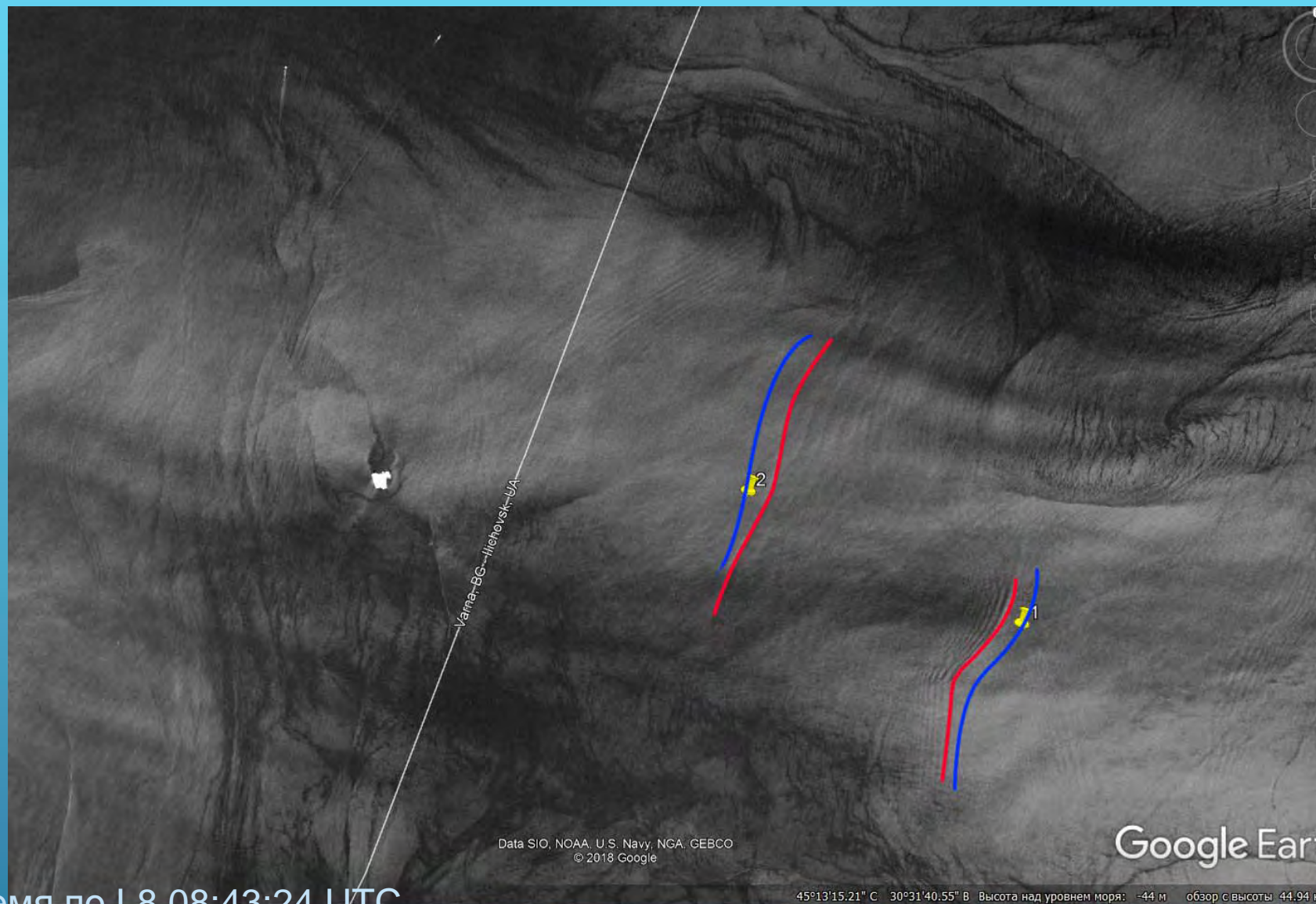
© 2018 Google

5 km



гмент изображения на
ором отмечено цветом
ление внутренних волн
в пакете.

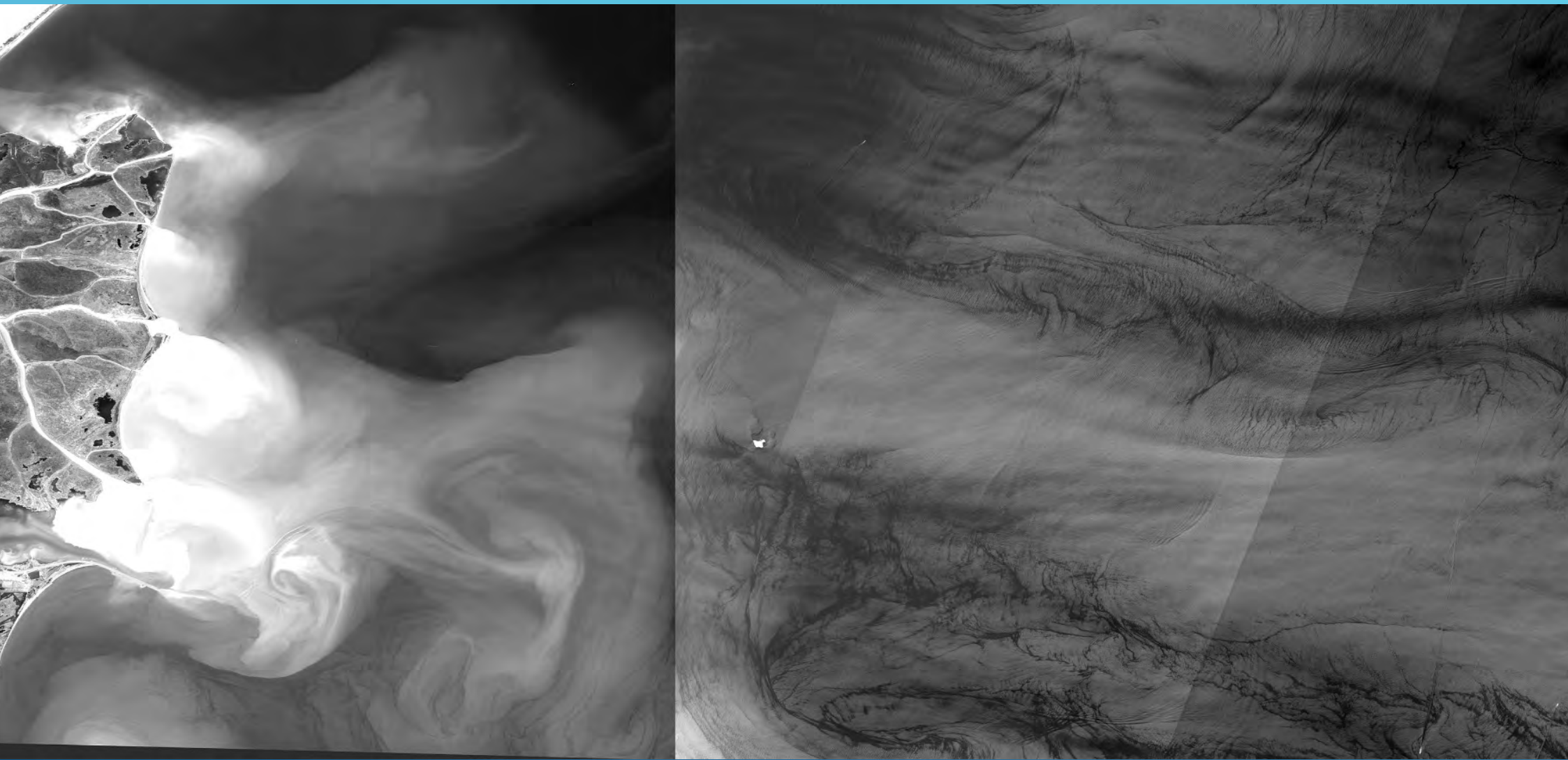
сным отмечен цуг OLI
dsat 8, MSI Sentinel-2A
мечен синим цветом.
ница между снимками
оставляет 32 минуты



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

45°13'15.21" С 30°31'40.55" В Высота над уровнем моря: -44 м обзор с высоты 44.94 м

Снимок Sentinel-2 за 23 апреля 2018 год



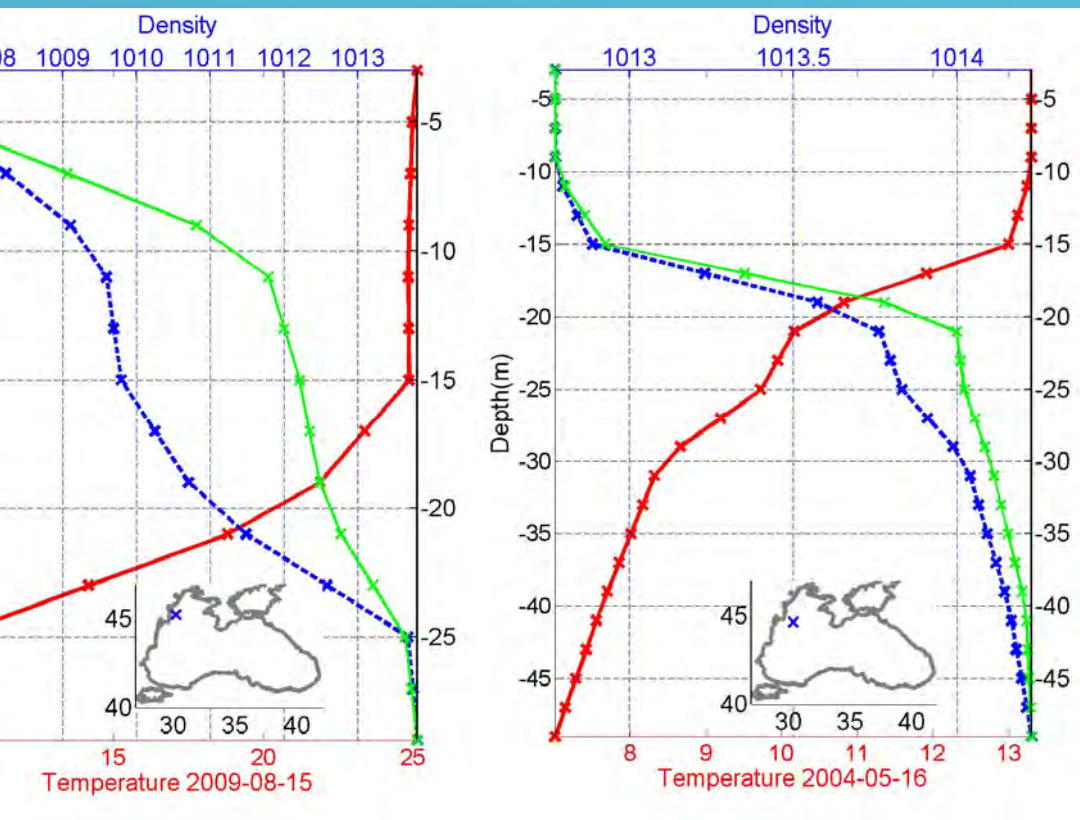
Фазовая скорость внутренних волн для двухслойной жидкости

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

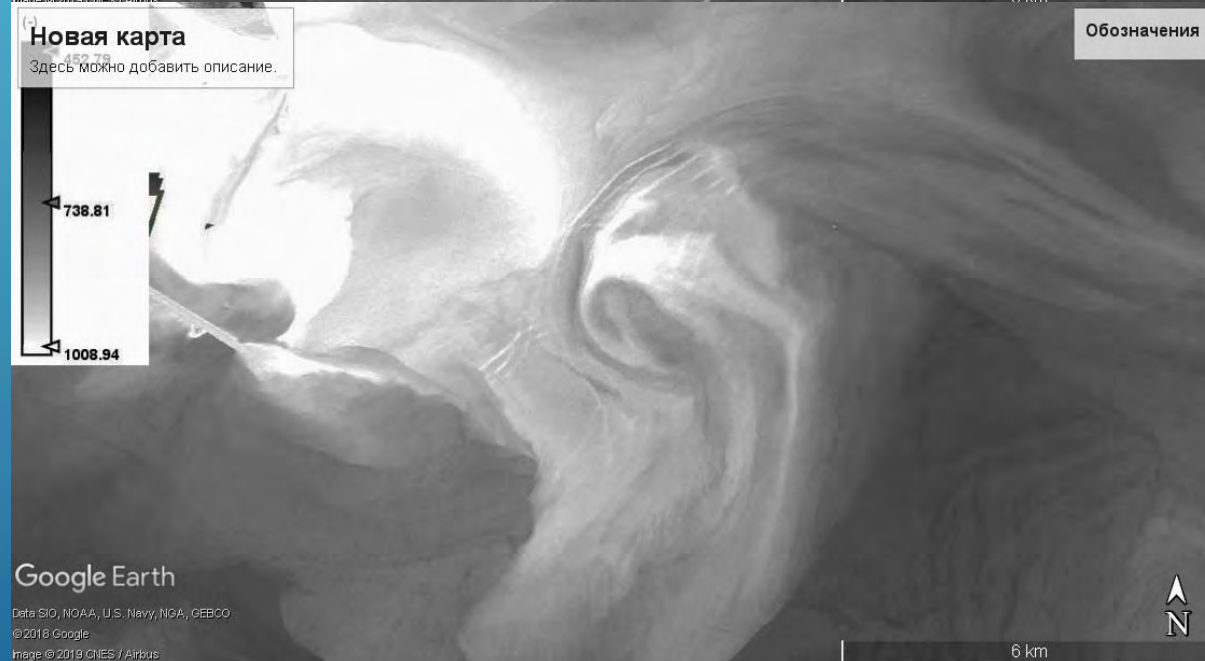
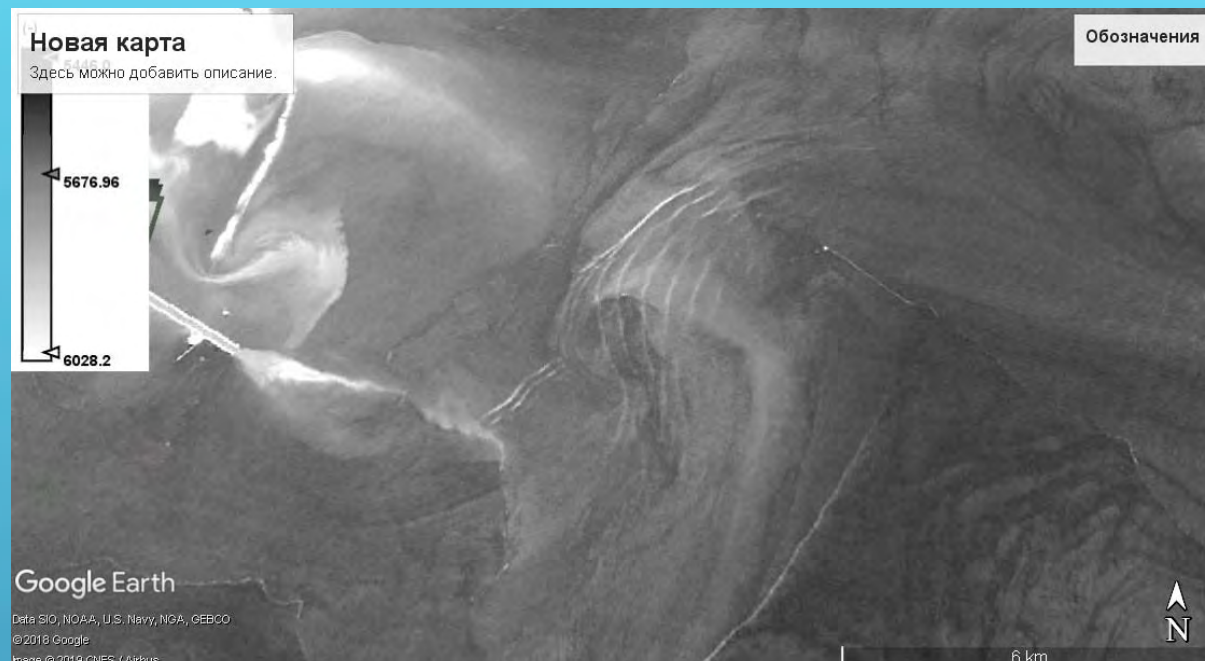
$$C1/C2 = (dp1/dp2)^{0.5}$$

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

(-)
Новая карта
Здесь можно добавить описание.

Обозна



Google Earth

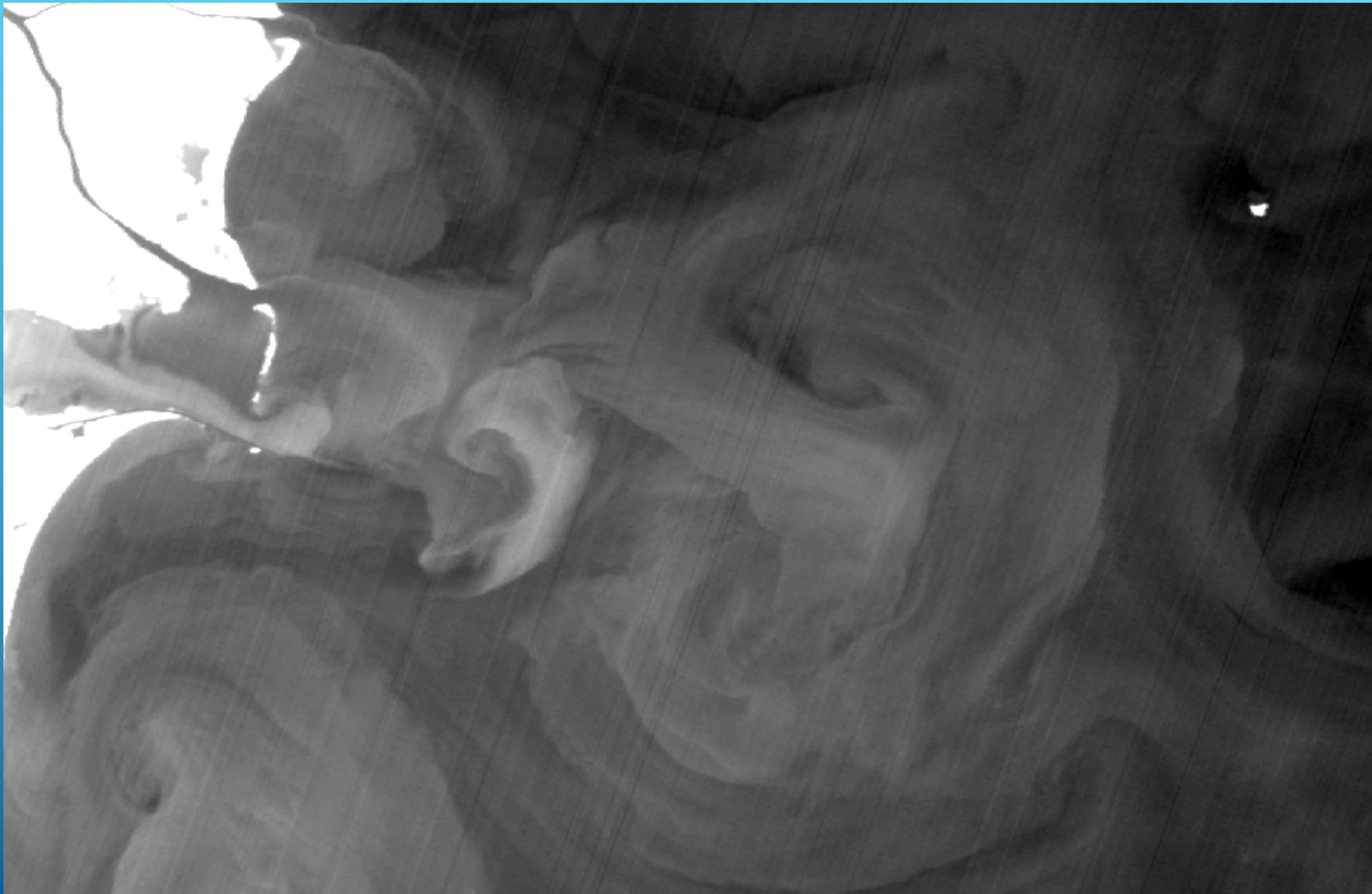
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

©2018 Google

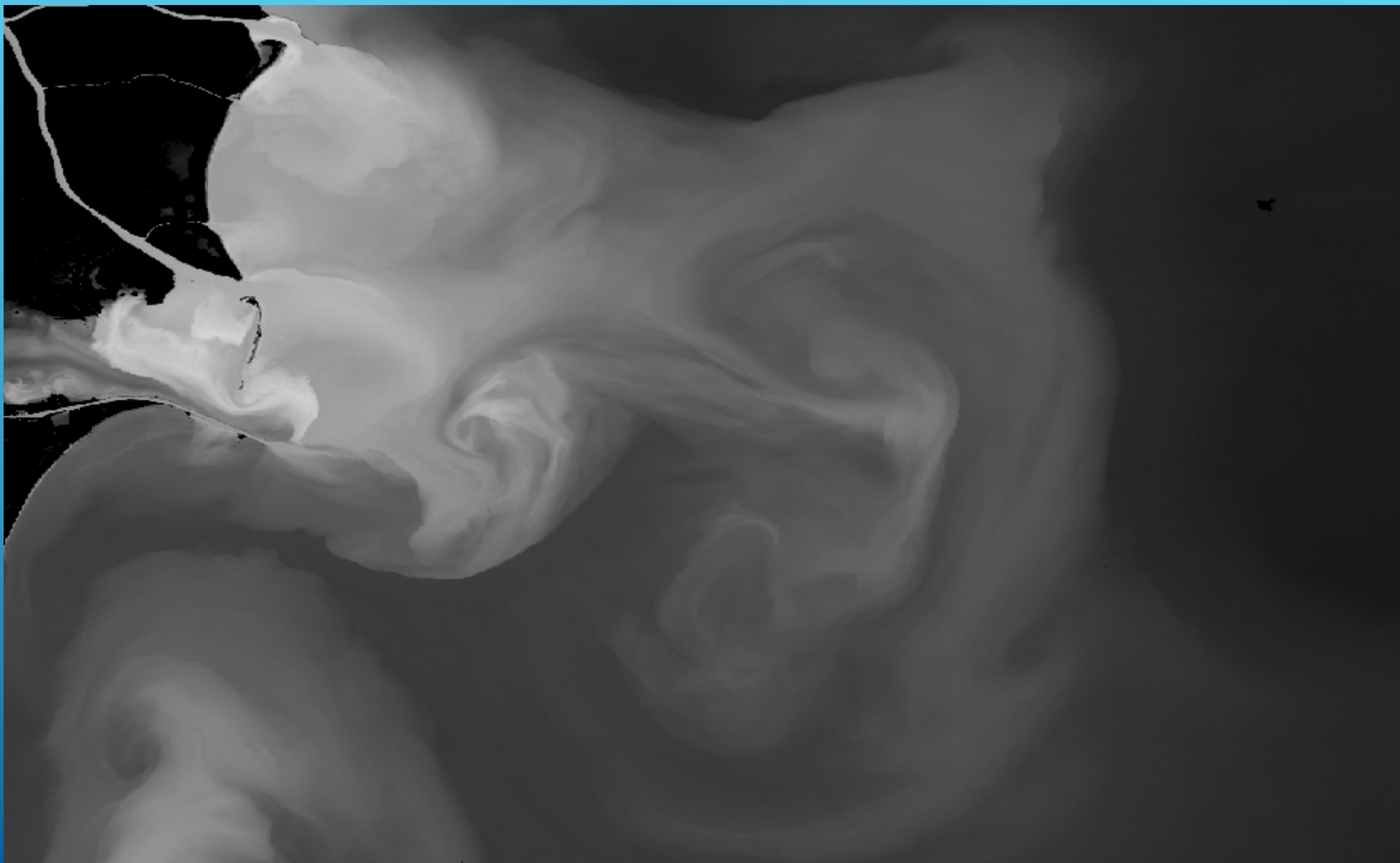
Image © 2019 CNES / Airbus

6 km

Проявление вихревых структур в температуре - TIRS Landsat 8



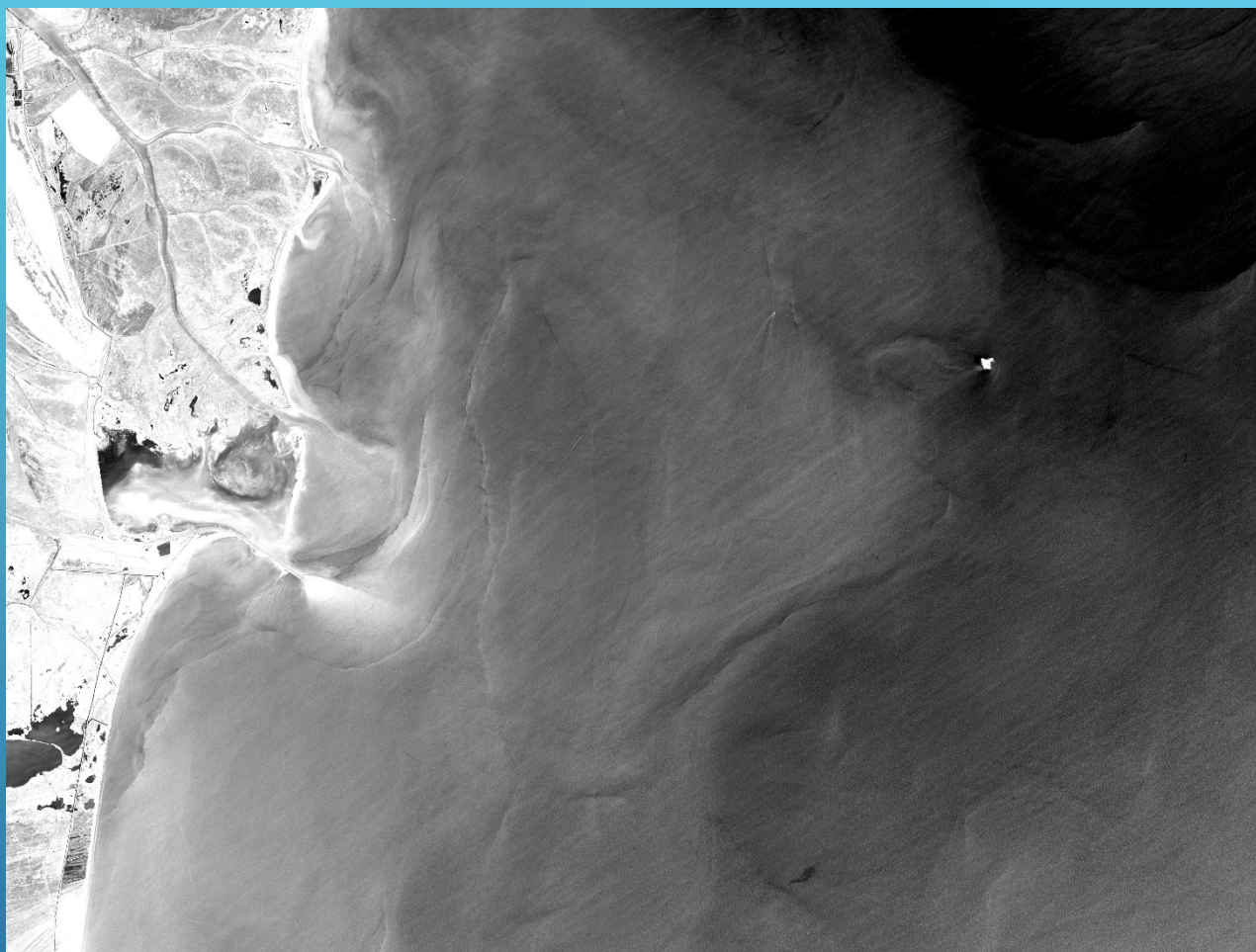
применение многоспектрального подхода позволяет разделять отражённую компоненту и
исходящее из-под поверхности излучение – пример разности 3-го и 5-го каналов сканера OLI



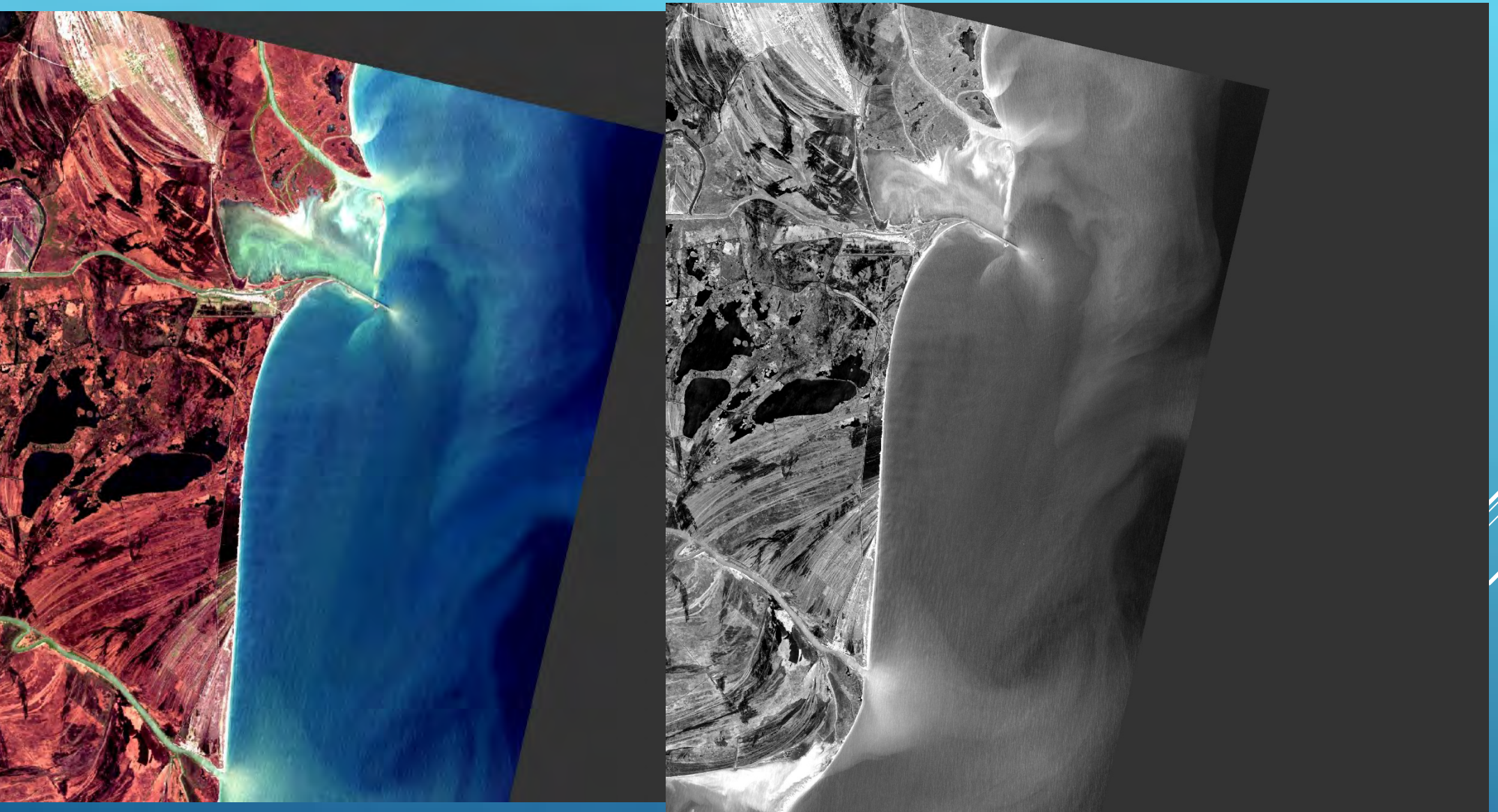
Снимок Landsat 8 за 10 июня 2018 год



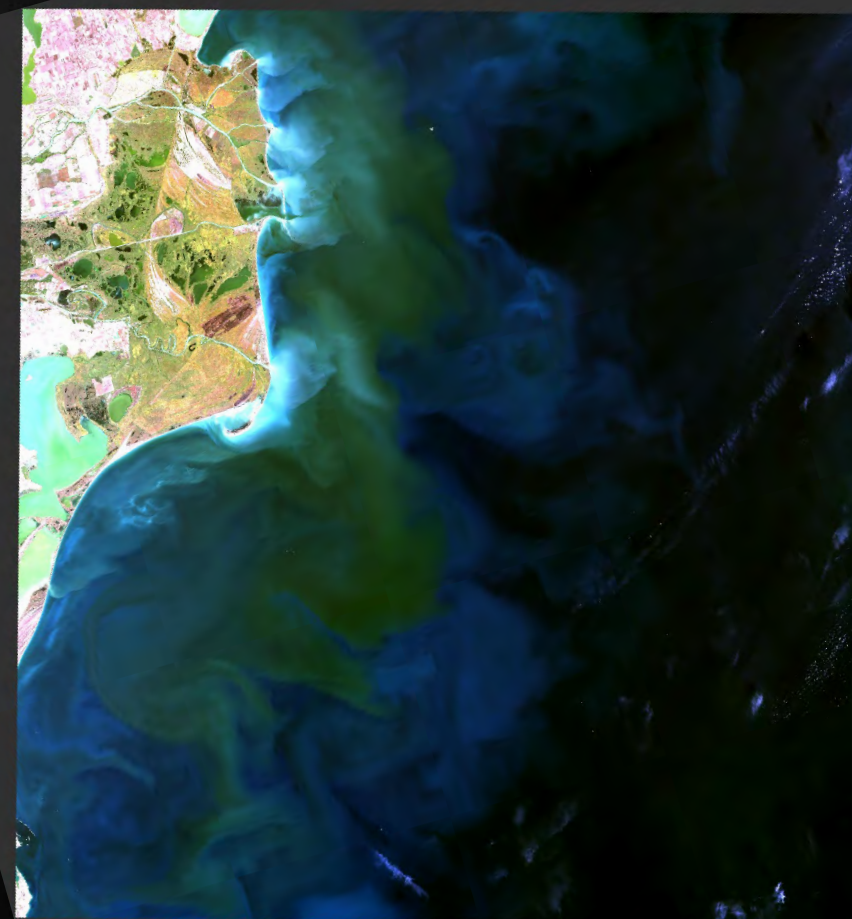
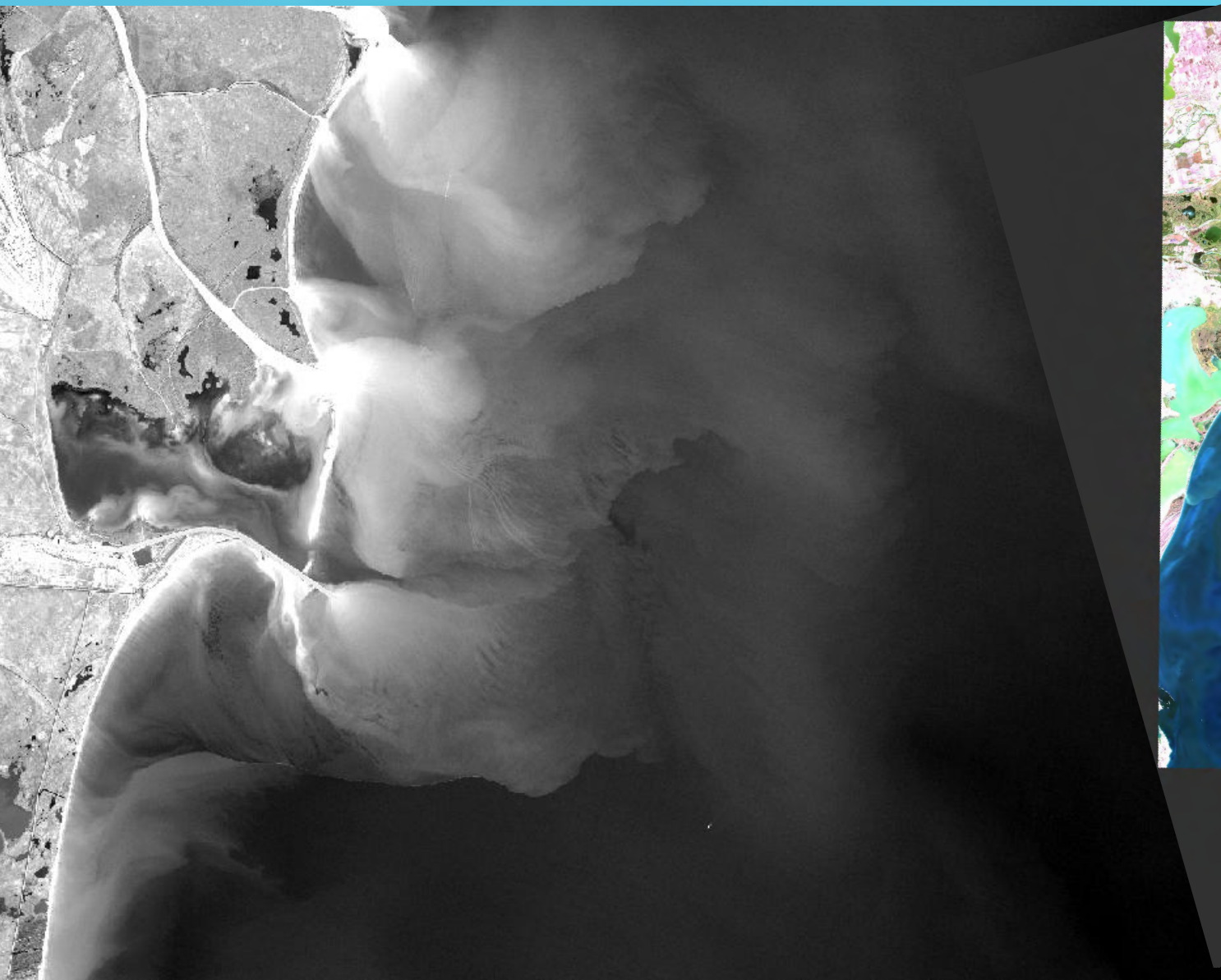
Landsat 8 panchromatic 10.06.2018



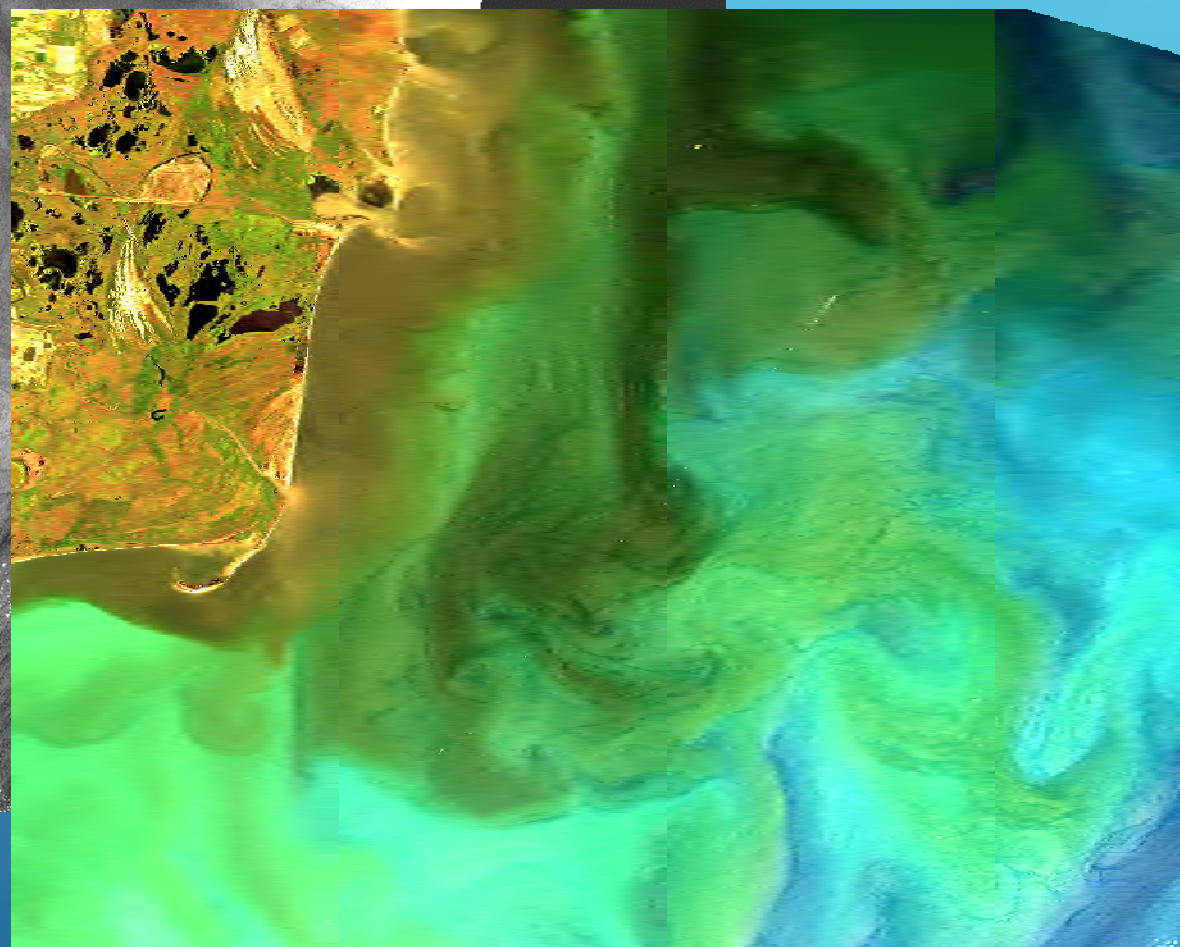
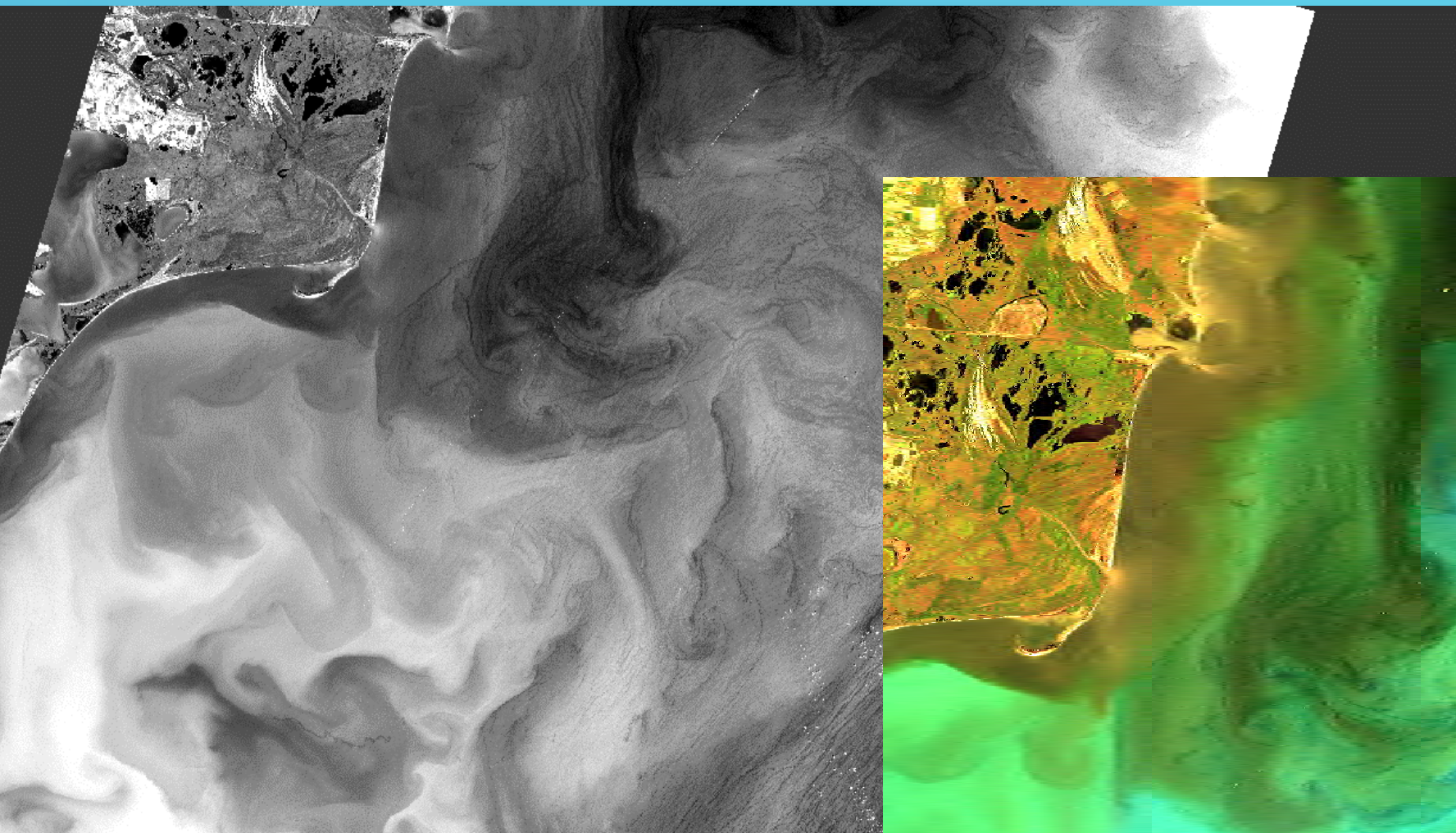
Landsat 8 11.04.2018



Landsat 8 panchromatic 13.10.2017



Landsat 8 panchromatic 7.06.2017



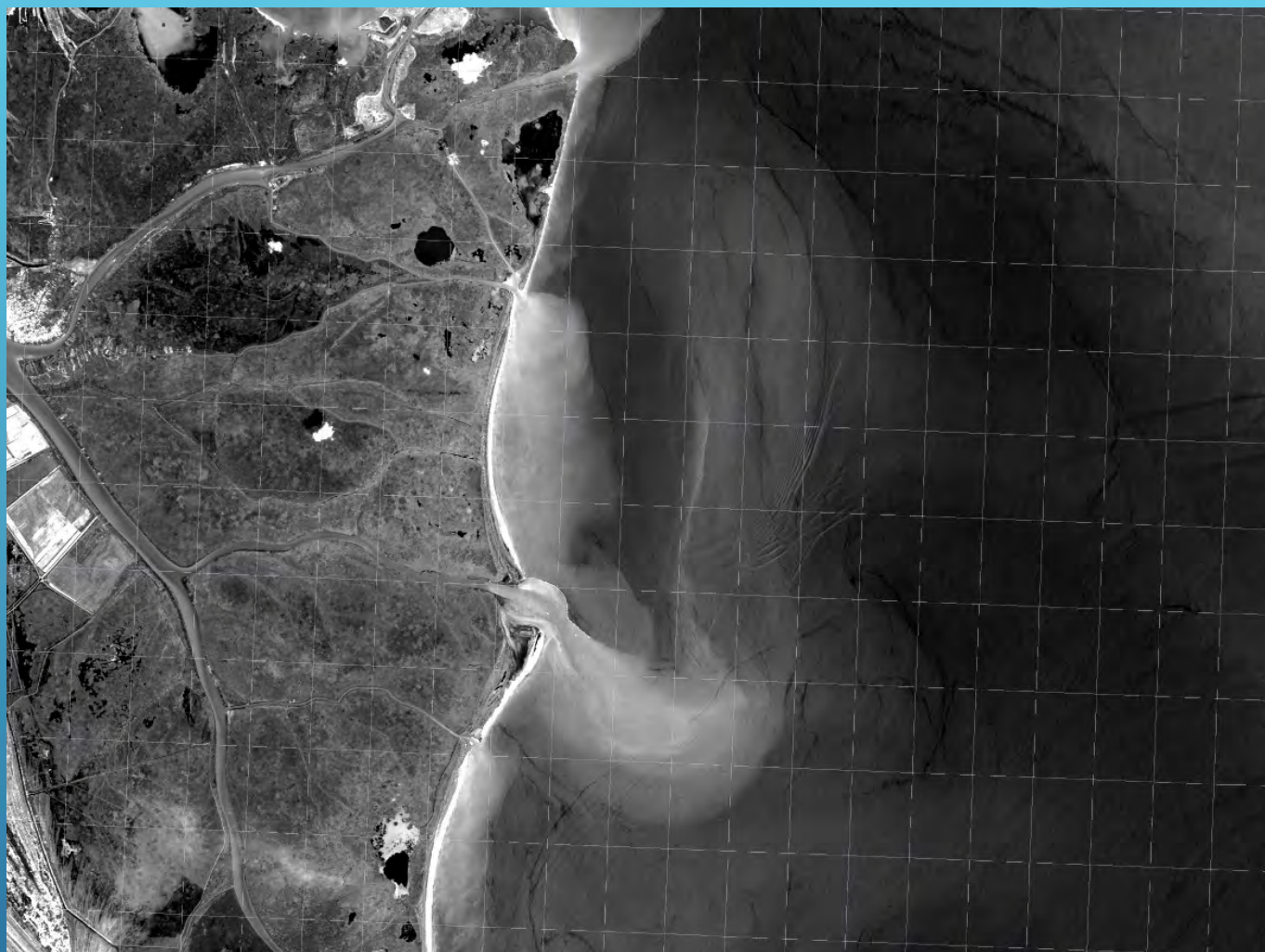
Landsat 8 30.06.2017



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 landscape featuring a vibrant blue lake in the foreground. In the background, there are rolling green mountains under a bright sky with scattered white clouds. Several seagulls are captured in flight: two are prominently shown in the upper center, one is on the right edge, and another is in the lower left. A small white sailboat is visible on the lake's surface in the distance. The overall atmosphere is peaceful and natural.

Спасибо за внимание.