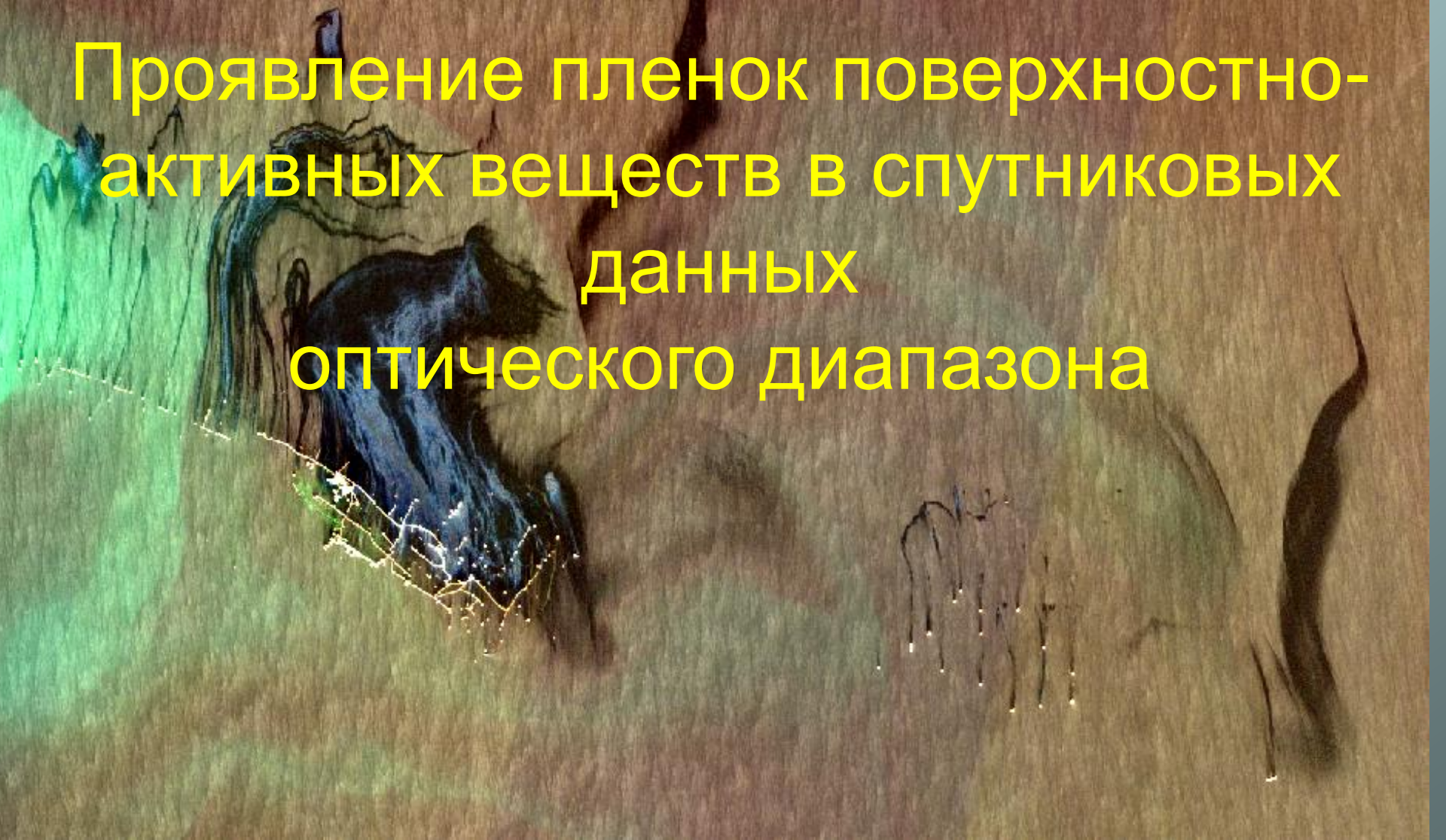




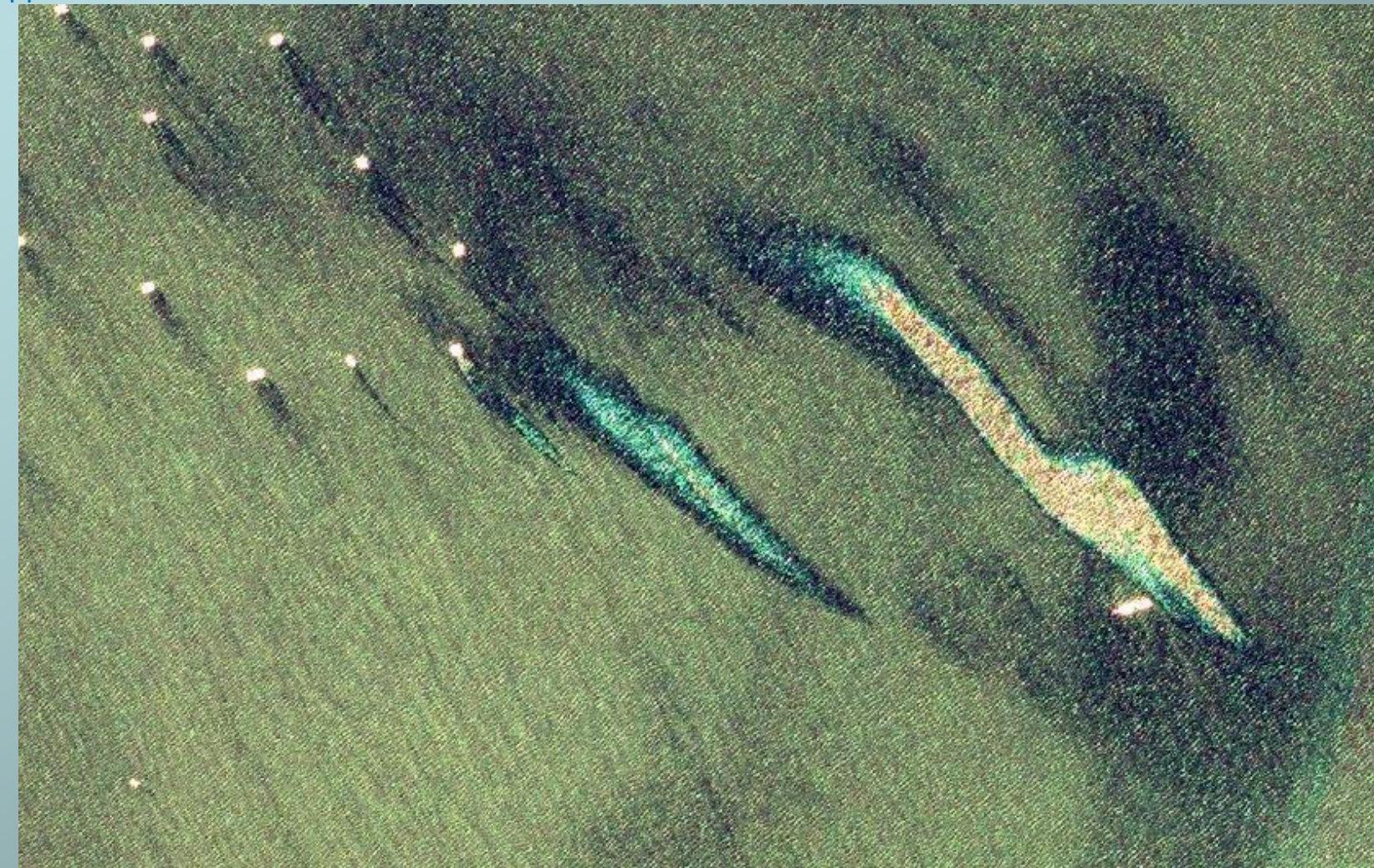
Проявление пленок поверхностно-активных веществ в спутниковых данных оптического диапазона

Станичный С.В. (МГИ РАН, Севастополь)

Пленки ПАВ проявляются на оптических снимках благодаря двум факторам:

- отличием коэффициента отражения чистой морской поверхности от коэффициента отражения системы «вода-пленка»
- изменением геометрии поверхности моря, причиной которого являются отличные упругие свойства ПАВ

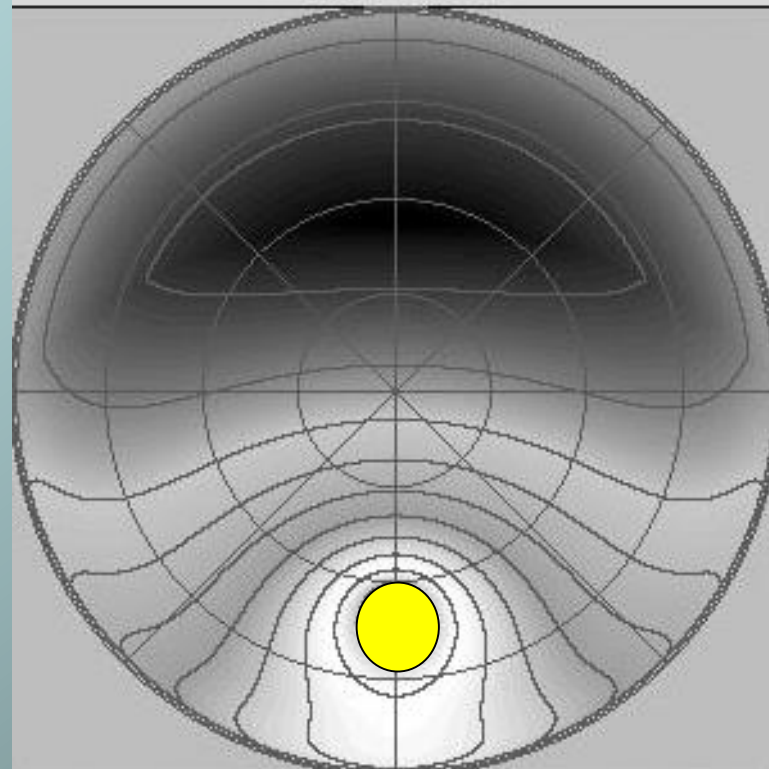
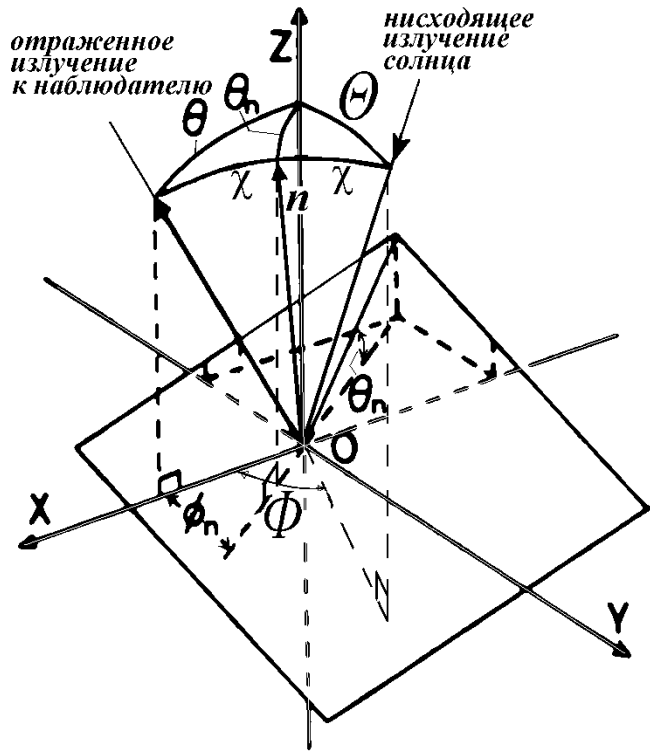
Оба этих фактора влияют на долю отраженной от поверхности моря составляющей интенсивности общего восходящего излучения, которое регистрируется оптическими датчиками.

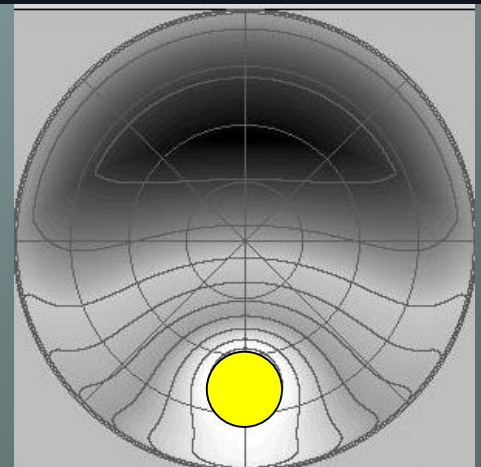
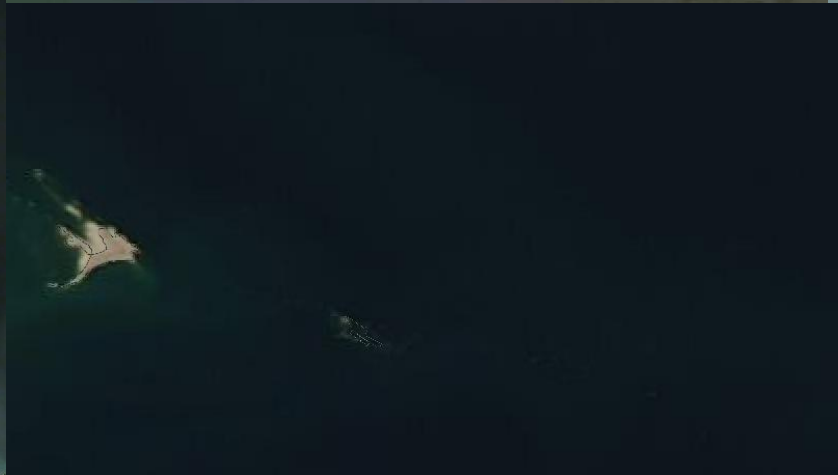


$$I_{\text{ref}} = R \cdot I_{\text{sky}}$$

Два фактора:

- Изменение геометрии поверхности
- Изменение коэффициента отражения

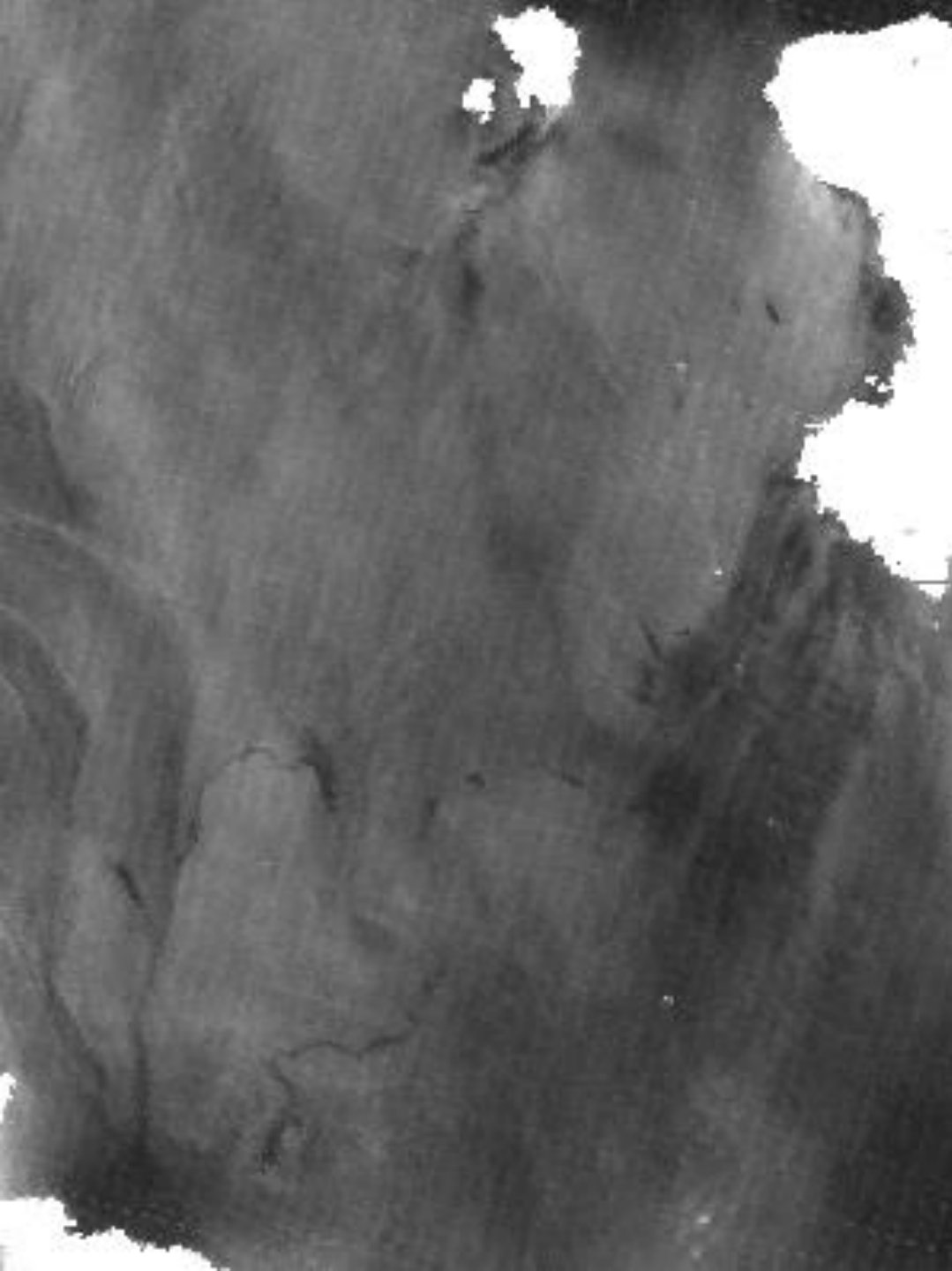




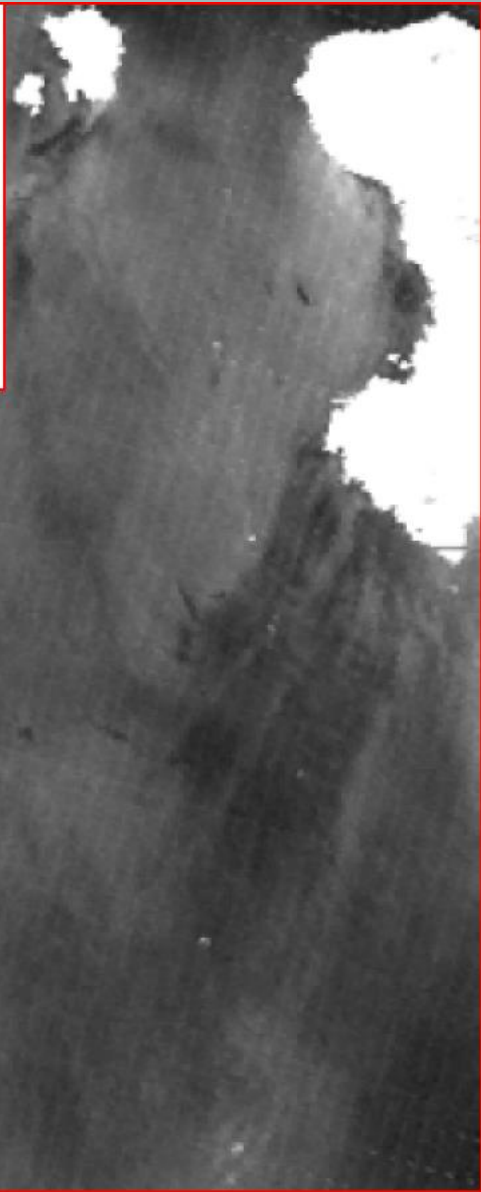
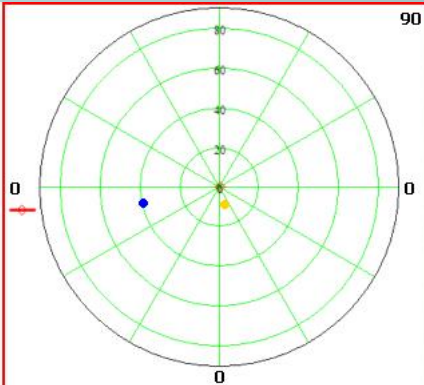
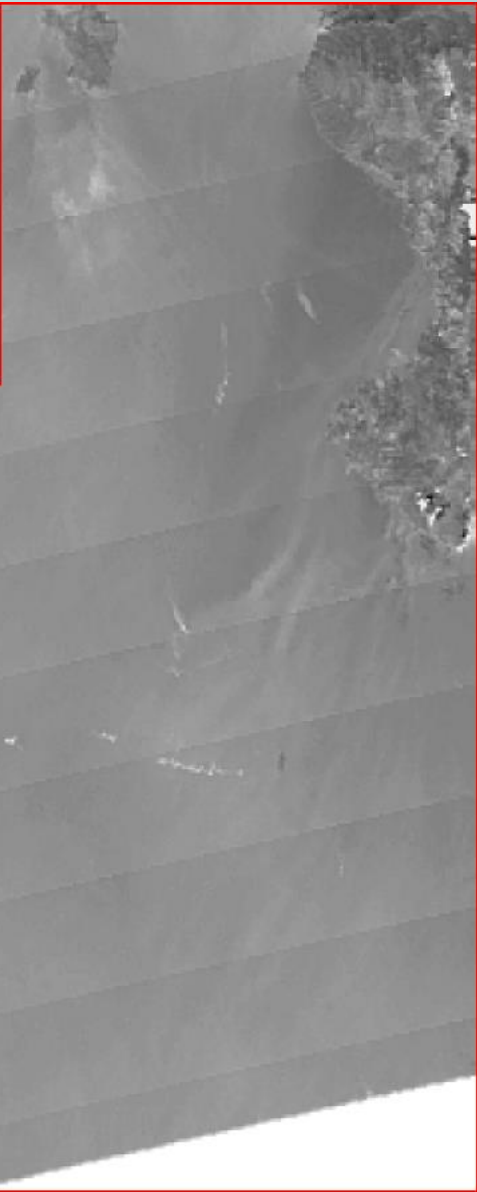
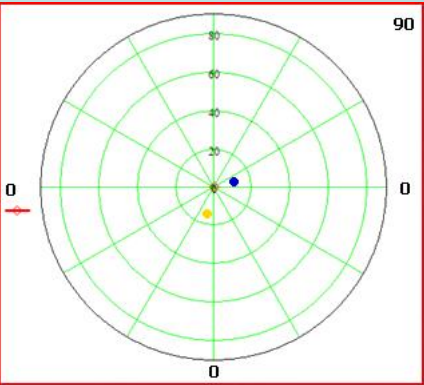




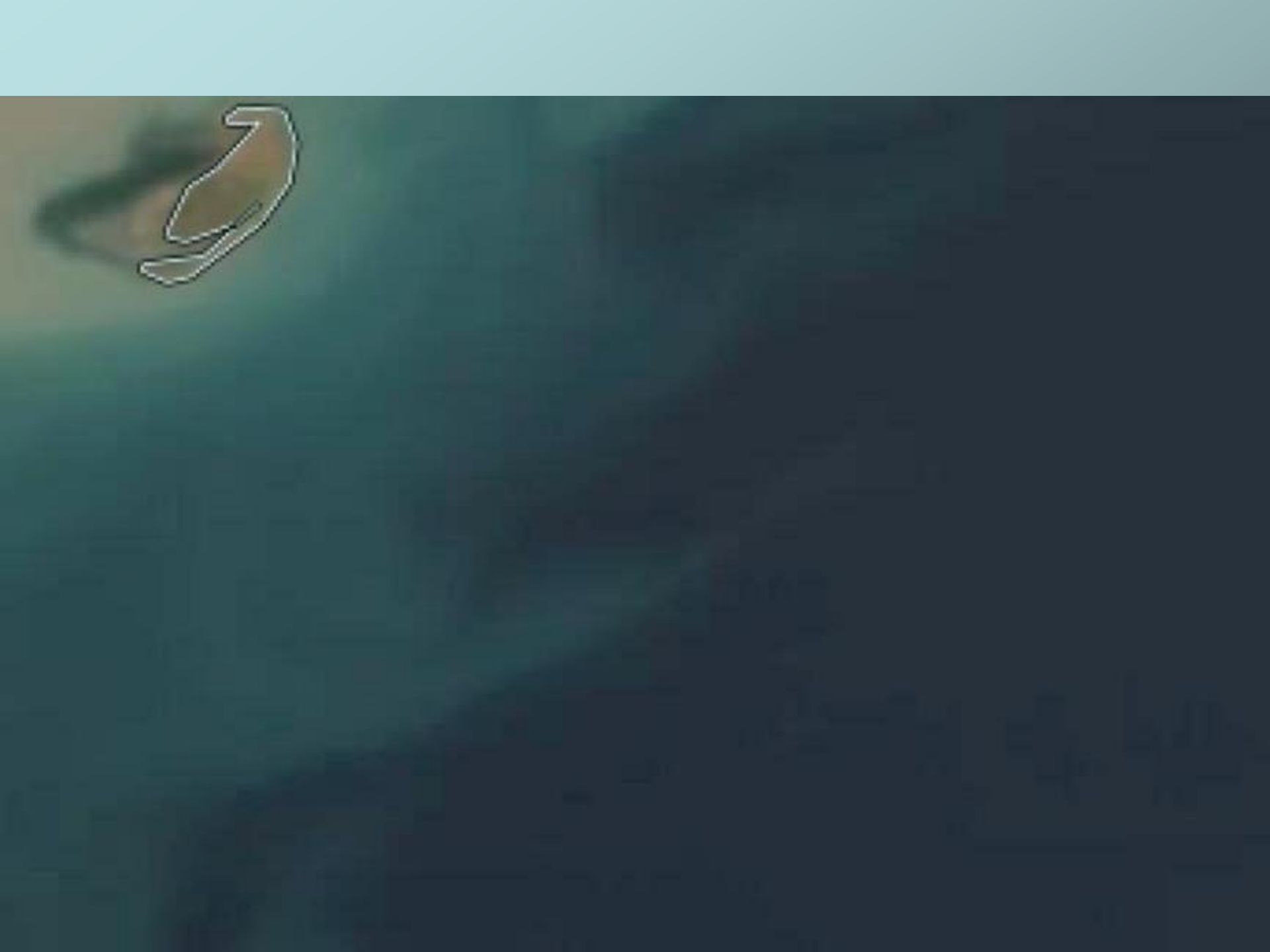
11-20 MODIS AQUA



9-40 MODIS TERRA

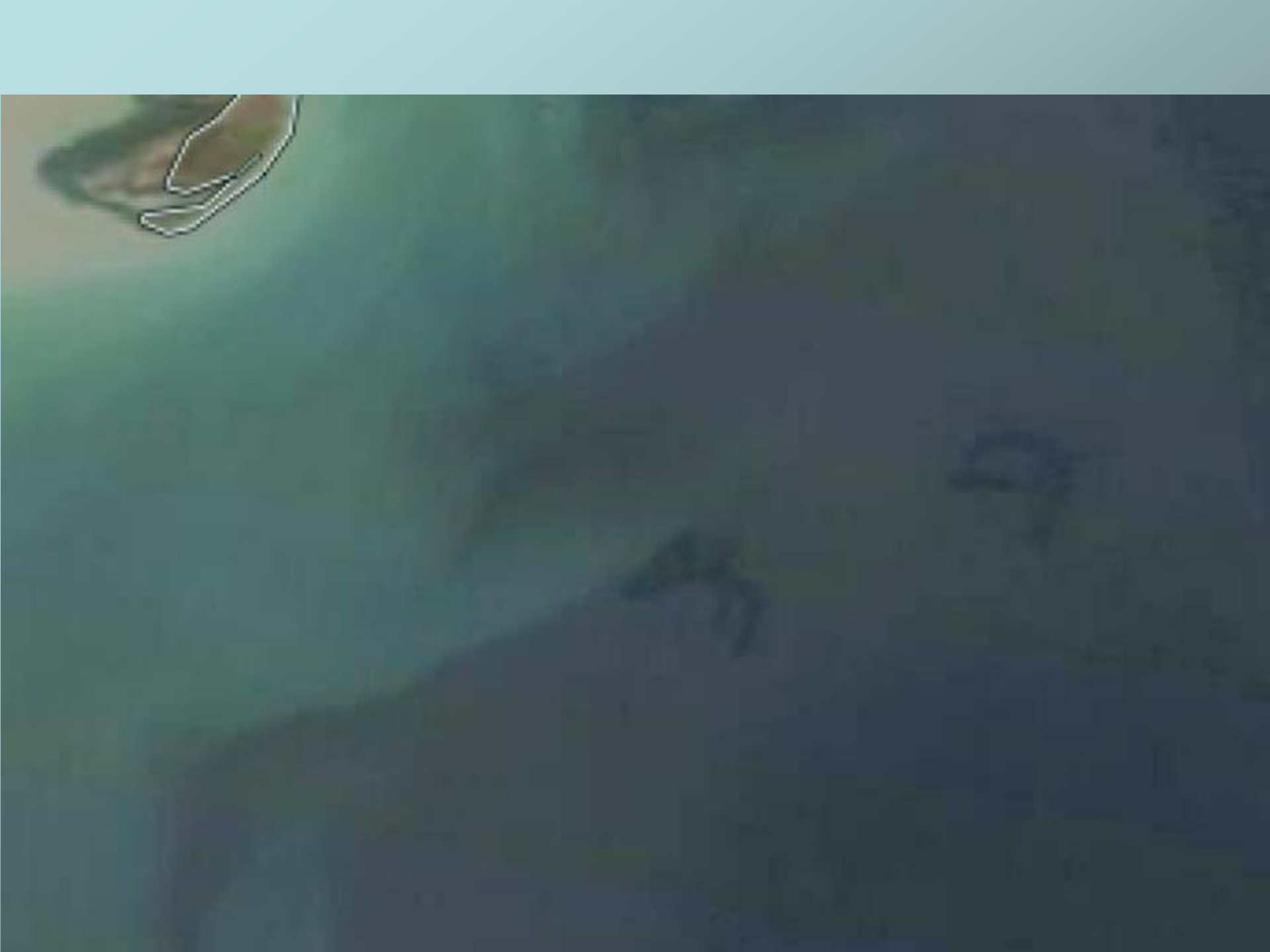


- - Видишь суслика?
- - Нет
- - И я не вижу. А он есть.



MODIS AQUA, MODIS TERRA, VIIRS
Различные условия наблюдений,
Инверсия контраста.

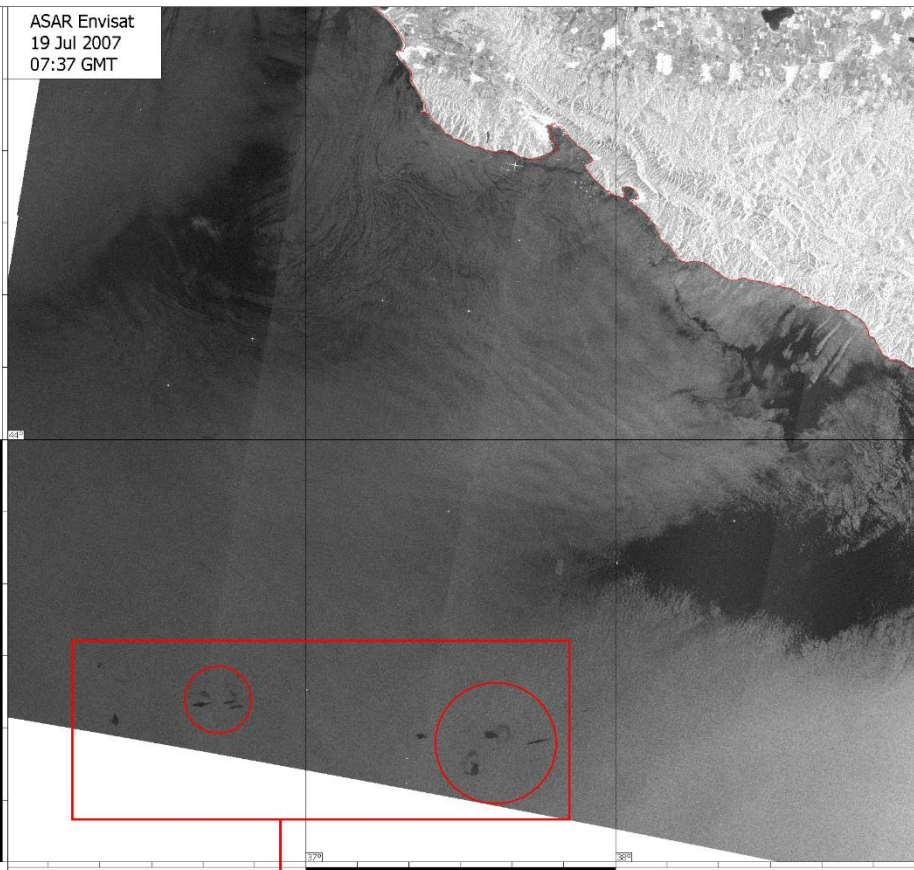




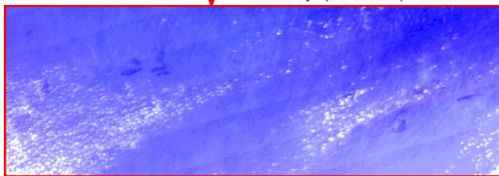
Учитывая, что максимальное излучение небосвода приходит от Солнца, важным фактором проявления ПАВ является взаимная геометрия наблюдения и положения Солнца. Так вблизи зеркальных углов (зона солнечного блика) уменьшение шероховатости будет вызывать увеличение отраженного солнечного излучения, а вне зоны прямого зеркального отражения, наоборот, уменьшение суммарного излучения регистрируемого датчиком радиометра. То есть в зоне солнечного блика области ПАВ будут иметь большую яркость, а вне зоны блика меньшую по сравнению с окружающими областями. Очевидно, что в промежуточных зонах существует так называемая область инверсии контрастов, в которой изменение шероховатости не будет оказывать влияния на отраженный сигнал.



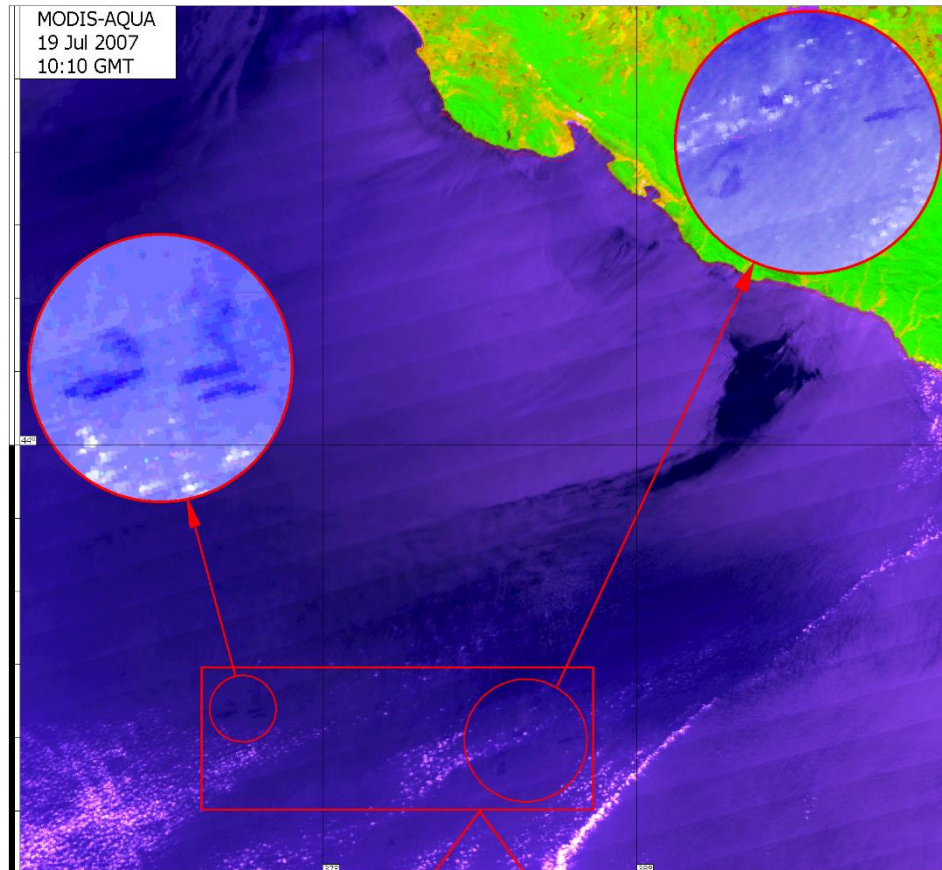
ASAR Envisat
19 Jul 2007
07:37 GMT



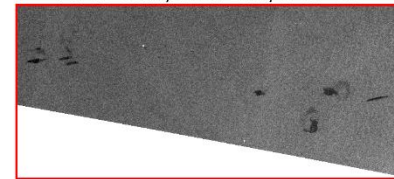
MODIS-AQUA, 19 Jul 2007, 10:10 GMT



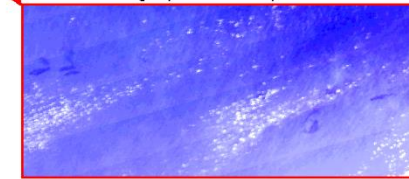
MODIS-AQUA
19 Jul 2007
10:10 GMT



ASAR Envisat, 19 Jul 2007, 07:37 GMT

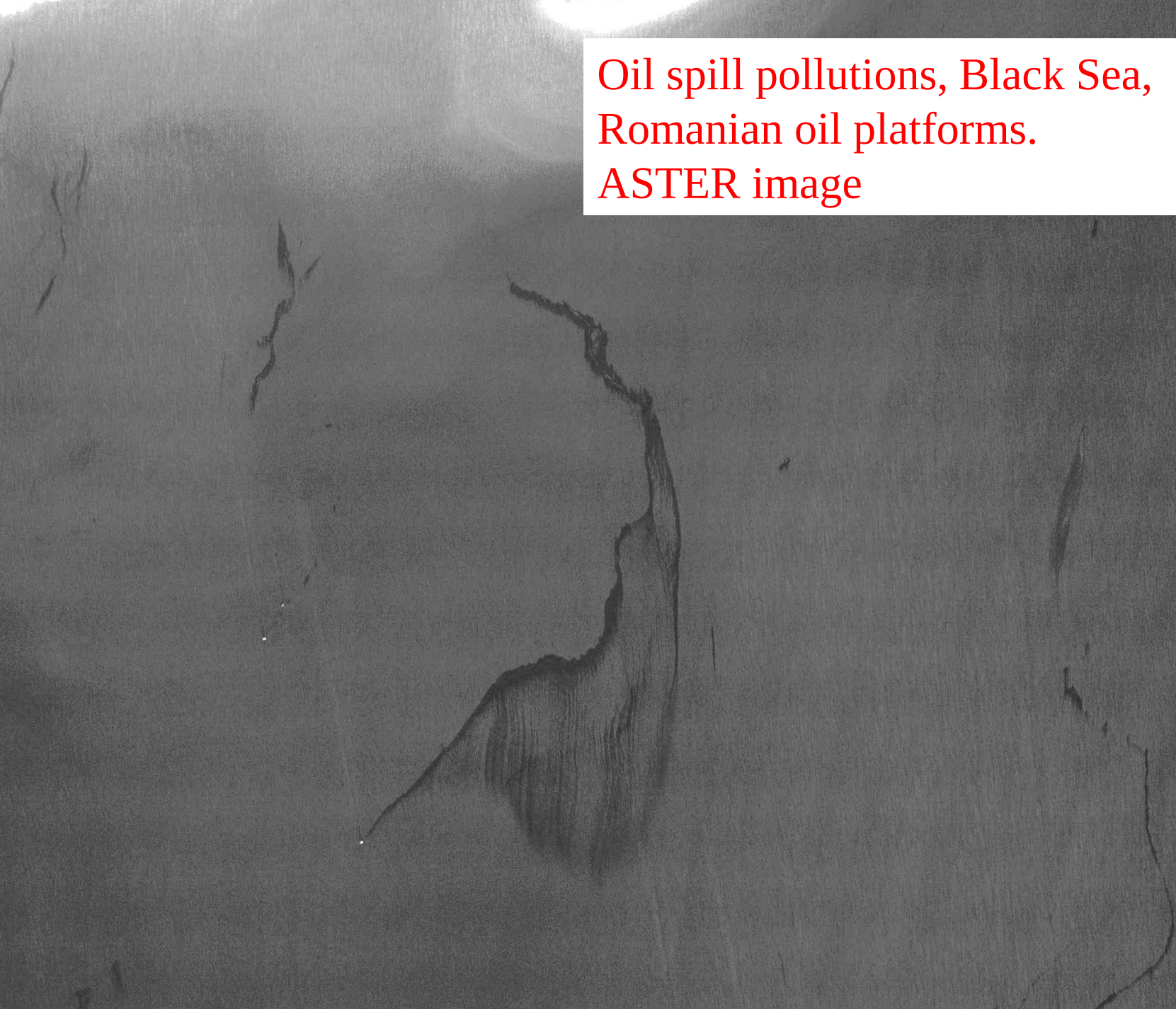


MODIS-AQUA, 19 Jul 2007, 10:10 GMT



ASAR and MODIS (in sun glitter pattern) data detect oil pollution by ship discharge

Oil spill pollutions, Black Sea,
Romanian oil platforms.
ASTER image

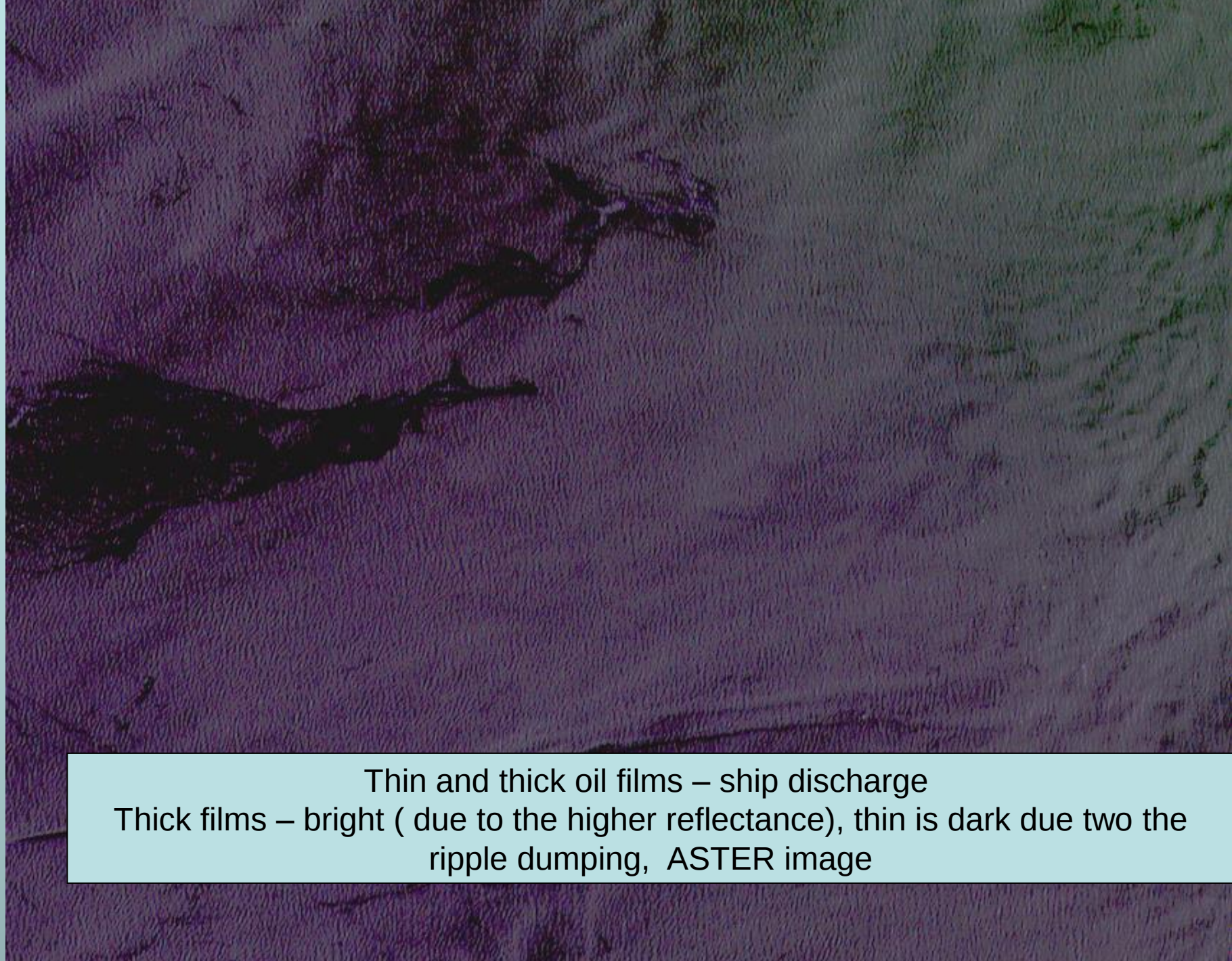


Platform



Airplane foto of the platform
with oil slick , 2008

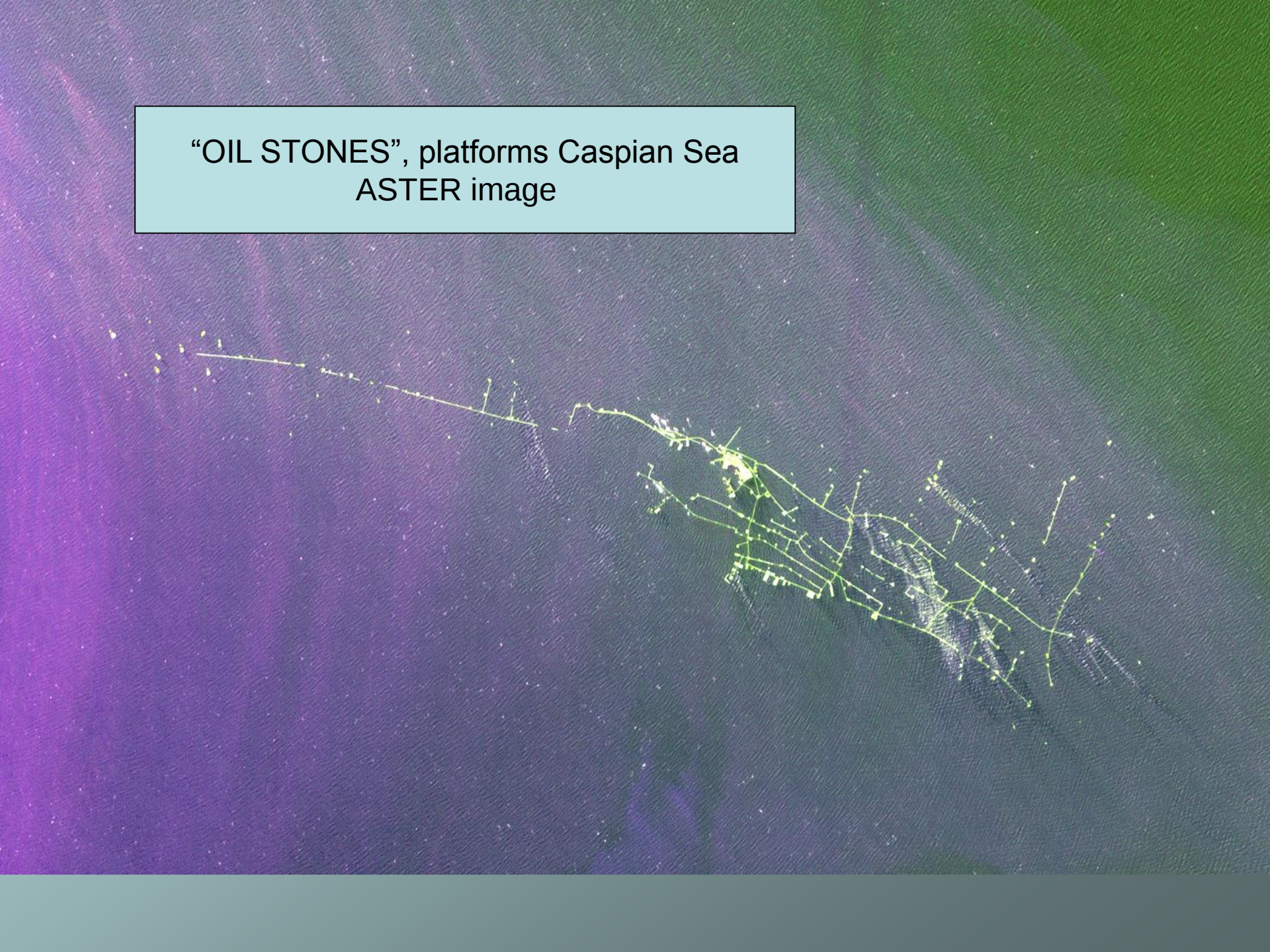




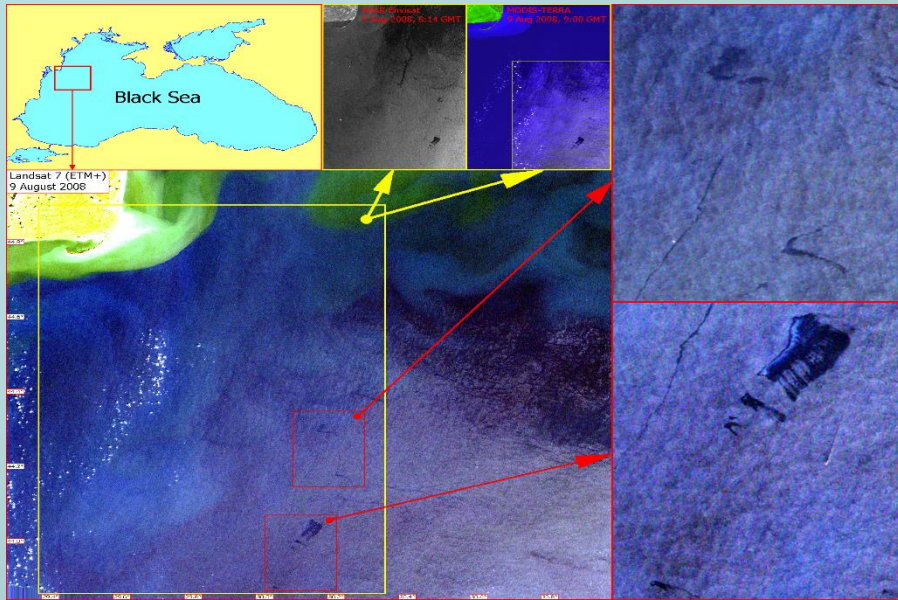
Thin and thick oil films – ship discharge

Thick films – bright (due to the higher reflectance), thin is dark due two the ripple dumping, ASTER image

“OIL STONES”, platforms Caspian Sea
ASTER image



Oil spill appearance in optical data

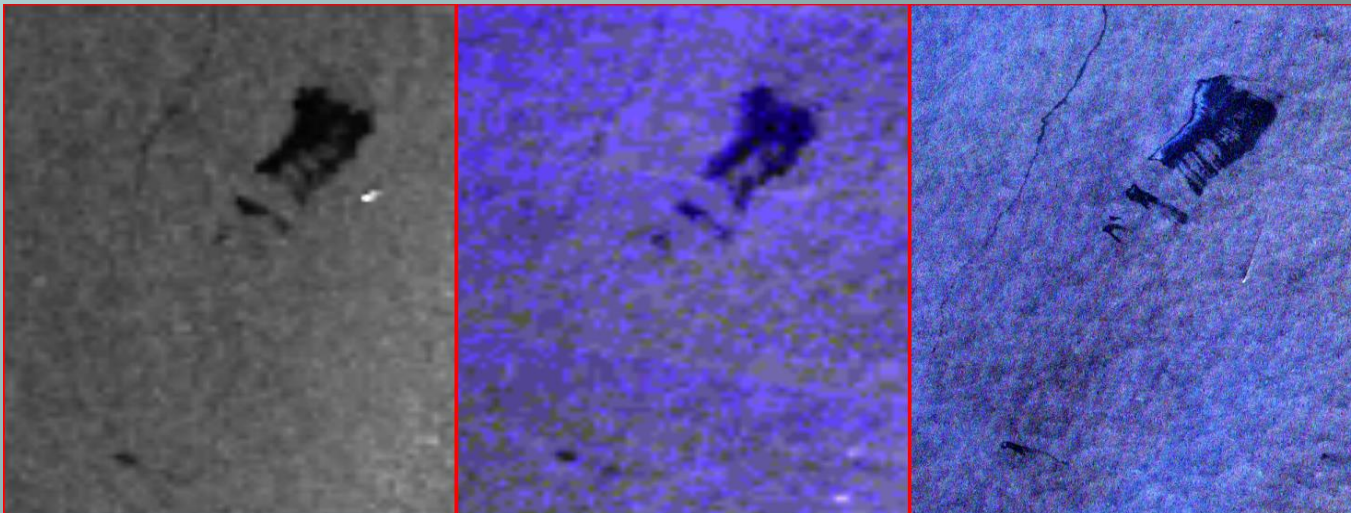


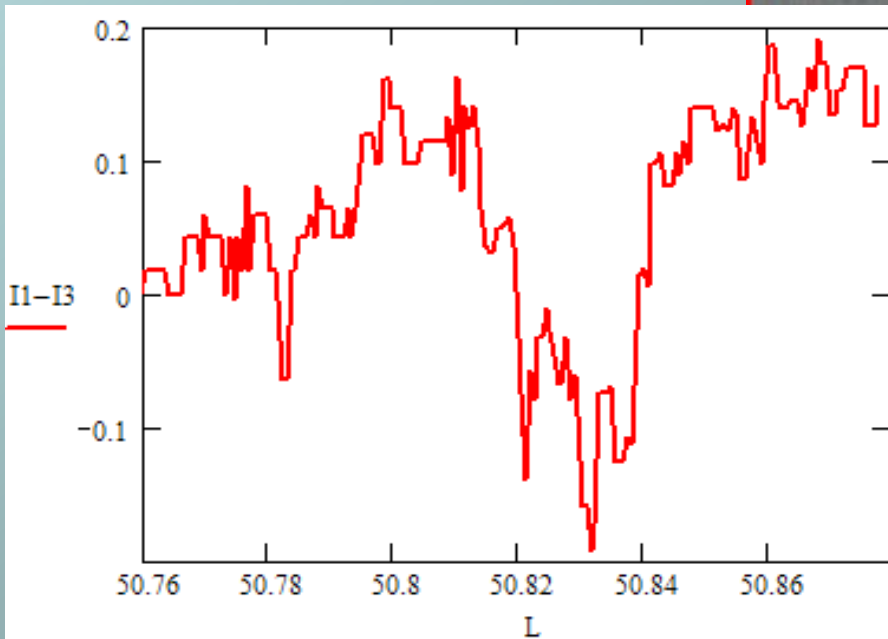
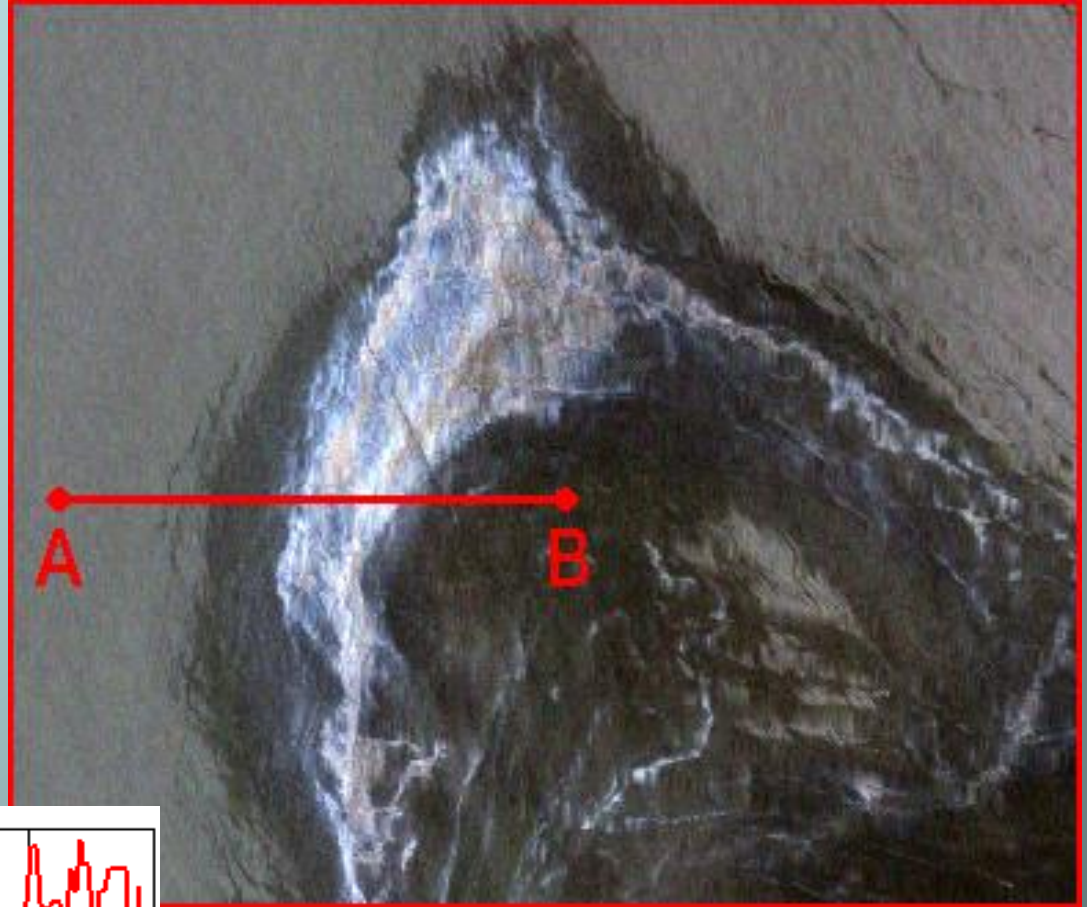
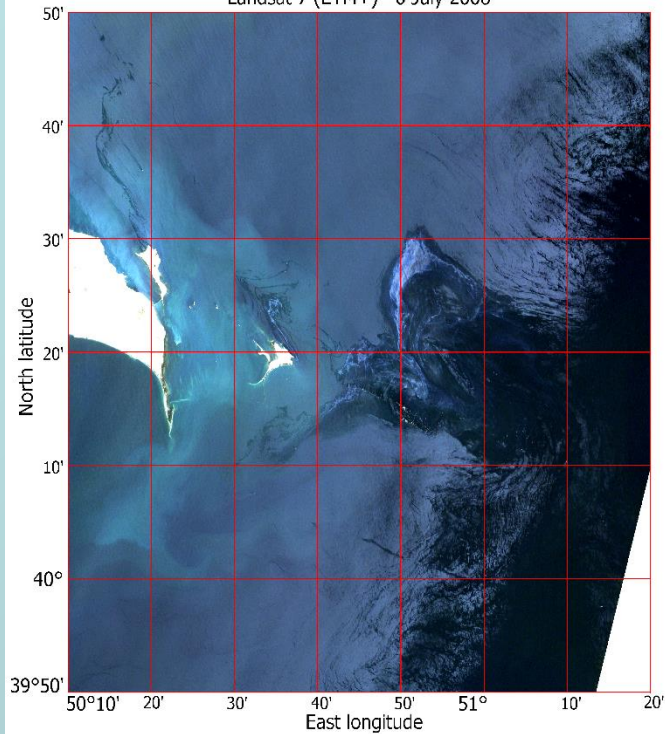
На данных Landsat
видна область толстой пленки
с увеличенным отражением

ASAR

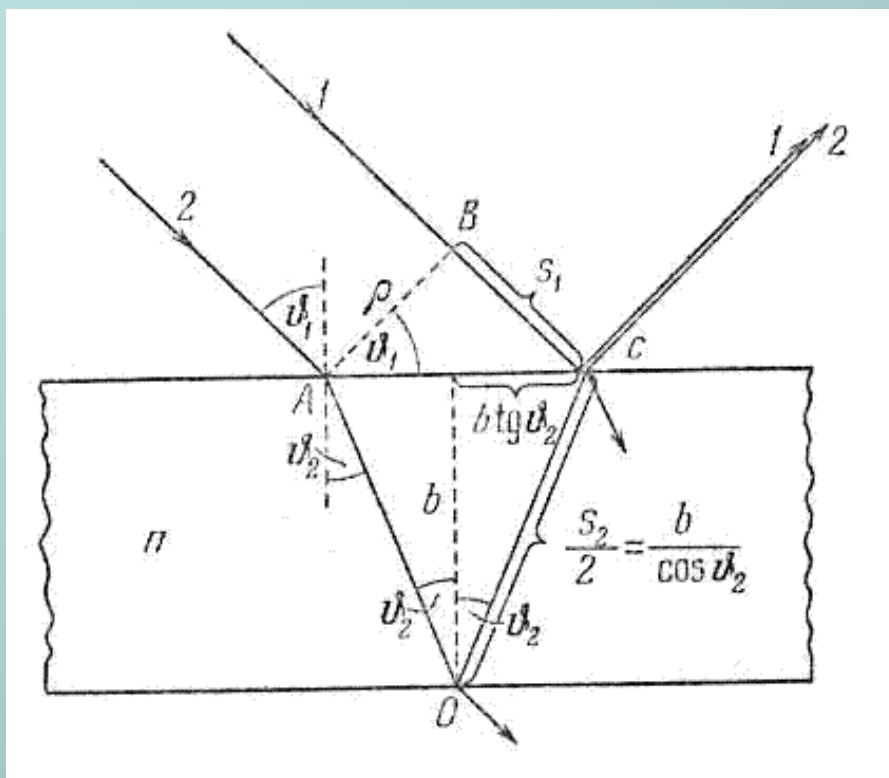
MODIS

Landsat





Разность спектральных контрастов
В 1 и 3м каналах сканера
0.45-0.51мкм
0.63-0.69 мкм



**Интерференция
Приводит к изменению
Коэффициента отражения
Системы вода-пленка**

В зависимости от толщины пленки коэффициент отражения может изменяться от коэффициента отражения воды ($n=1.33$, $R=0.02$)
До коэффициента отражения нефти ($n=1.65$, $R=0.06$)
Не меняющие отражение пленки - >0.1 мкм - тонкие



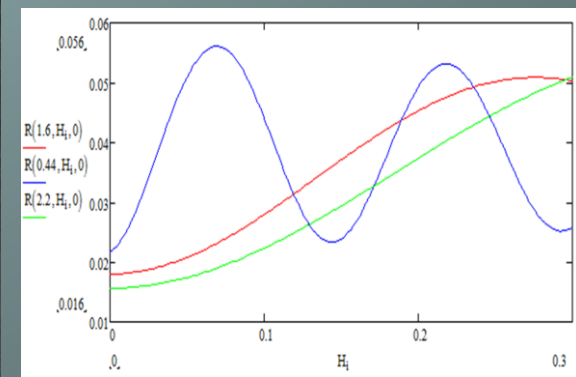
16.06.2020

0.4 MKM

Different size of the
bright fields



2.1 MKM



$$Nn := \sum_{i=0}^{NT} \left(N_i \cdot \Phi(I_i - 10750) \right)$$

$$Nn = 385$$

$$Ns := \sum_{i=0}^{NT} \left(N_i \cdot \Phi(10580 - I_i) \right)$$

$$Ns = 1.331 \times 10^3$$

$$Sn := Nn \cdot 900$$

$$Sn = 3.465 \times 10^5$$

$$Ss := Ns \cdot 900$$

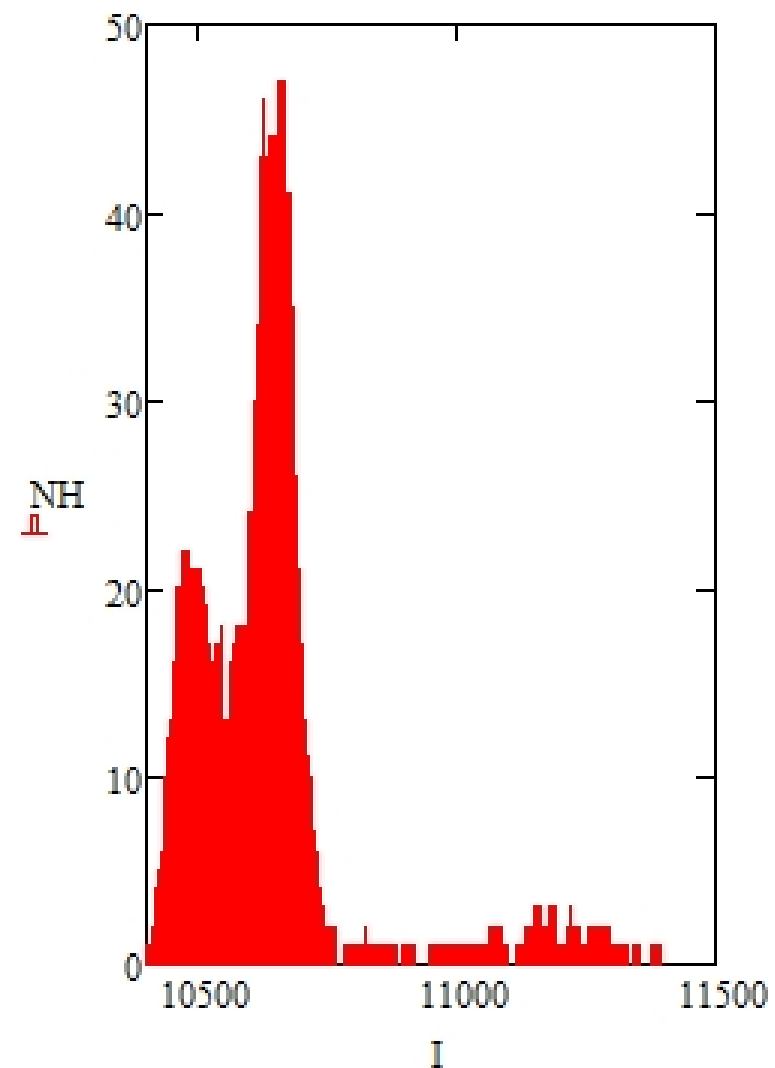
$$Ss = 1.198 \times 10^6$$

$$\text{Volume1} := Sn \cdot 0.4 \cdot 10^{-6}$$

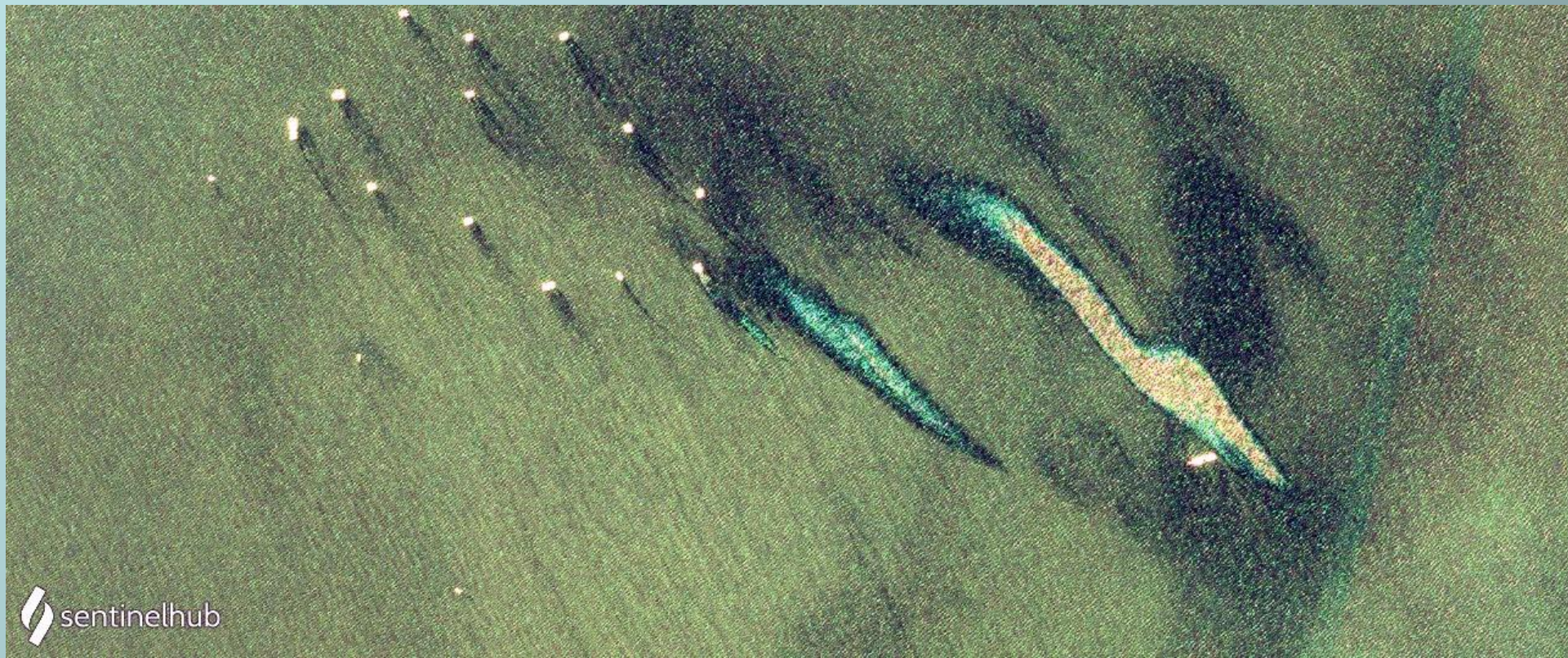
$$\text{Volume1} = 0.139$$

$$\text{Volume2} := Ss \cdot 0.1 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Volume2} = 0.12$$



RGB (2.1,.1.6, 0.8) film thickness left $\sim 0.25 \text{ мкм}$, right $> 0.35 \text{ мкм}$

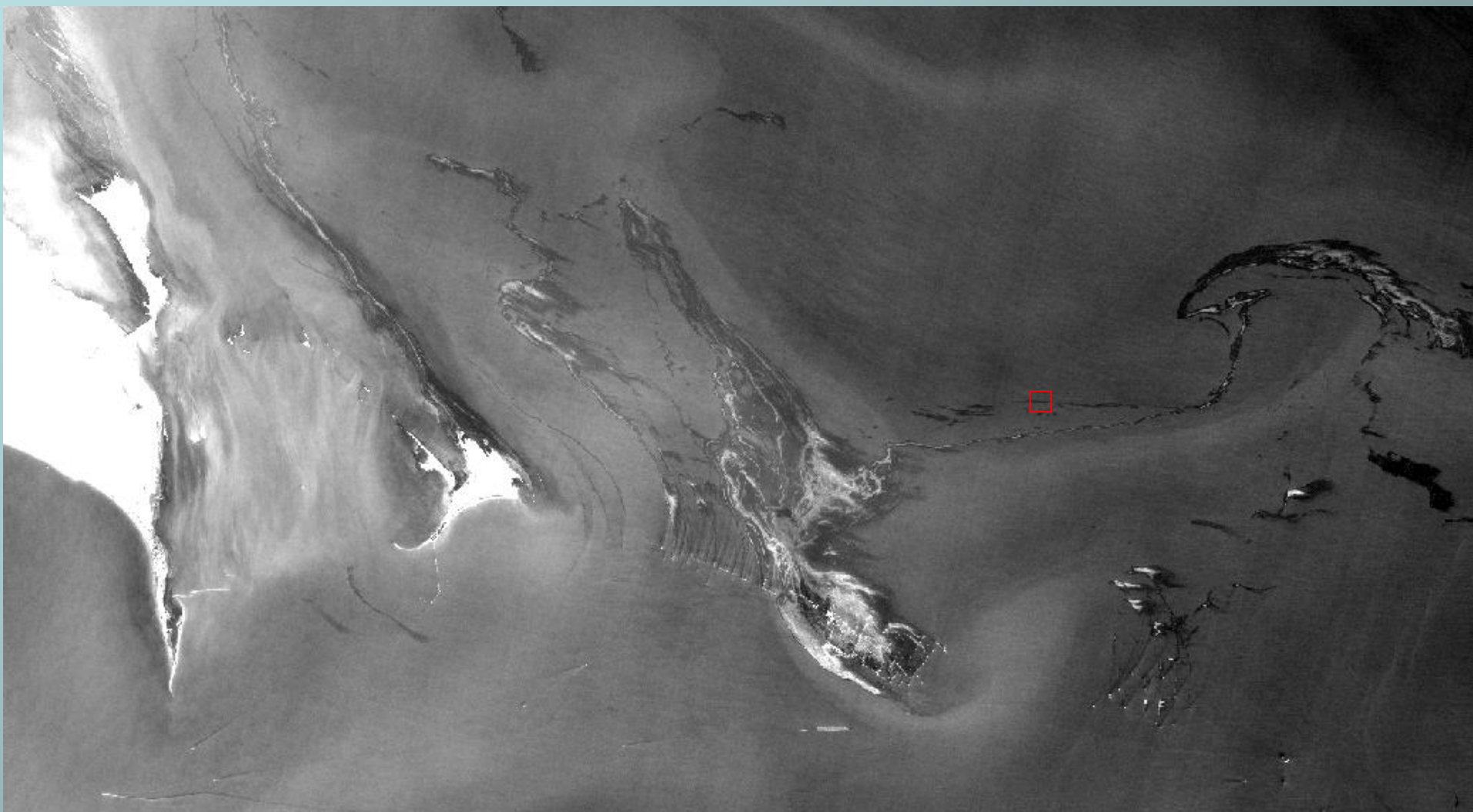


Water ($n=1.33$, $R=0.02$)

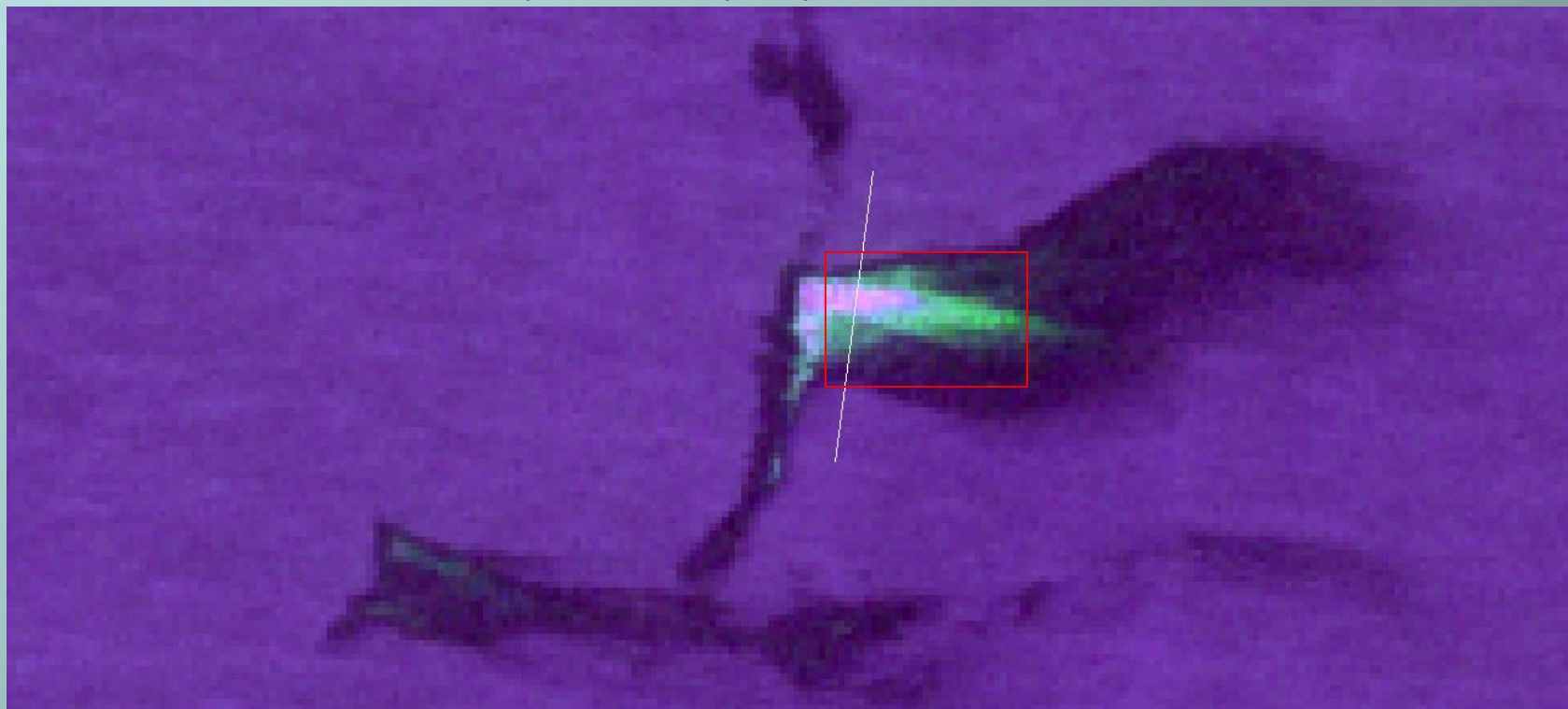
Oil ($n=1.65$, $R=0.06$)

films $< 0.05 \text{ мкм}$ – don't change reflection coefficient

снимок за 1 февраля 2015 в Каспийском море в
районе Нефтяных камней

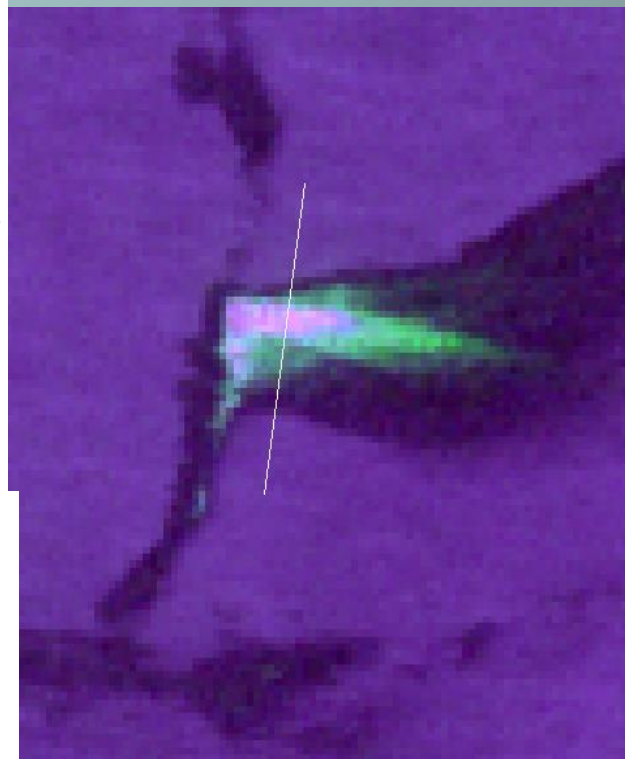
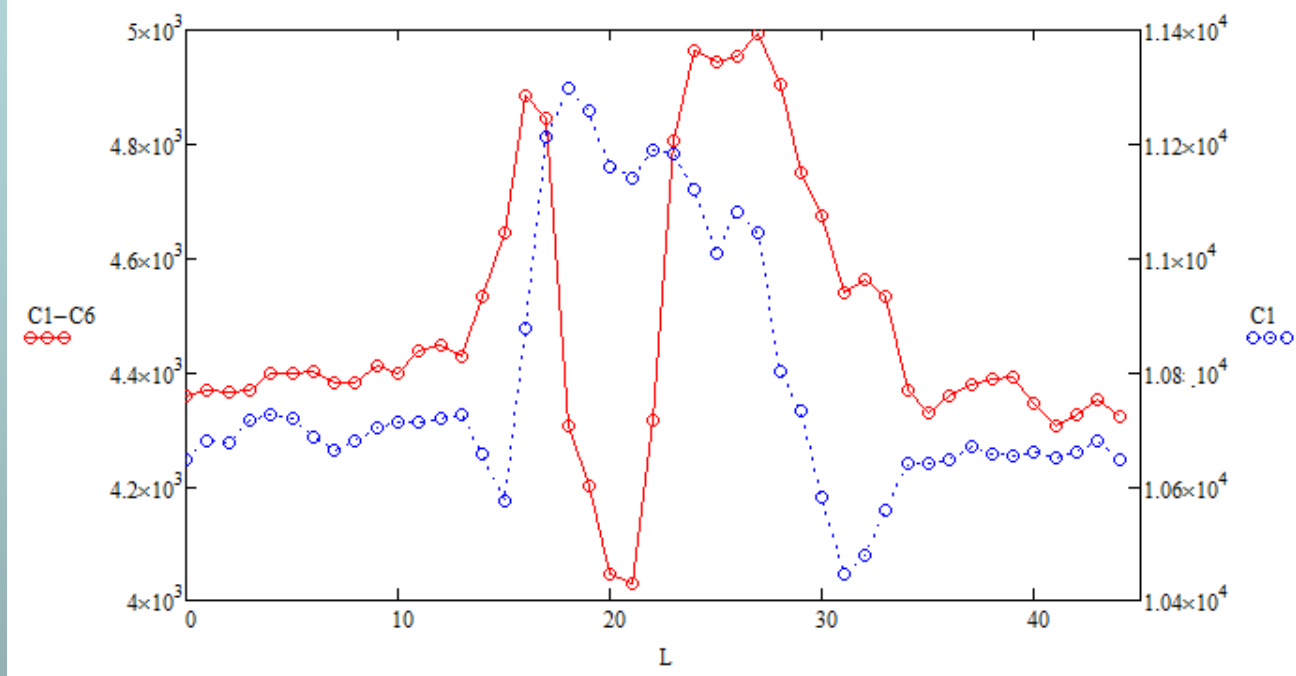
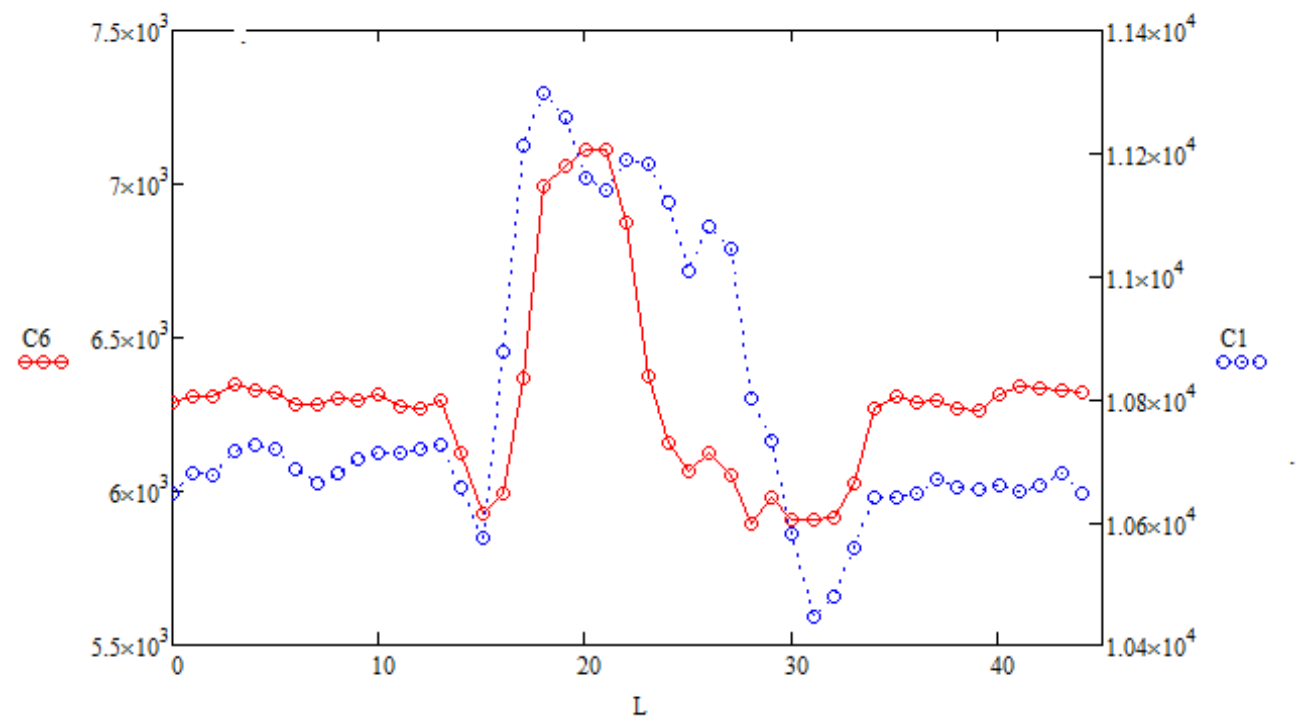


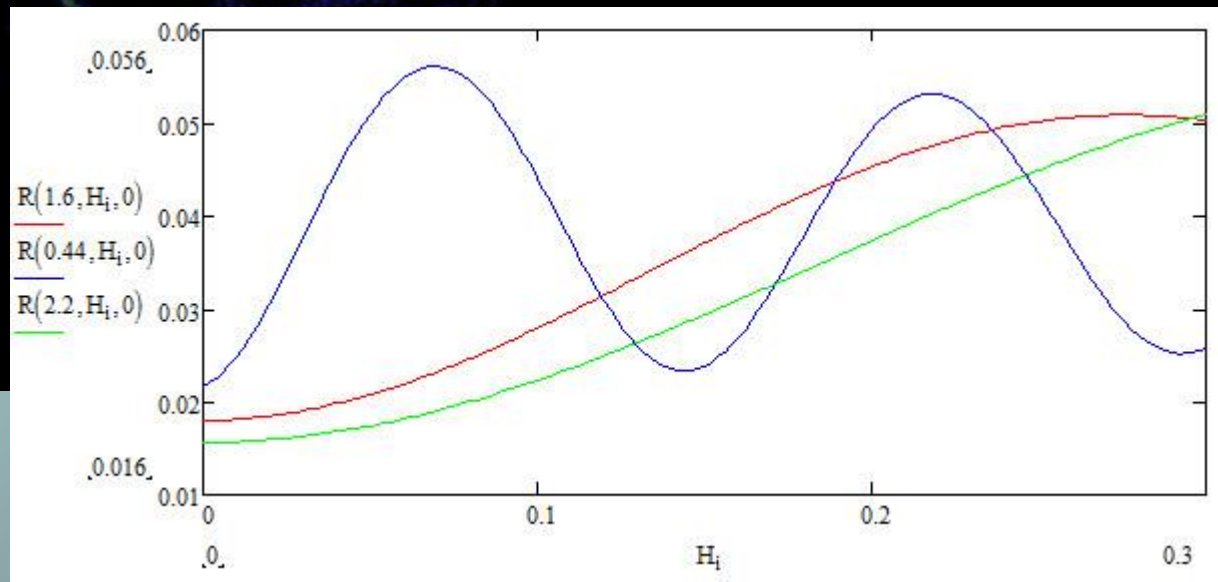
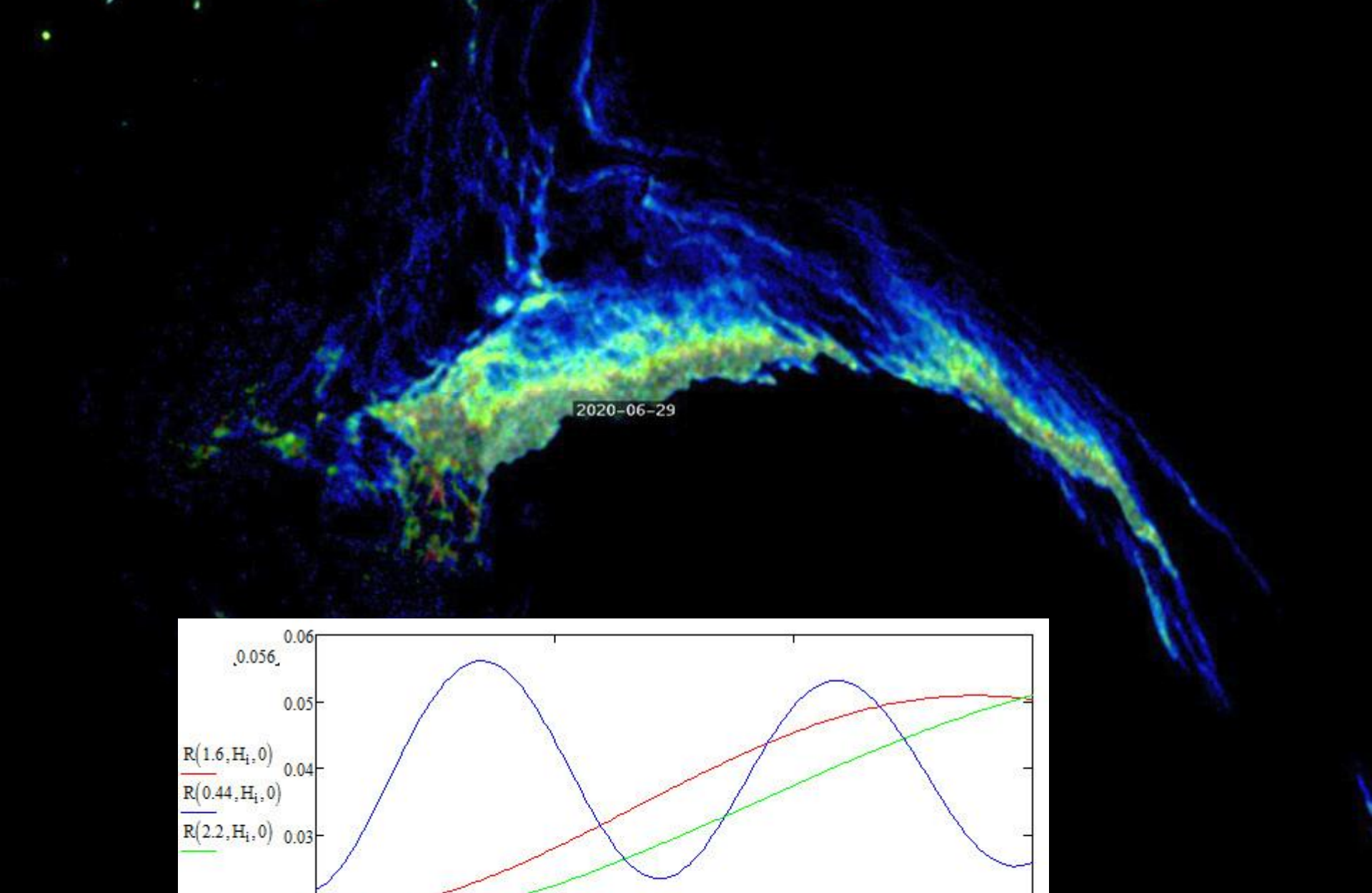
Расчет объема разлитой нефти при многоканальном подходе

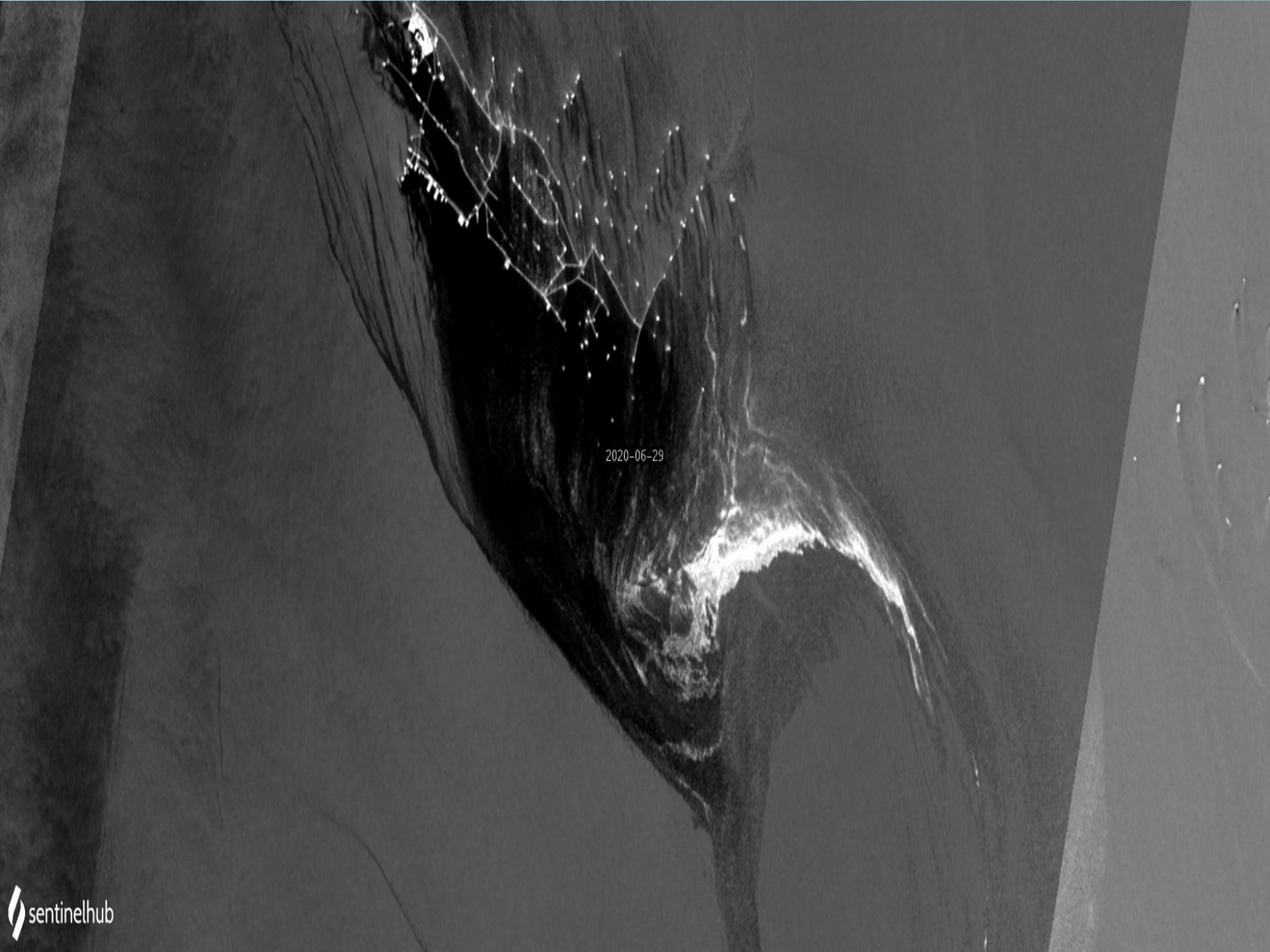


$$V = 0,109979 \text{ м}^3$$

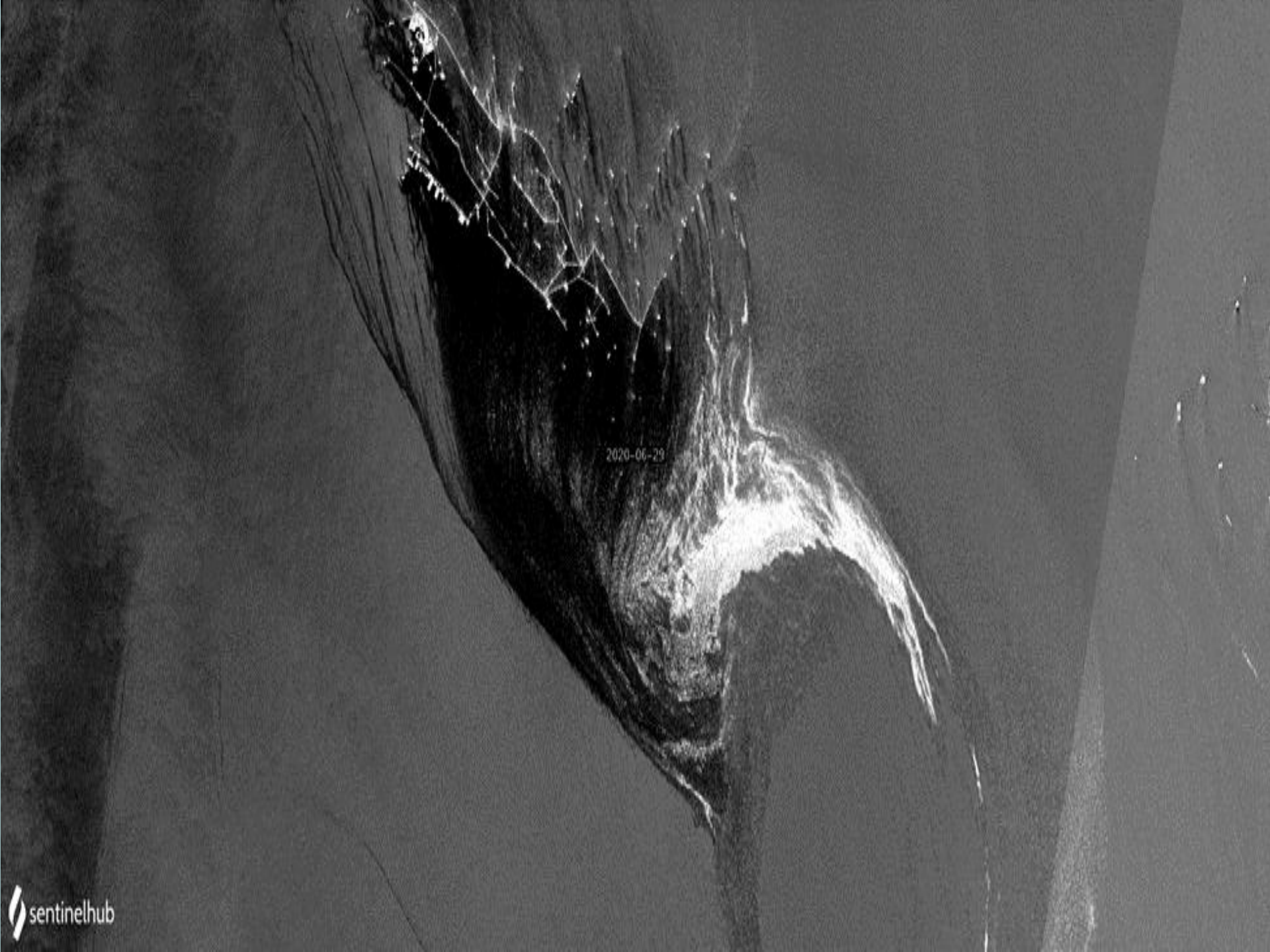
$$V = S_g H_1 + S_b H_6 + S_p H_7 + S_{s1} H$$



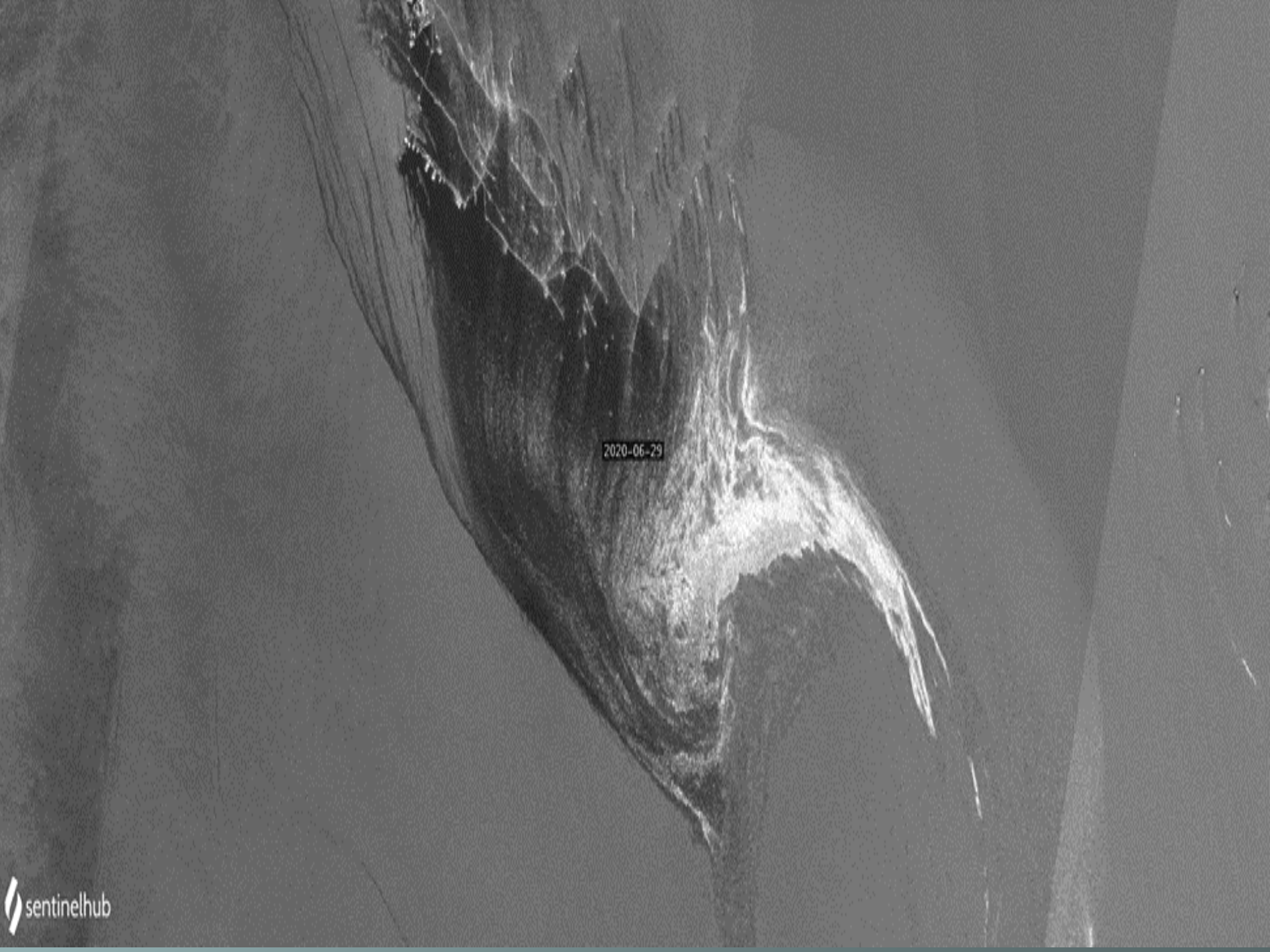




2020-06-29



2020-06-29



2020-06-29

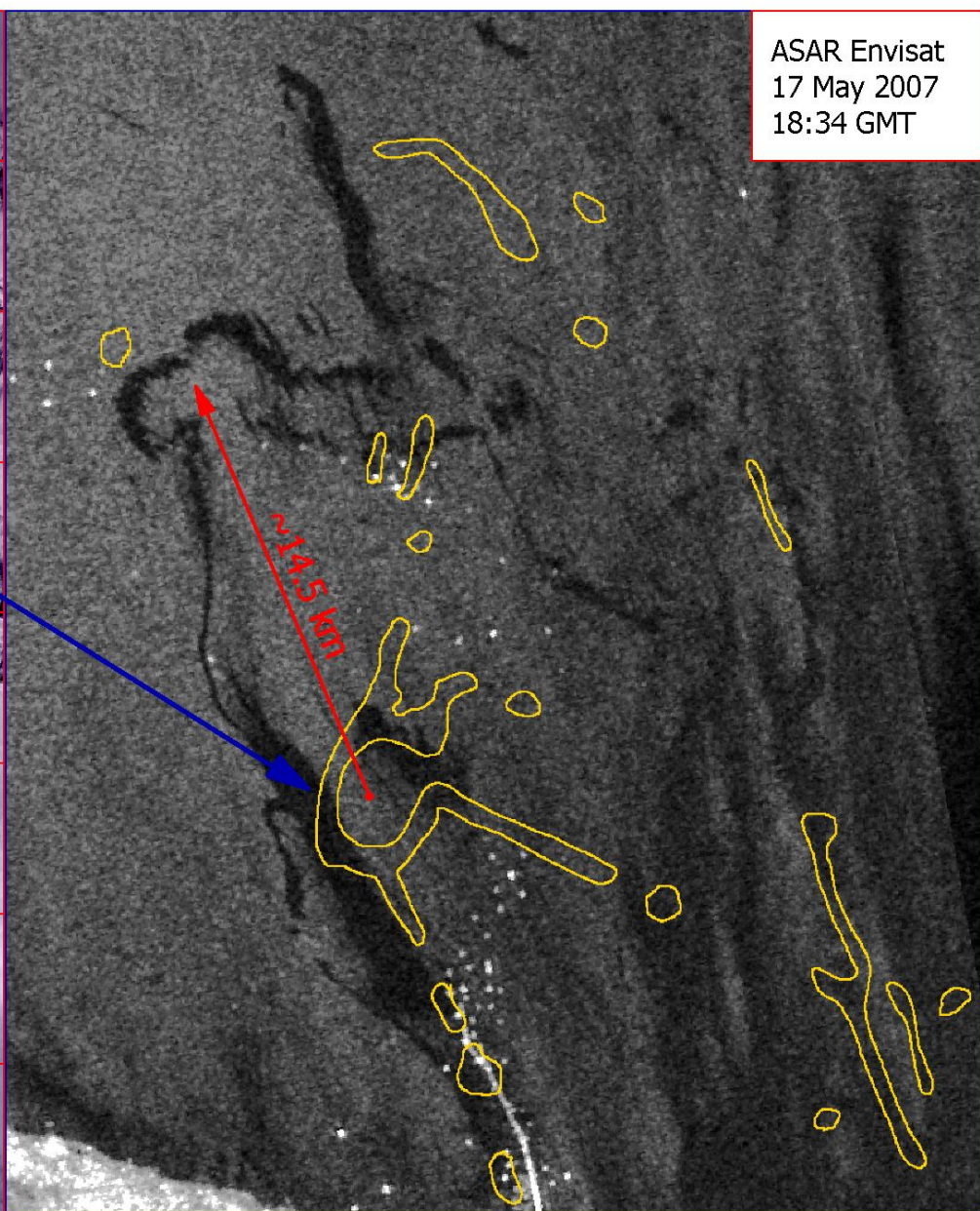
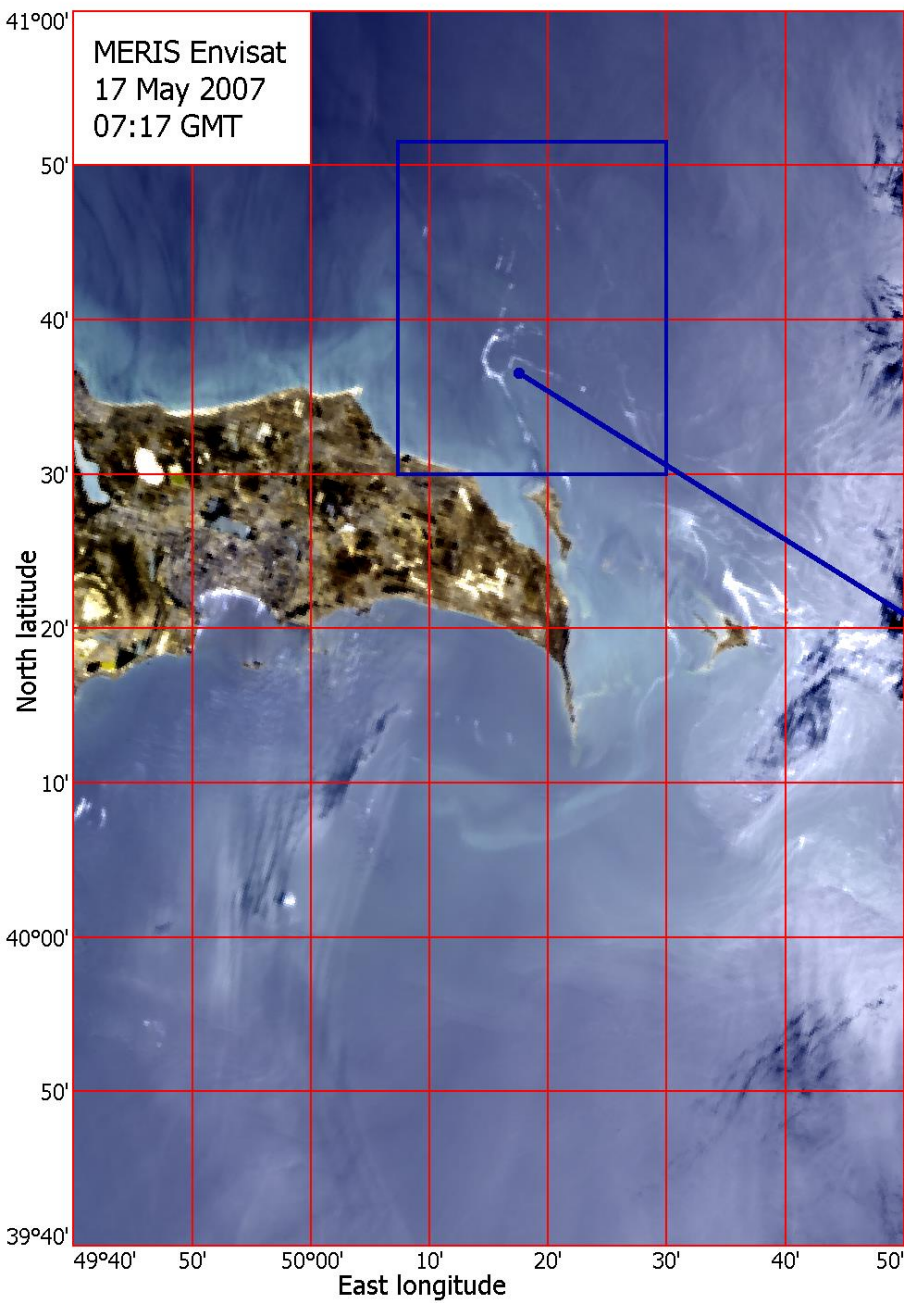


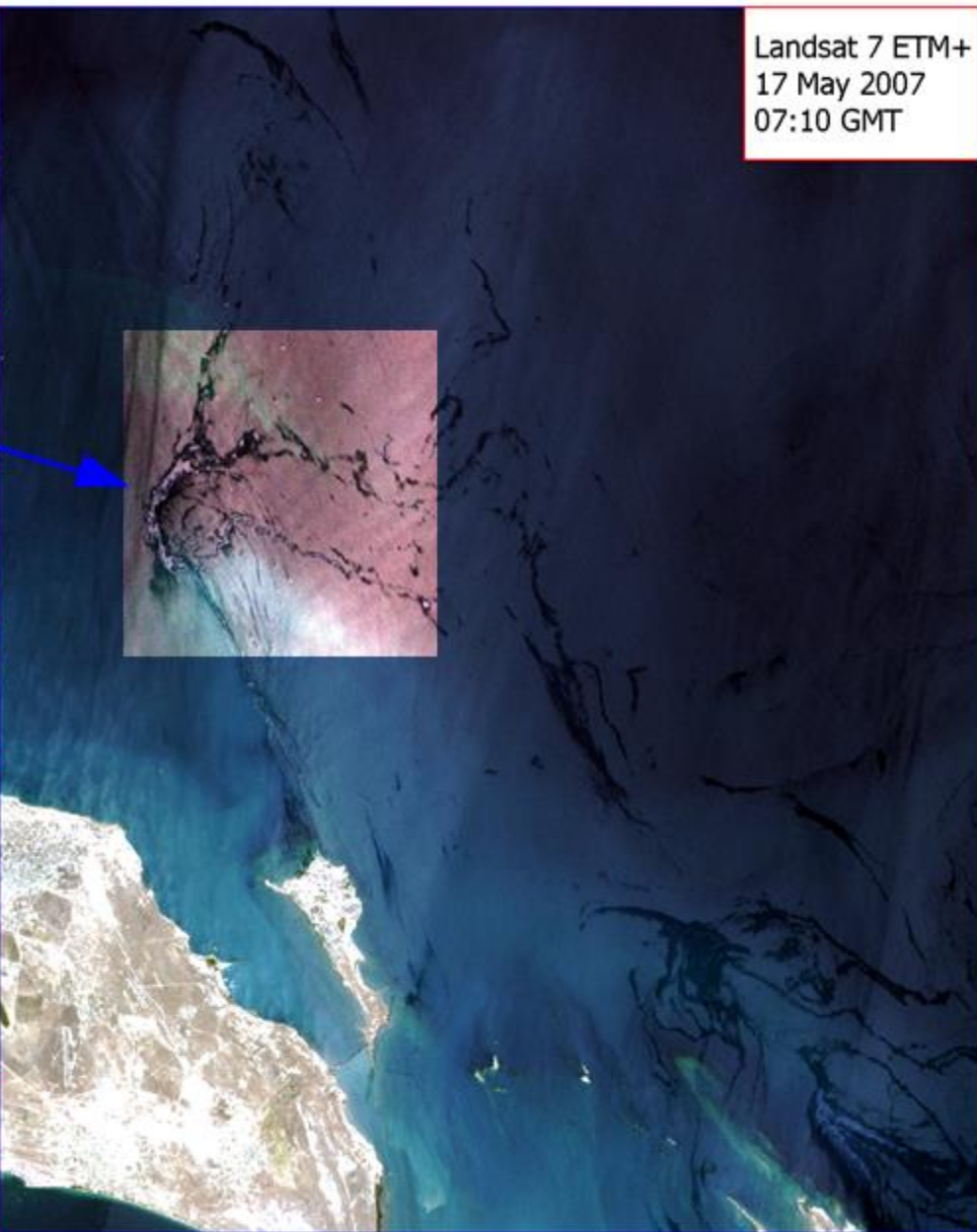
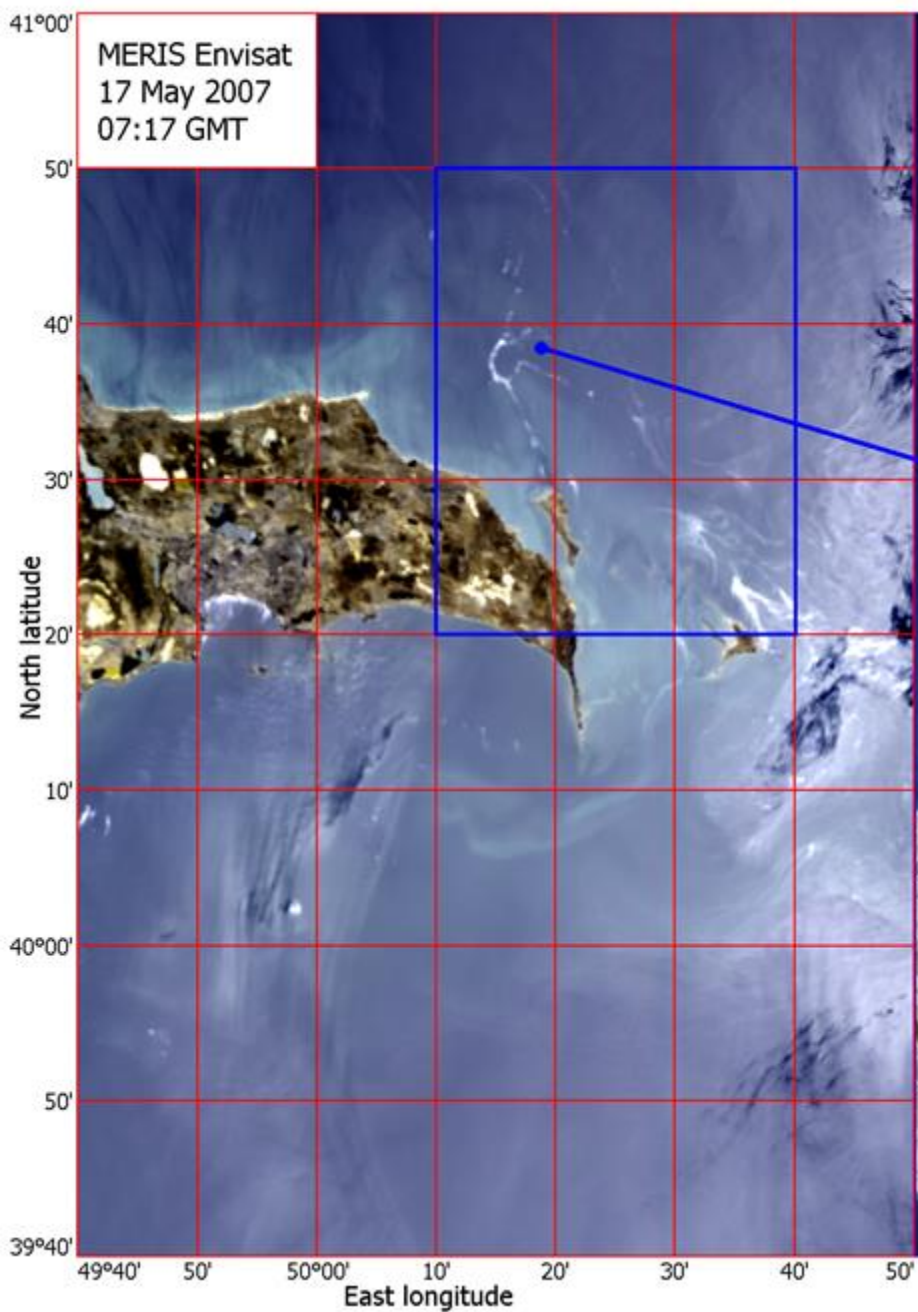


Neft Daşları

This is a satellite image of the Caspian Sea. Several oil spills are visible, highlighted in red and yellow. The largest spill is in the upper left, near the coast of Azerbaijan, and is labeled 'Neft Daşları'. Other smaller spills are visible further east and south. The sea is dark blue, and the surrounding land is visible in the top left corner.

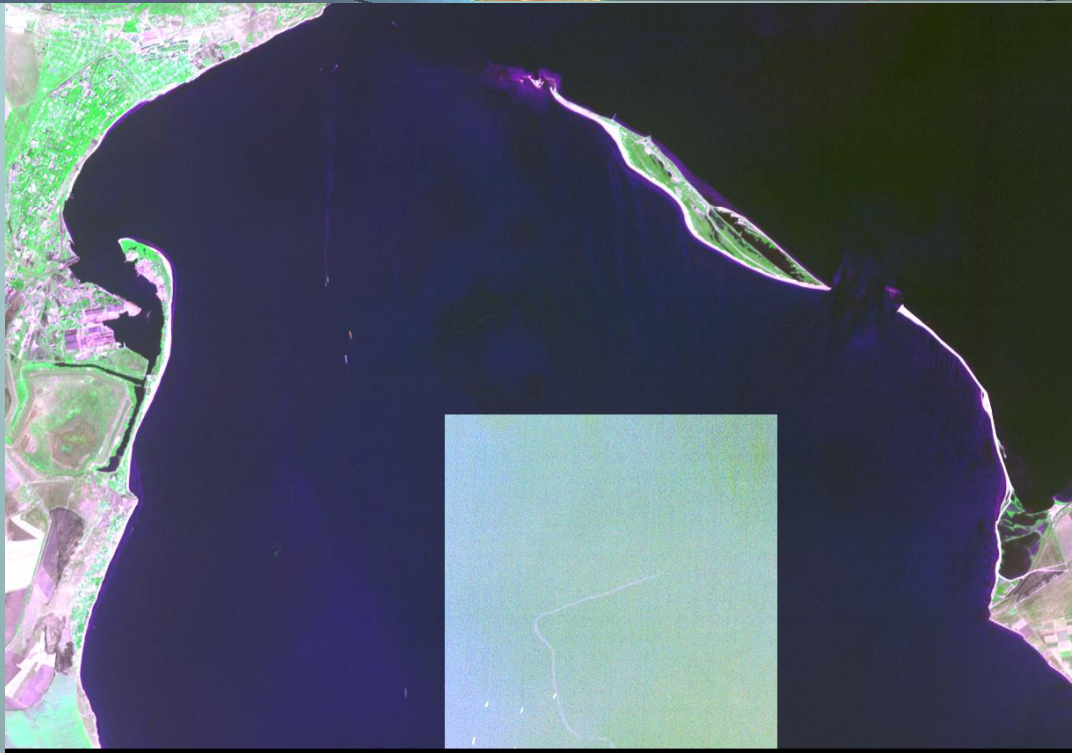
Для большого пятна $>2\text{м}^3$

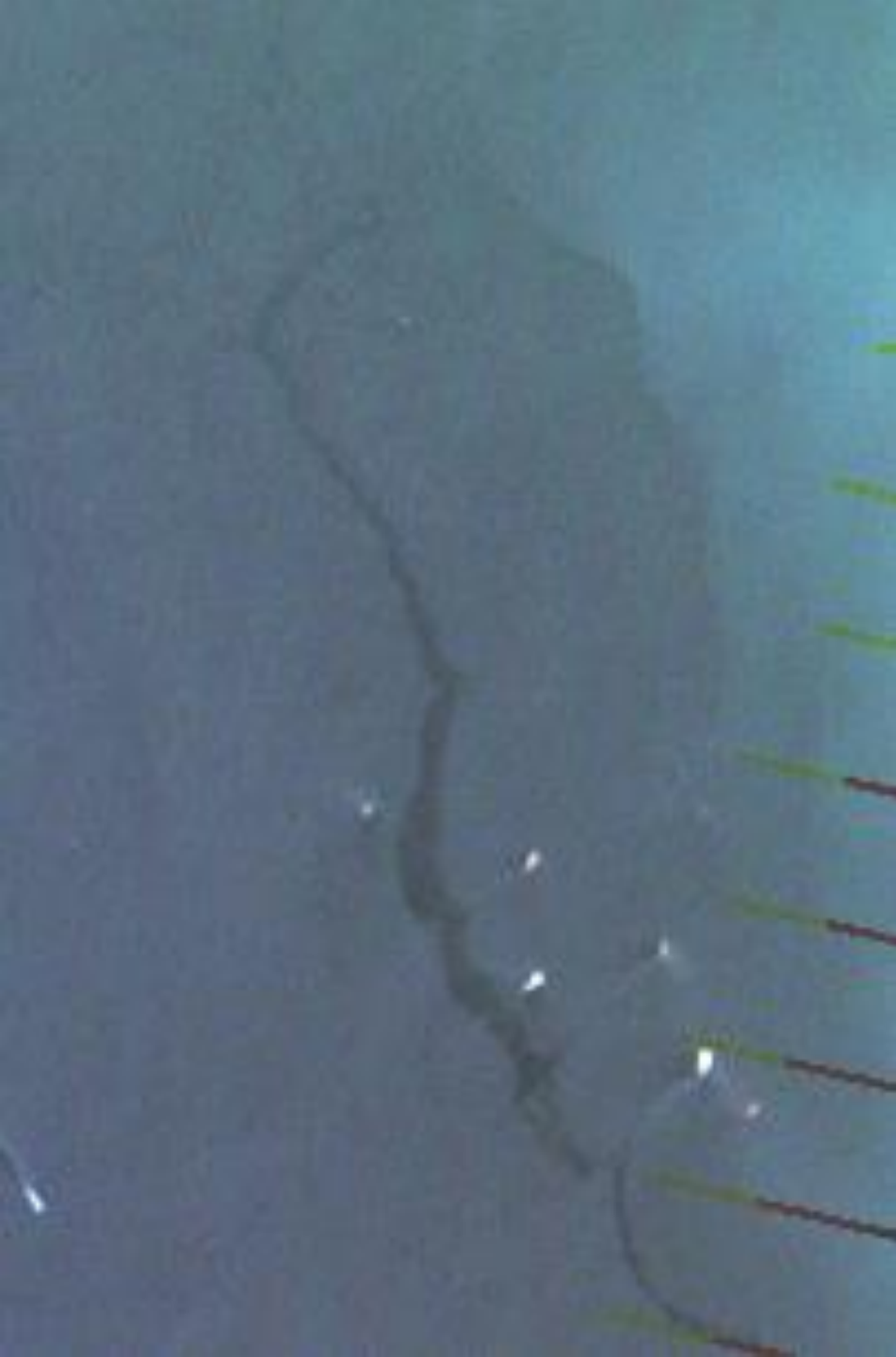






Landsat ETM+
и ASTER




$$C(t) = C_0 \exp(-kt)$$

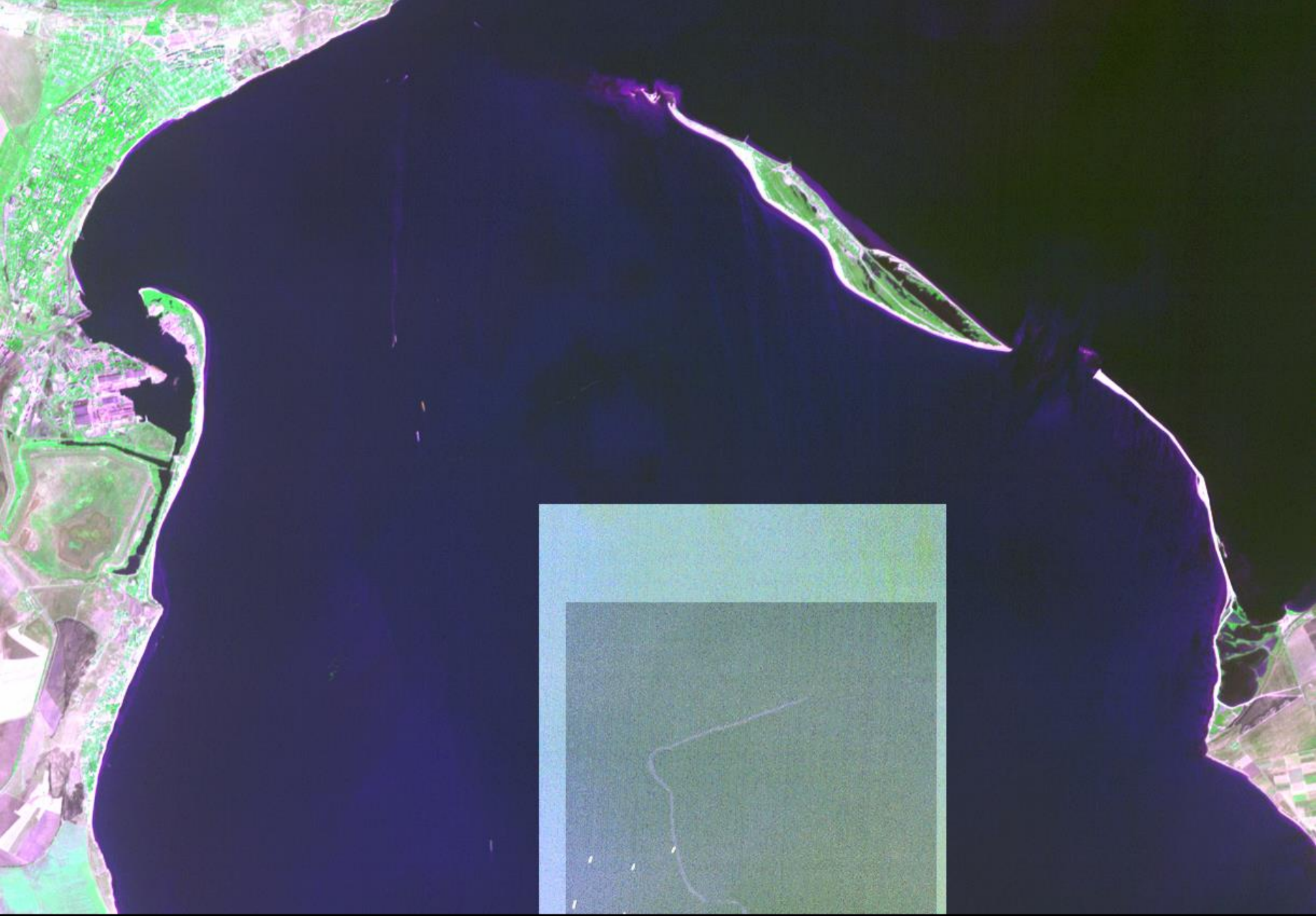
$C_{\text{пор}}$

$$t_{\text{пор}} = L/V$$

L - длина полосы

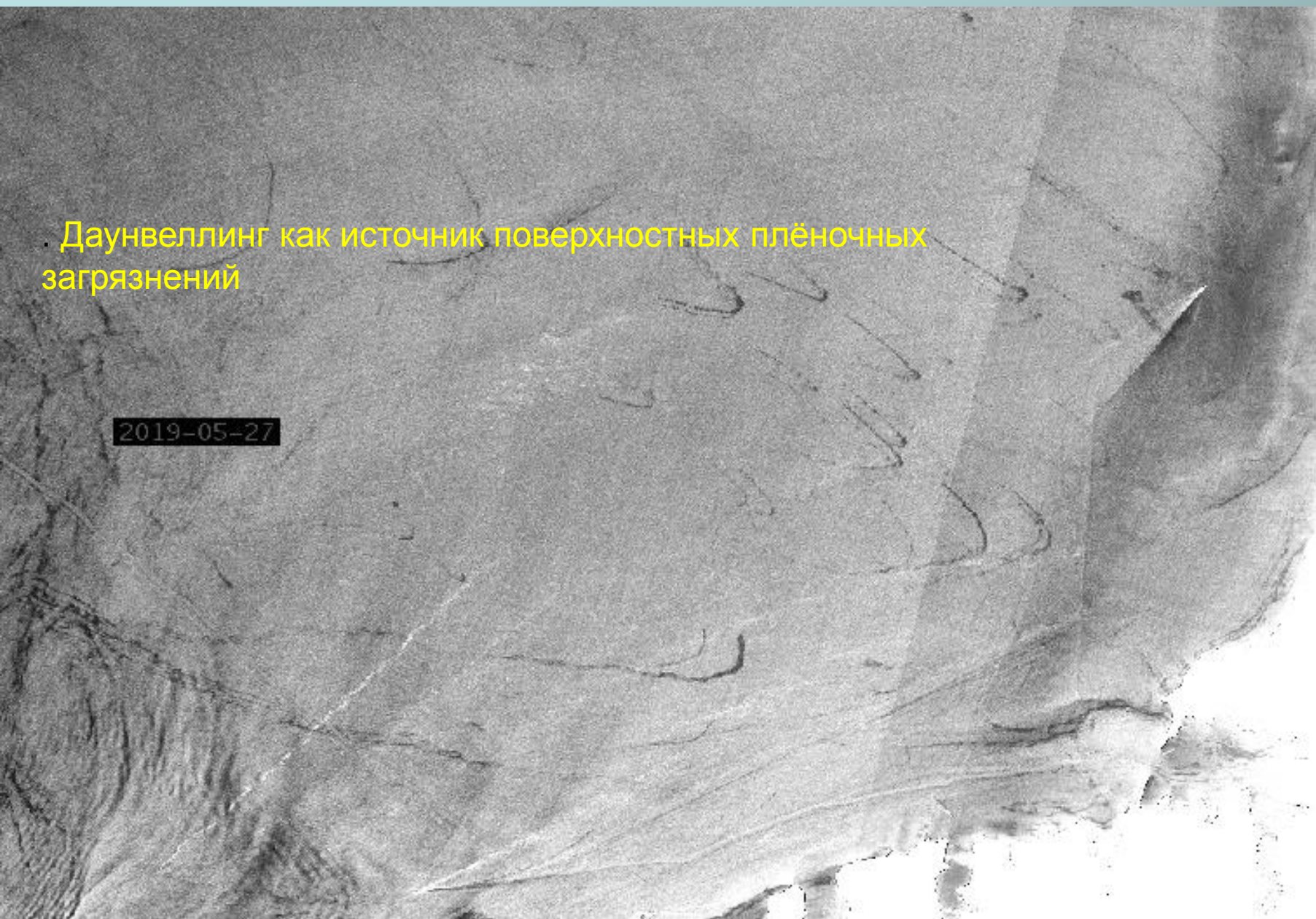
V – скорость





Даунвеллинг как источник поверхностных плёночных загрязнений

2019-05-27

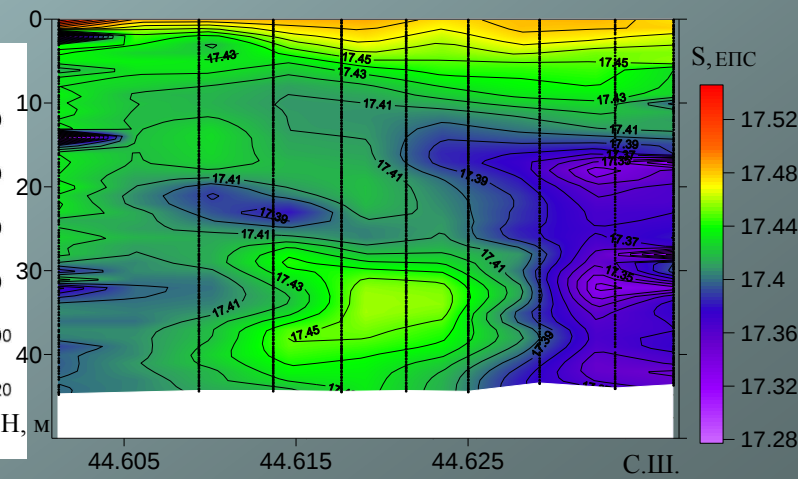
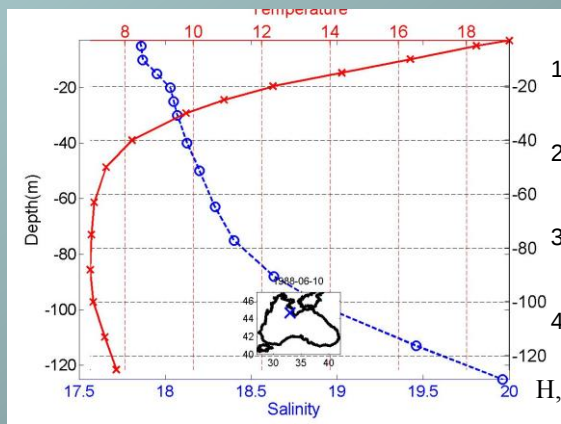
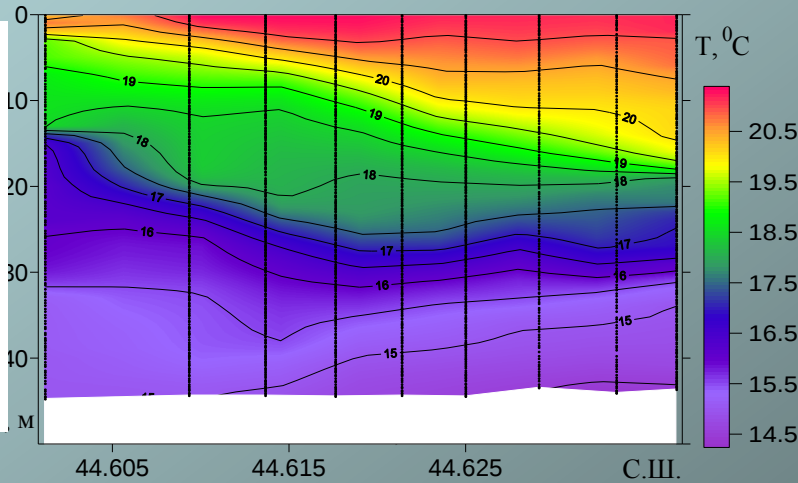
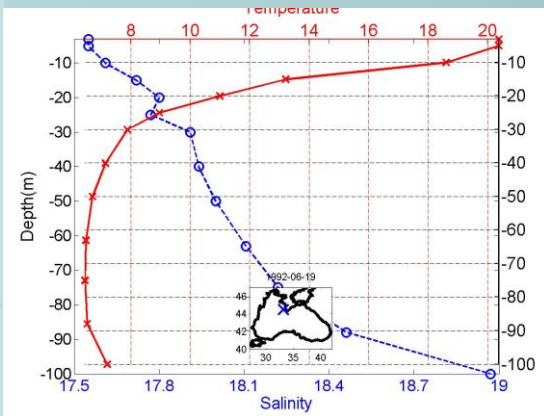
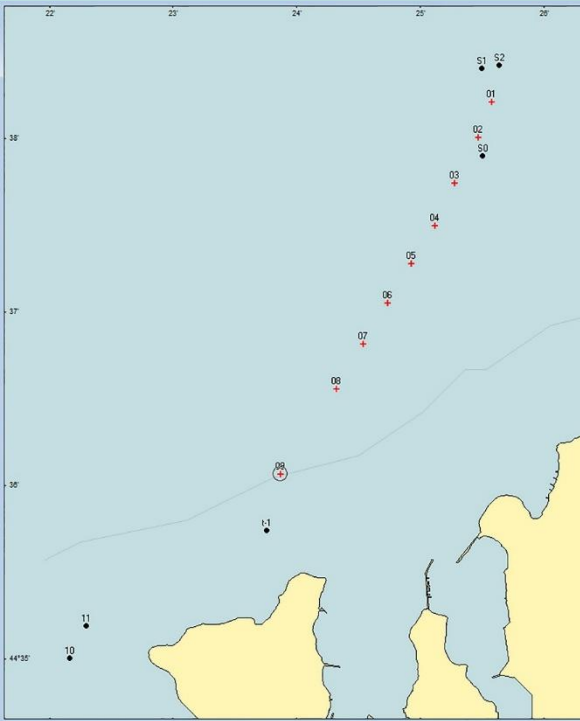


2019-05-20

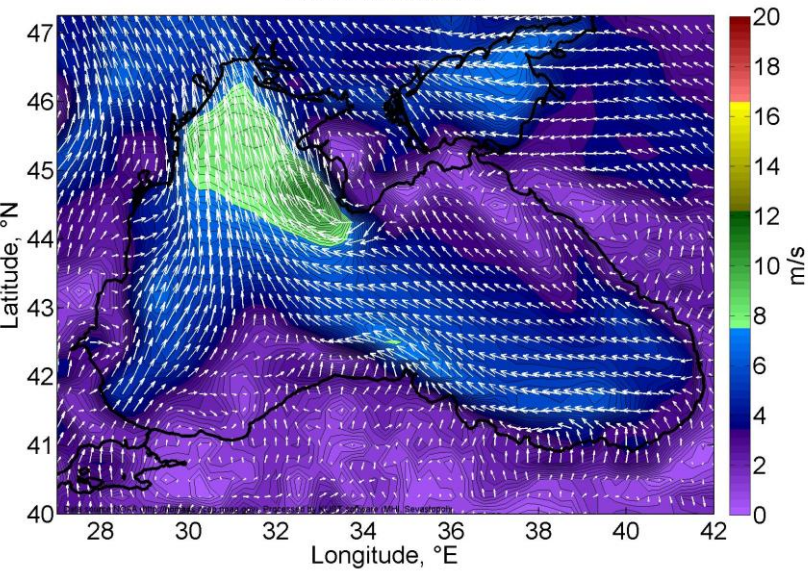


БПЛА

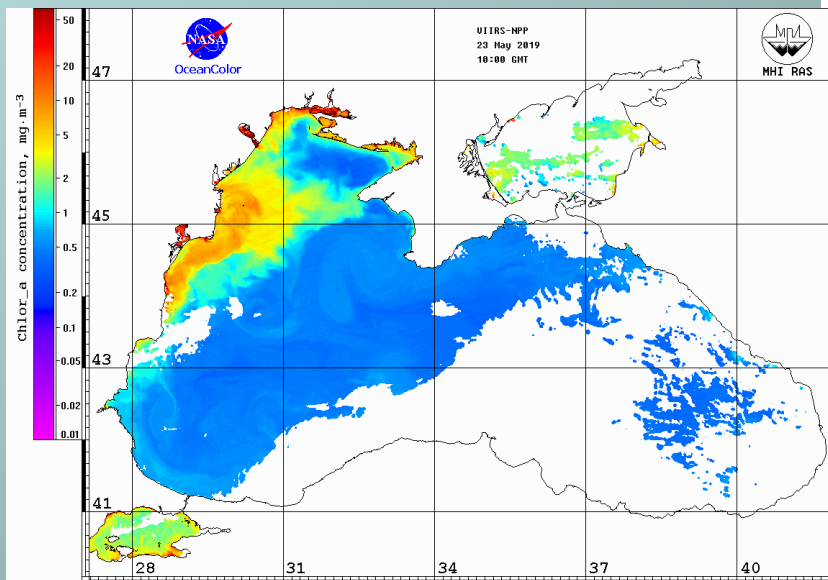
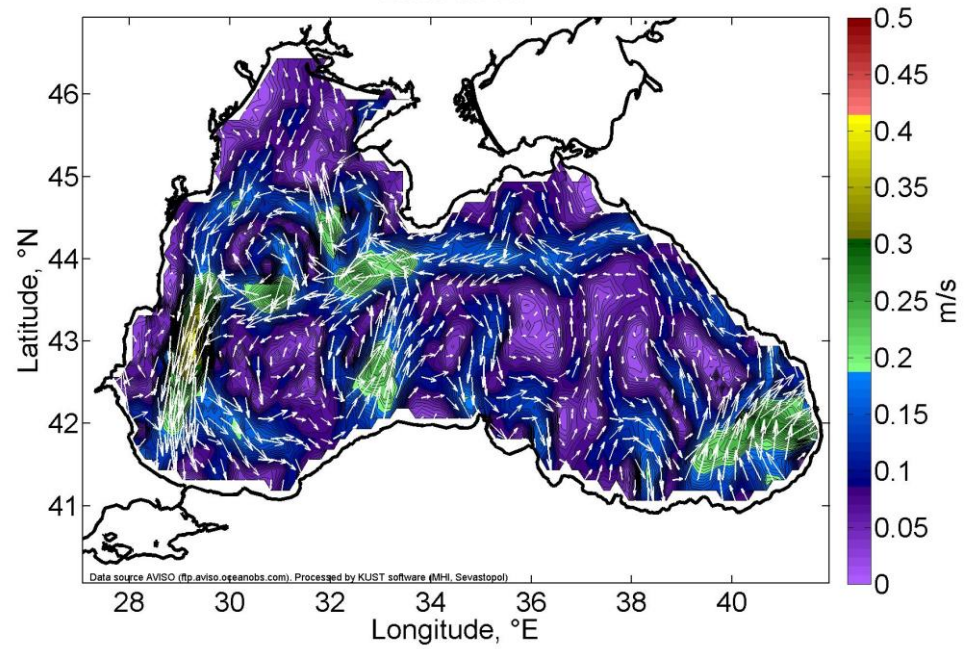


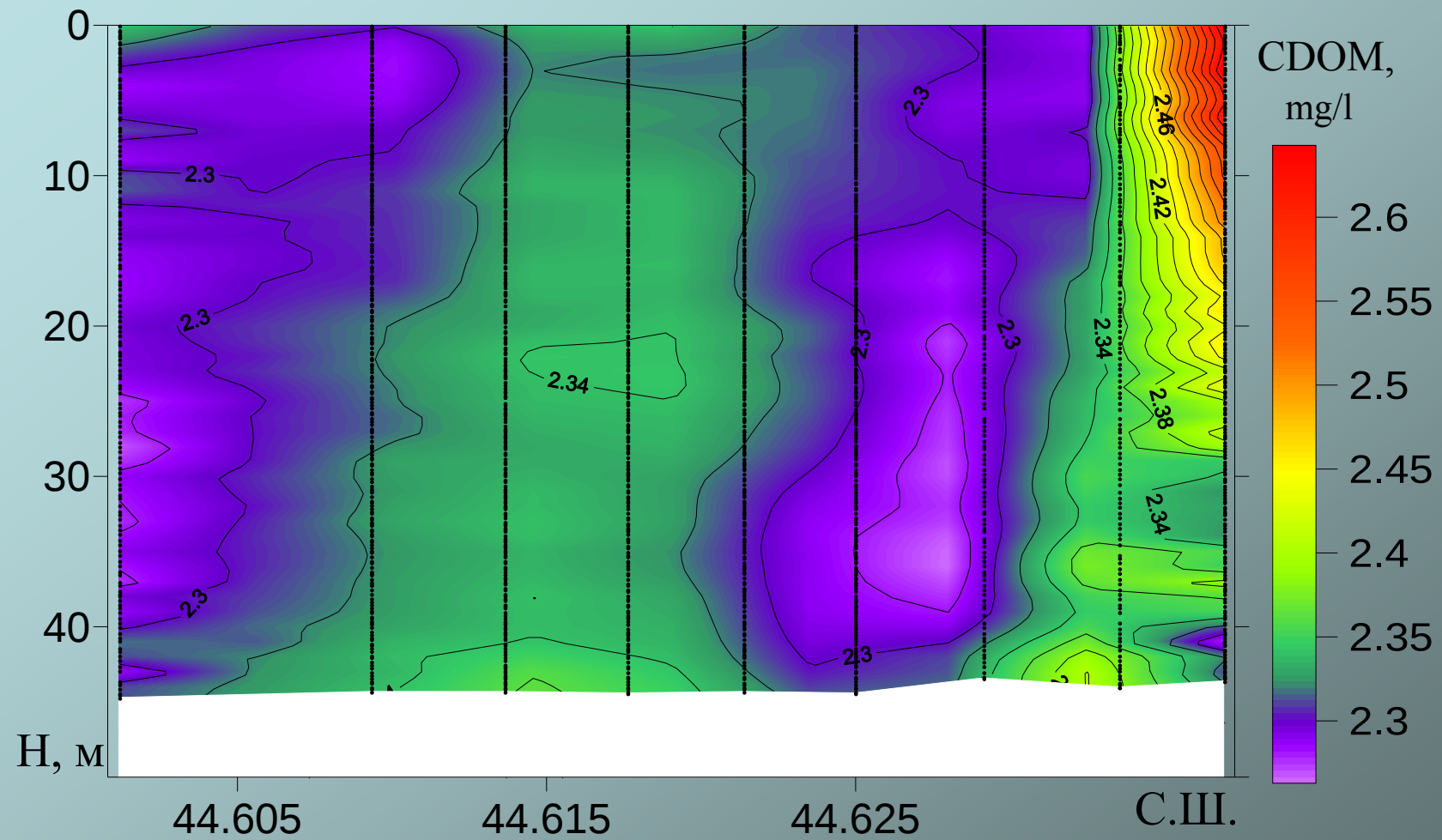


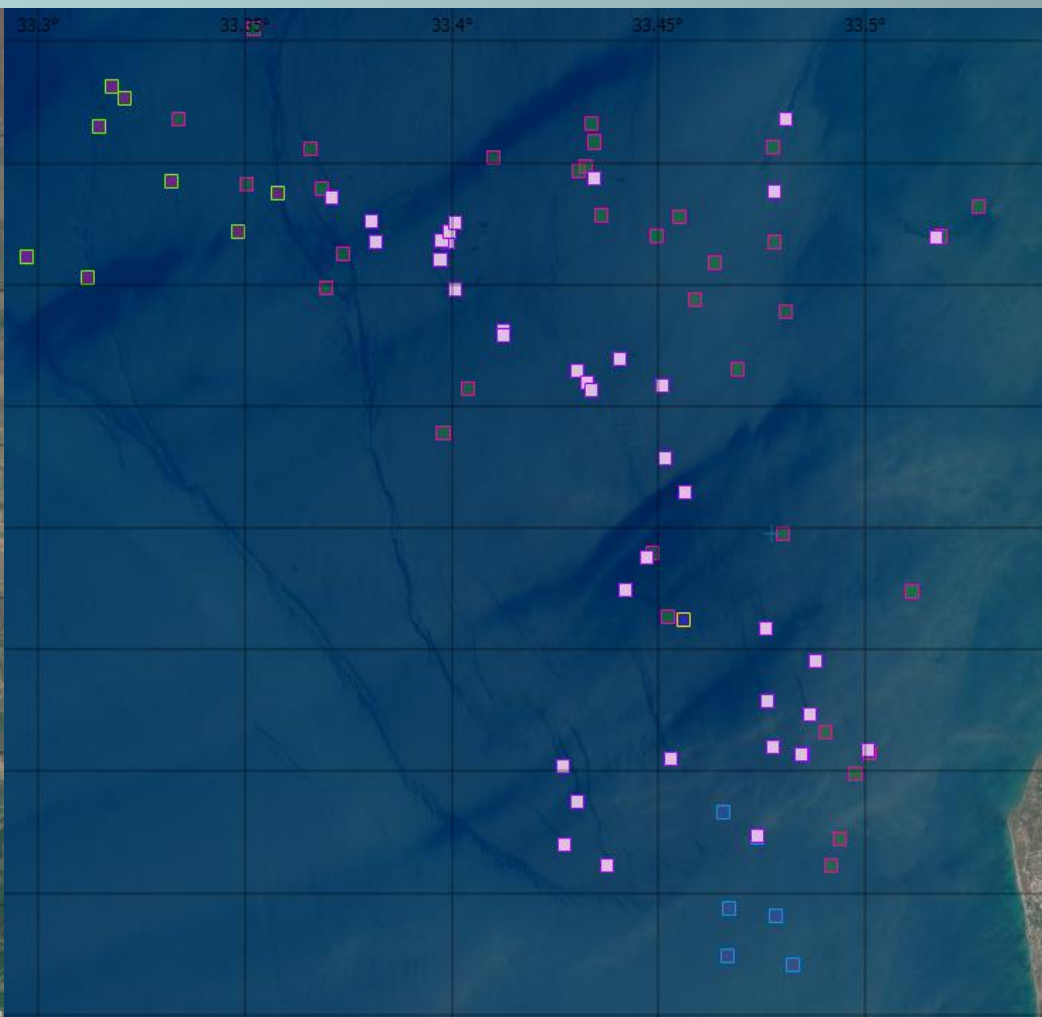
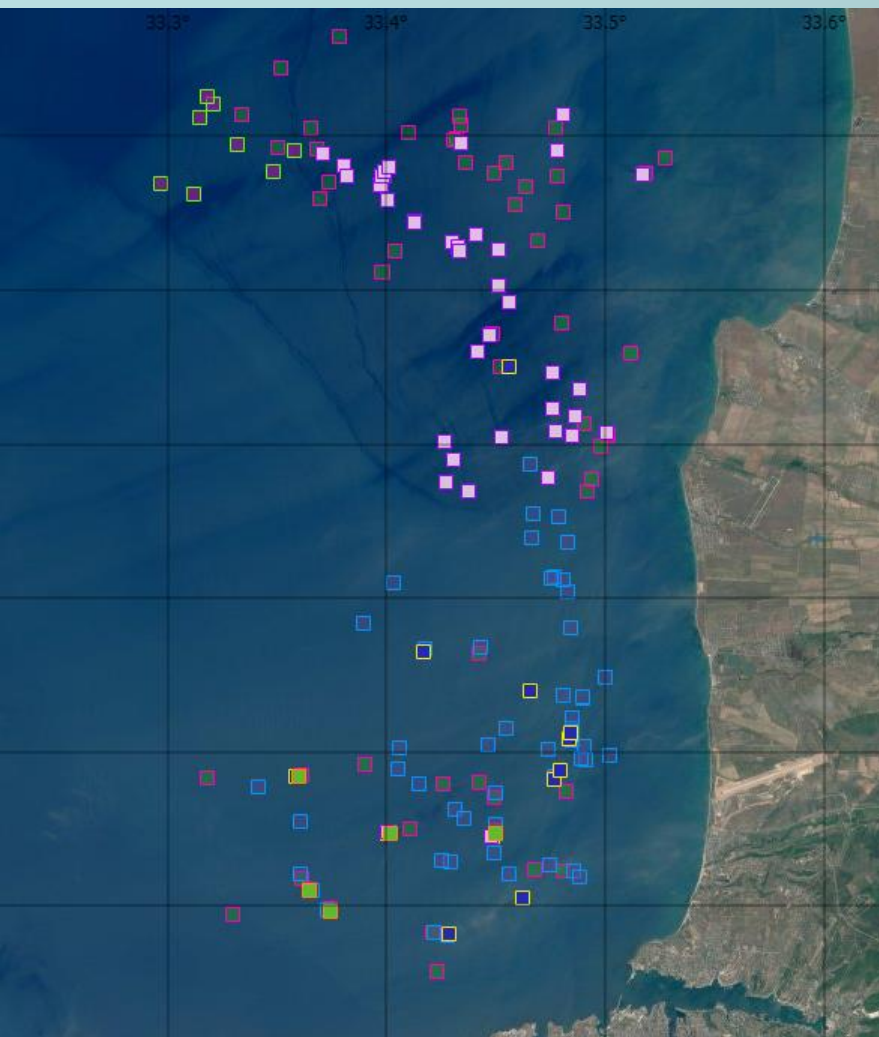
Wind 2019052100

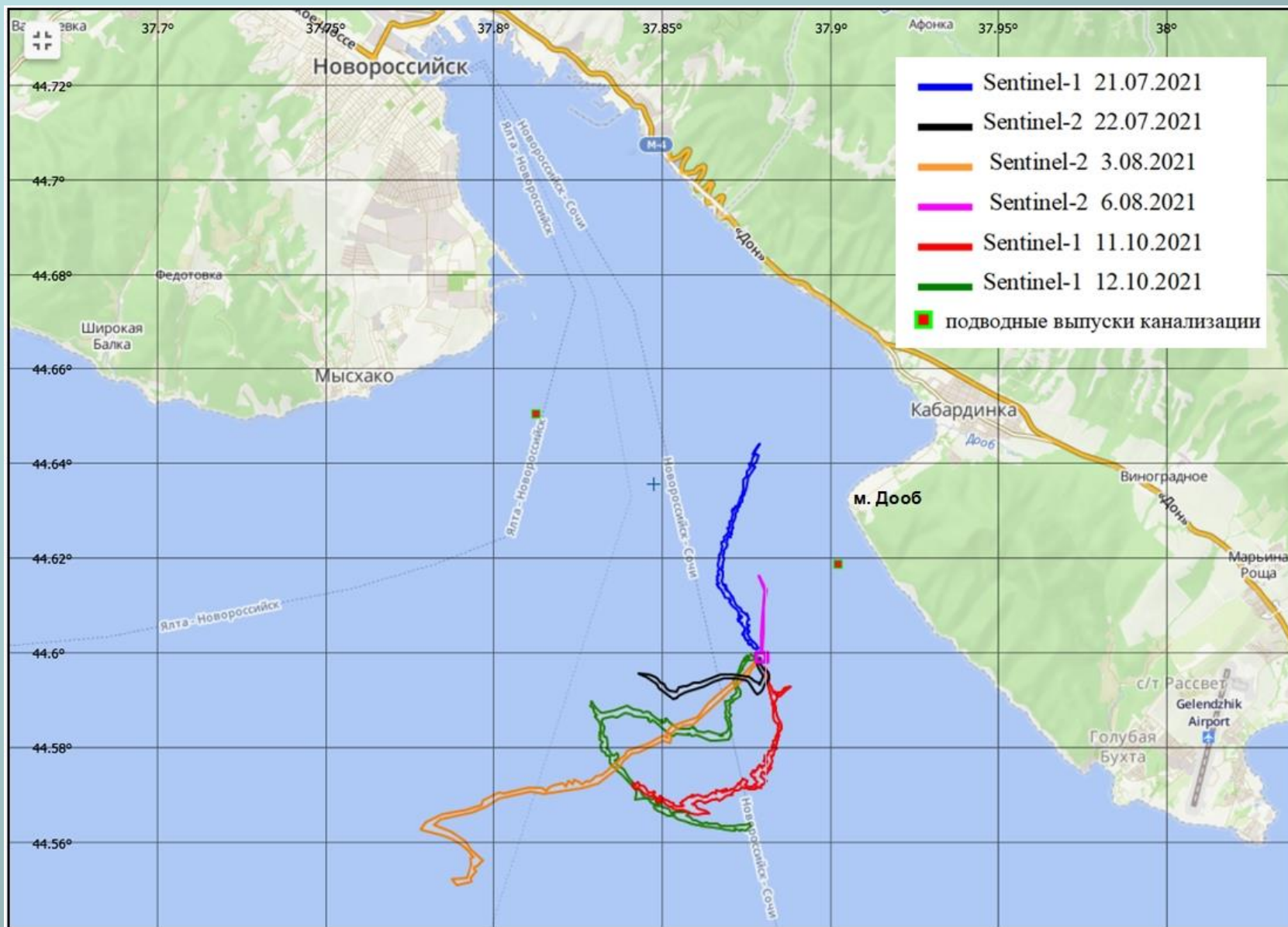


2019-05-26

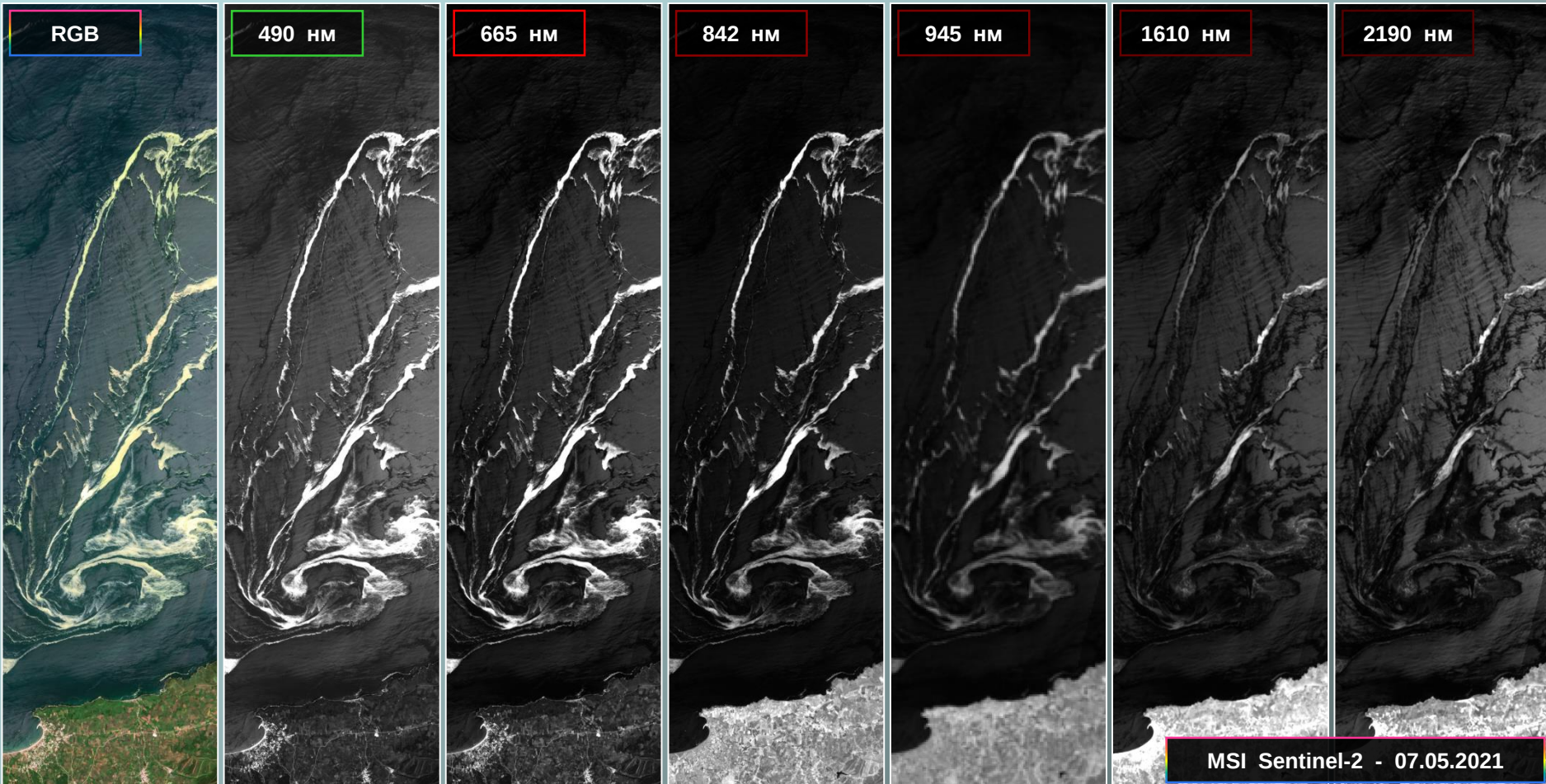






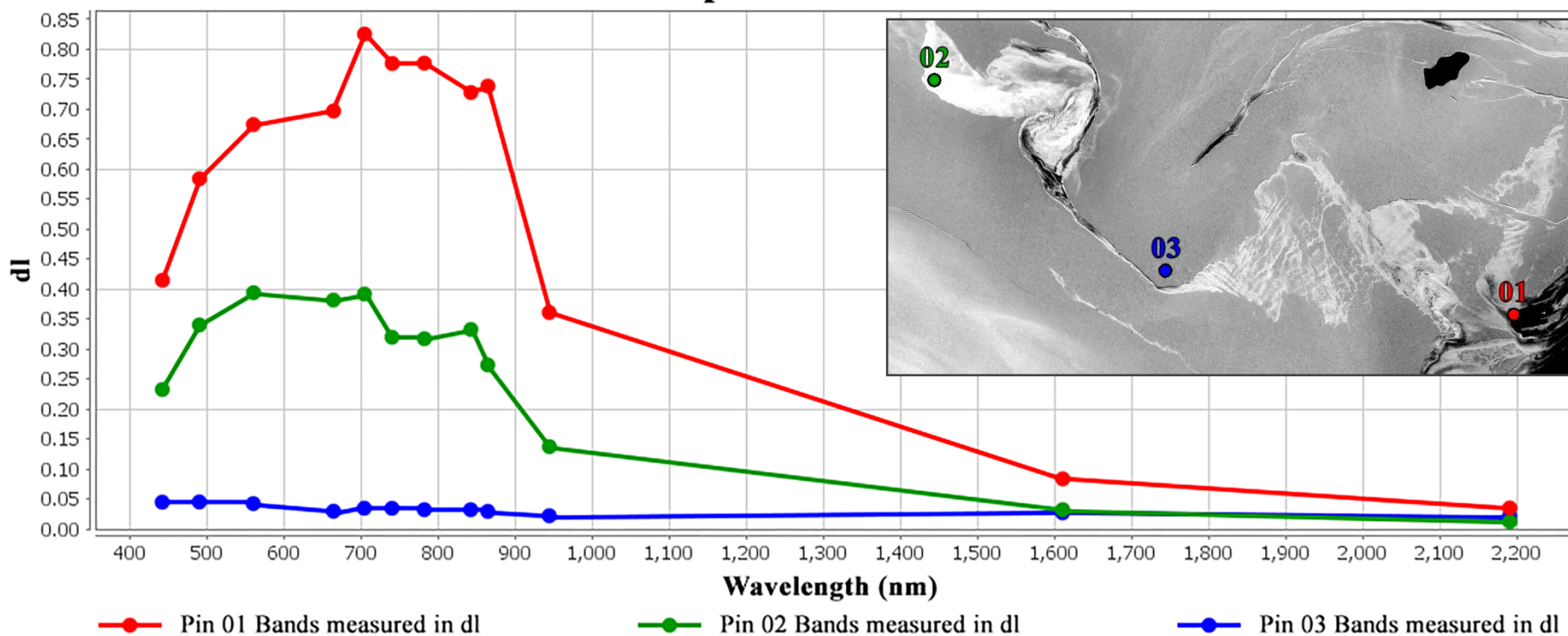


ПЛАВАЮЩАЯ МОРСКАЯ СЛИЗЬ НА РАЗЛИЧНЫХ ОПТИЧЕСКИХ КАНАЛАХ



СПЕКТРЫ ЯРКОСТИ (RRS) ДЛЯ ОБЛАСТЕЙ С МОРСКОЙ СЛИЗЬЮ

Spectrum View



Pin 01 - Плавающая морская слизь

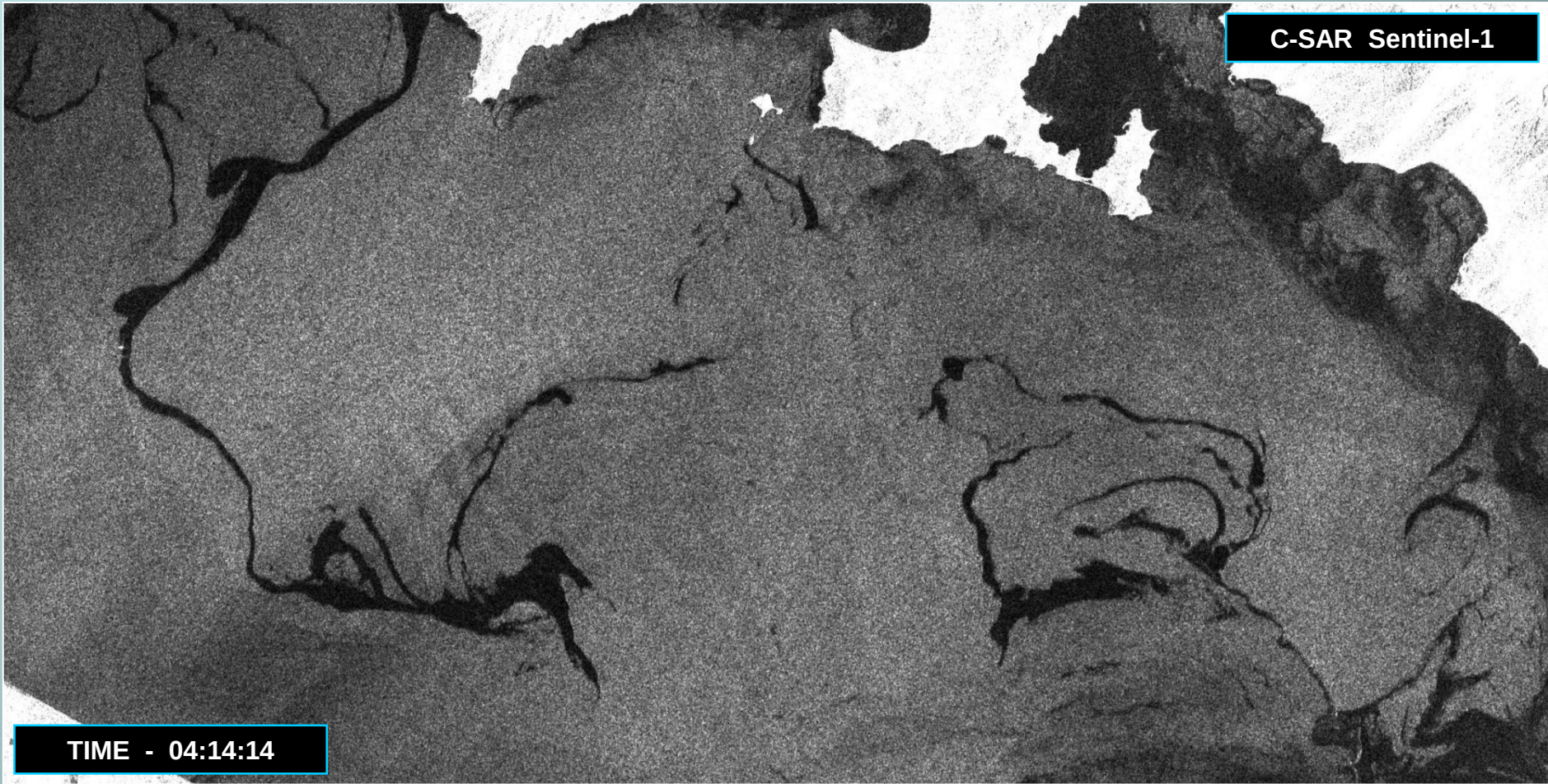
Pin 02 - Морская слизь в поверхностном слое

Pin 03 - Воды вне формирования морской слизи

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПЛАВАЮЩЕЙ МОРСКОЙ СЛИЗИ (22.05.2021)

C-SAR Sentinel-1

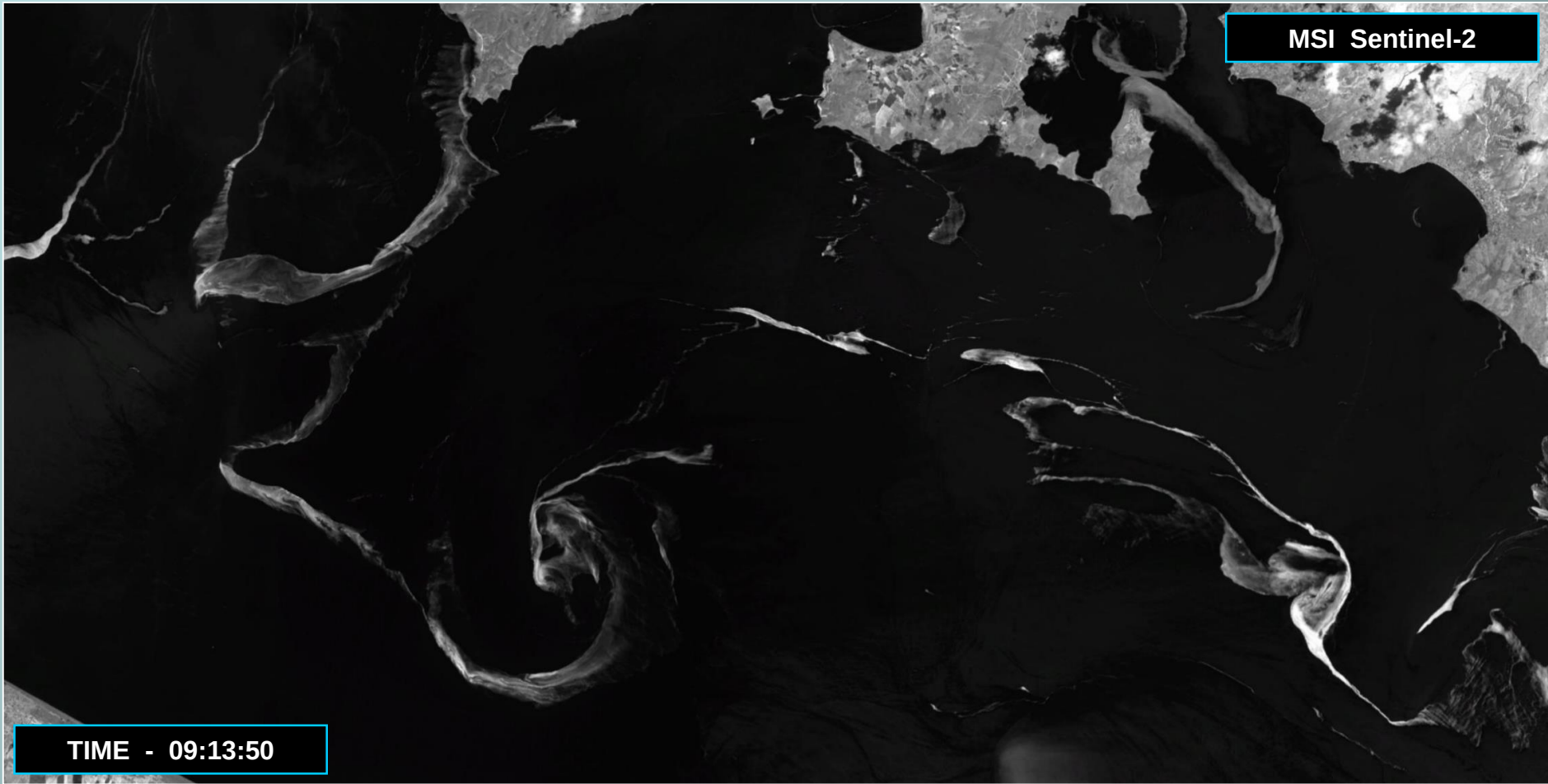
TIME - 04:14:14



ТРАНСФОРМАЦИЯ ПЛАВАЮЩЕЙ МОРСКОЙ СЛИЗИ (22.05.2021)

MSI Sentinel-2

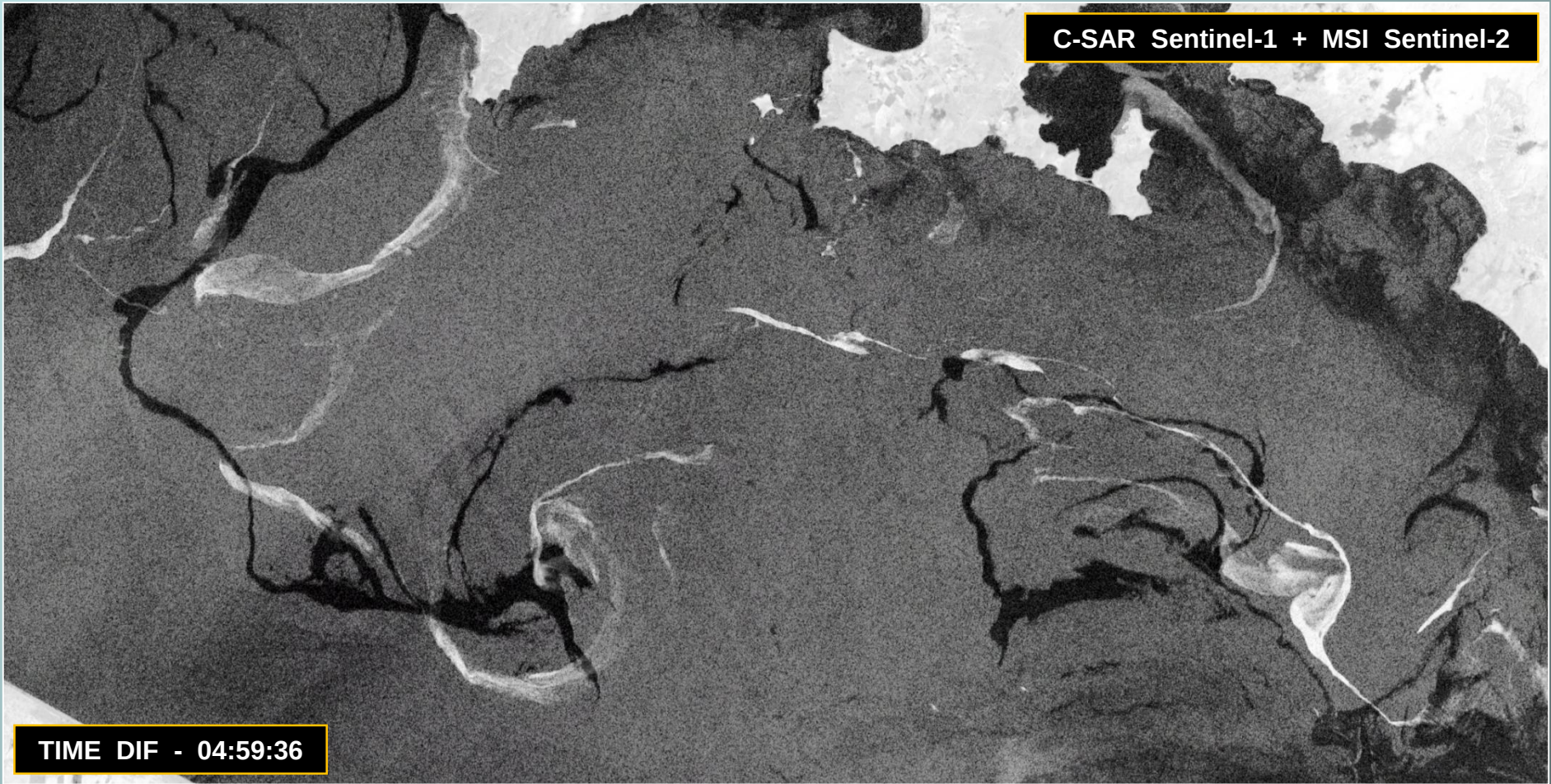
TIME - 09:13:50



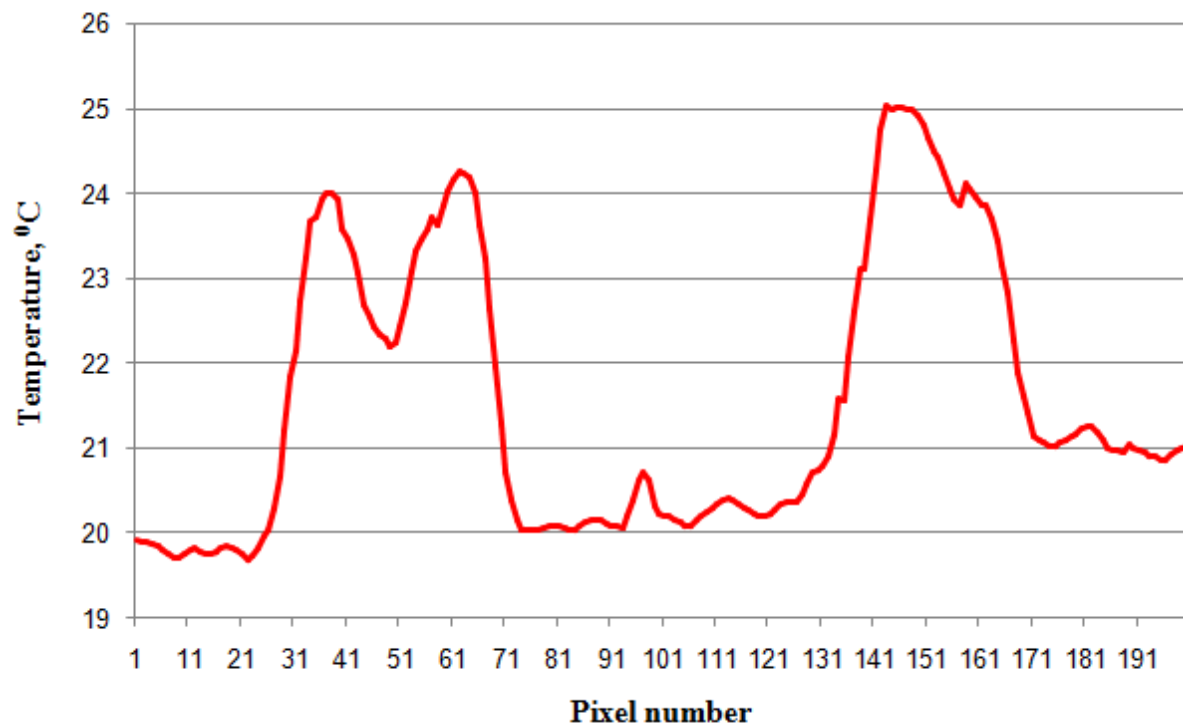
ТРАНСФОРМАЦИЯ ПЛАВАЮЩЕЙ МОРСКОЙ СЛИЗИ (22.05.2021)

C-SAR Sentinel-1 + MSI Sentinel-2

TIME DIF - 04:59:36



ТЕМПЕРАТУРА ВОД В РАЙОНЕ С МОРСКОЙ СЛИЗЬЮ



MINT T = 19.82°C MAX T = 25.03°C DIF T = 5.21°C

ЦВЕТЕНИЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ И МОРСКАЯ СЛИЗЬ - СРАВНЕНИЕ

Цианобактерии в Черном море



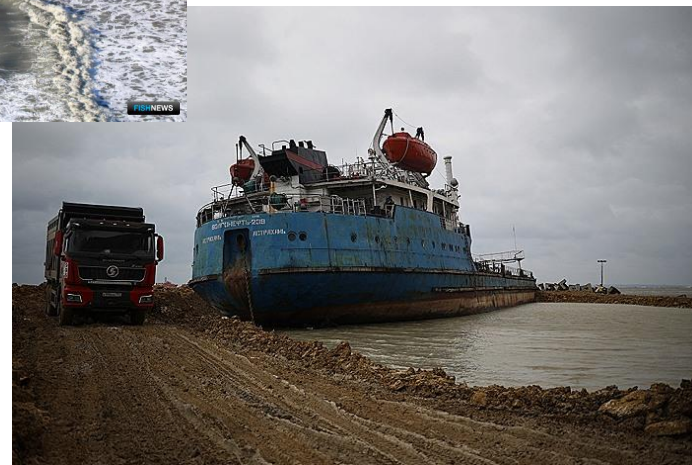
MSI Sentinel-2 - 03.07.2020

Морская слизь в Мраморном море

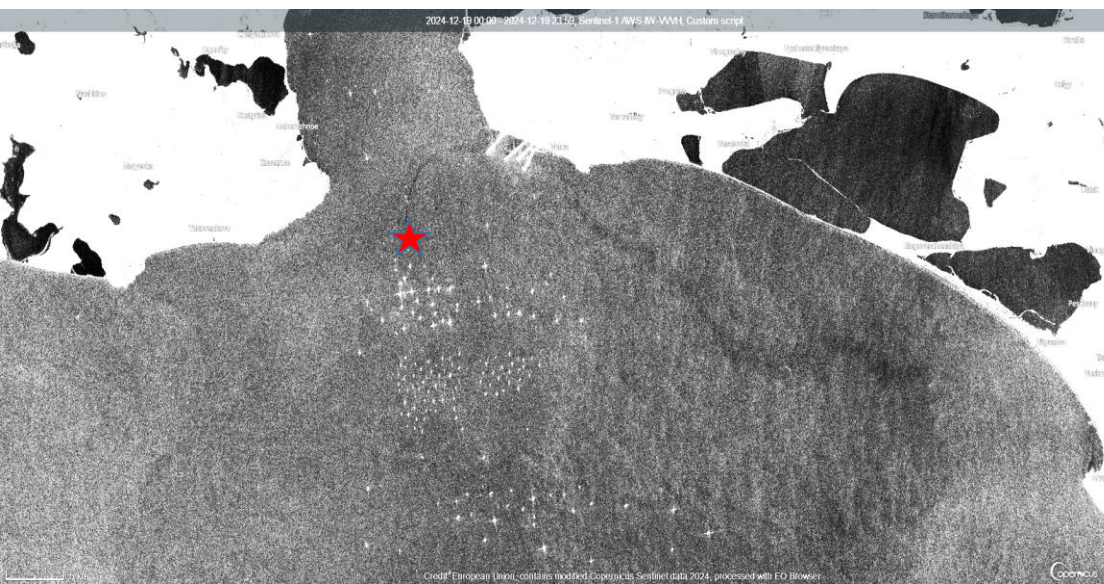


MSI Sentinel-2 - 07.05.2021

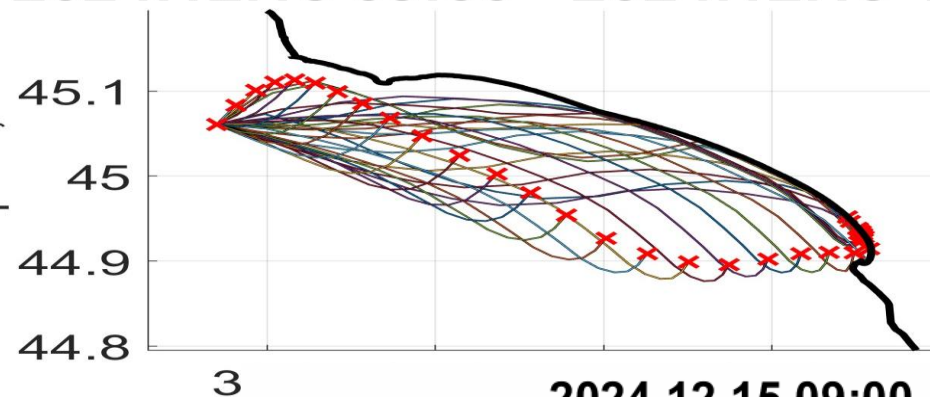
15 декабря 2024 года в Черном море у Керченского пролива потерпели крушение два танкера Волгонефть, перевозившие мазут. До 3.5 тысяч тонн мазута марки М100 попало в море. М 100 – тяжёлый мазут с плотностью до 1.015 при 20С.



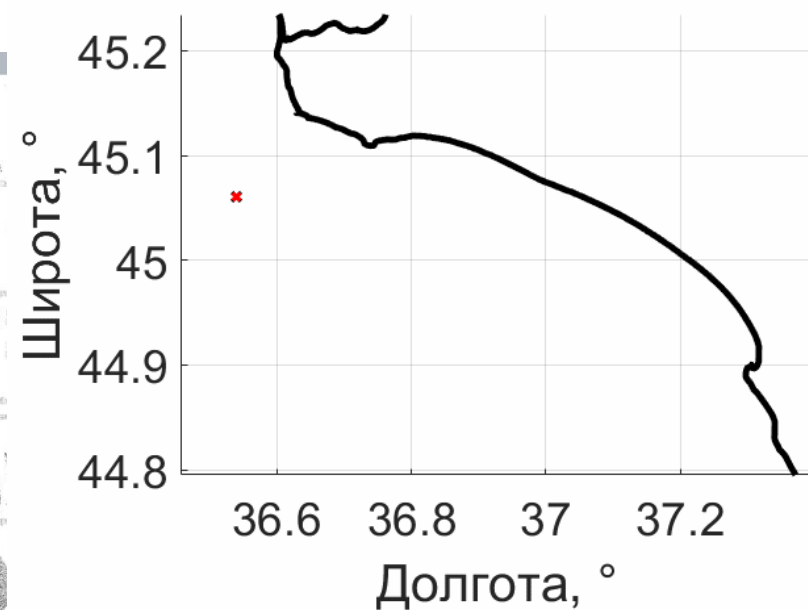
В первые дни после аварии поток из танков был достаточно интенсивным, а учитывая малую диссипацию мазута загрязнённая область наблюдалась в виде непрерывного потока (струи) На РЛ снимке за 19 декабря хорошо виден весь шлейф длиной более 60 км. Отметим, что система FOTS достаточно точно предсказала положение шлейфа.



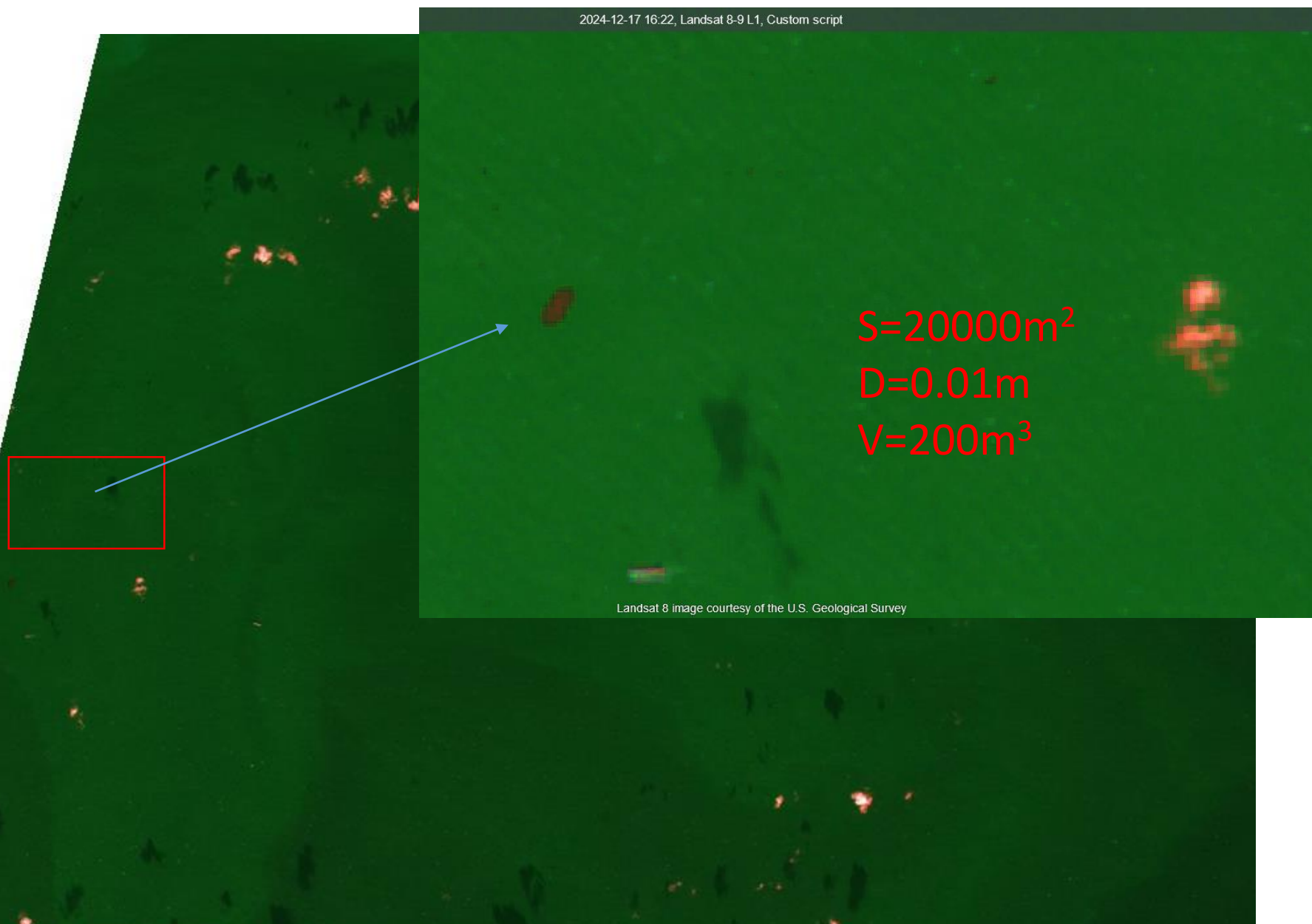
2024.12.15 09:00 - 2024.12.19 18:00



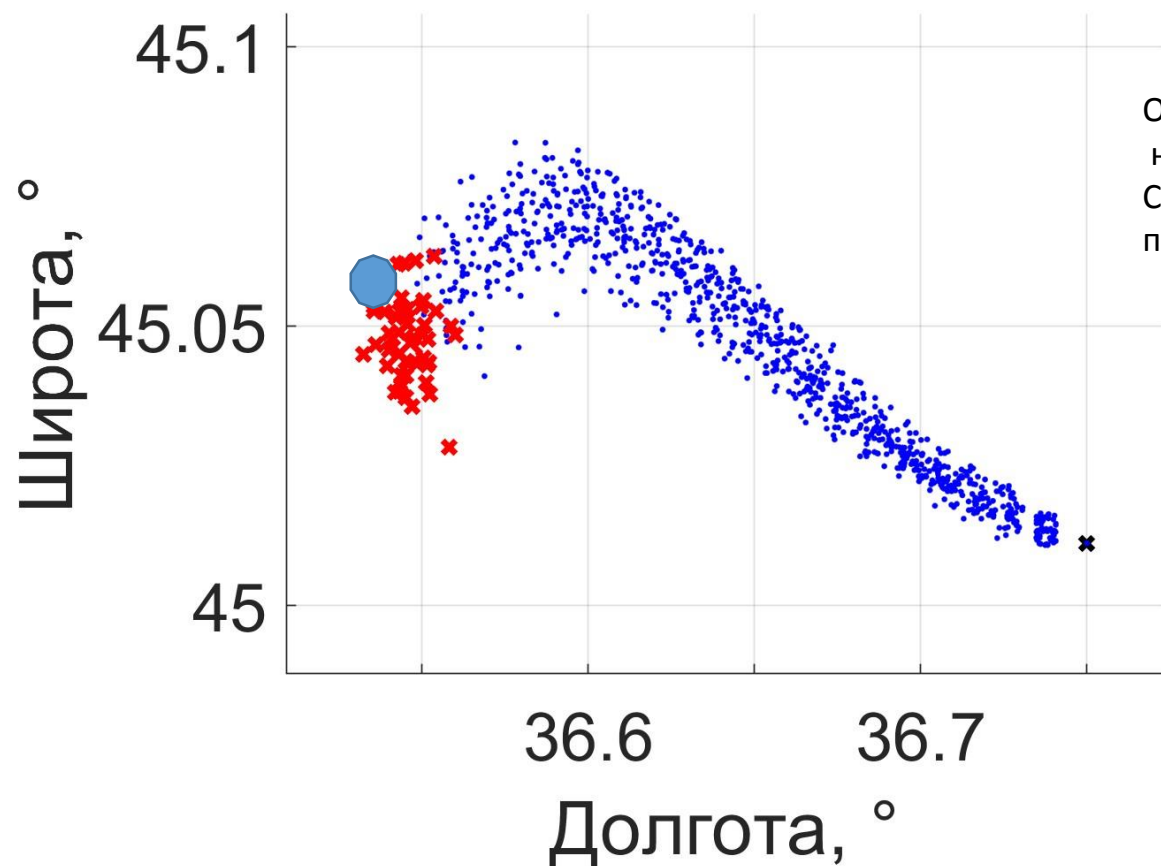
2024.12.15 09:00



На данных сканера OLI спутника Landsat 9 при многоспектральной обработке хорошо выделяется большое пятно мазута с оценочным объёмом 200 м³



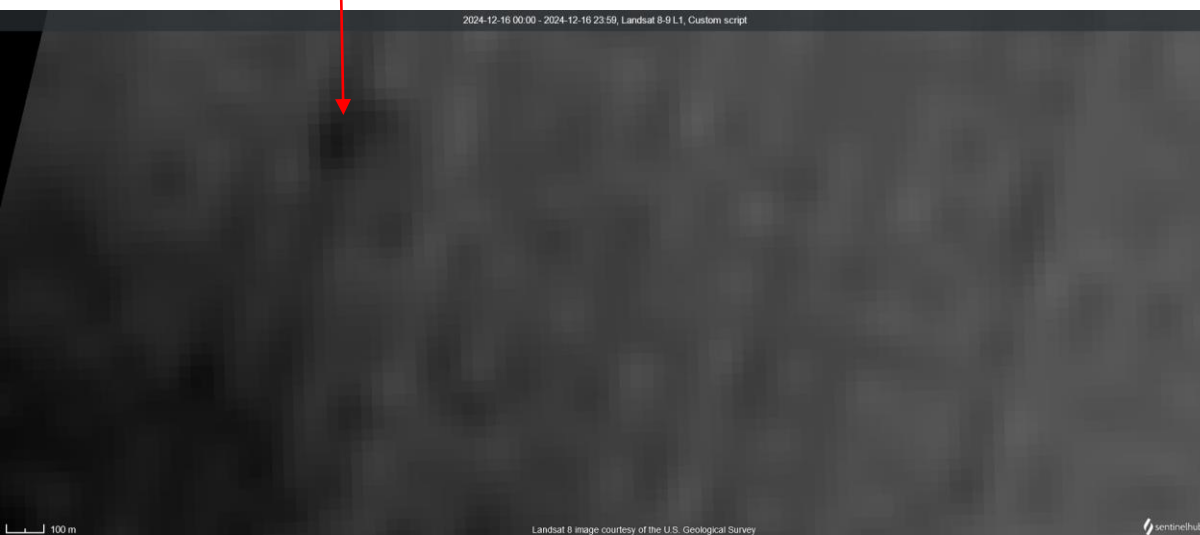
2024.12.16 08:00 - 2024.12.15 12:0



Обратный расчёт от положения пятна
на время аварии. Синий круг - место аварии
Система FOTS достаточно хорошо предсказала
положение источника при обратном расчёте



Мазут несколько
холоднее
окружающих вод
Landsat TIRS





1 km

Credit: European Union, contains modified Copernicus Sentinel data 2025

Оперативные данные сканеров оптического диапазона могут быть использованы для детектирования и идентификации загрязнений пленками нефтепродуктов и качественной оценки толщины пленки.

Для достоверного определения пленок ПАВ необходим анализ взаимной геометрии наблюдения и положения Солнца.

Преимуществами оптических наблюдений является их оперативность и отсутствие платы за данные, возможность оценки толщины пленки.

ВСЁ!

Спасибо