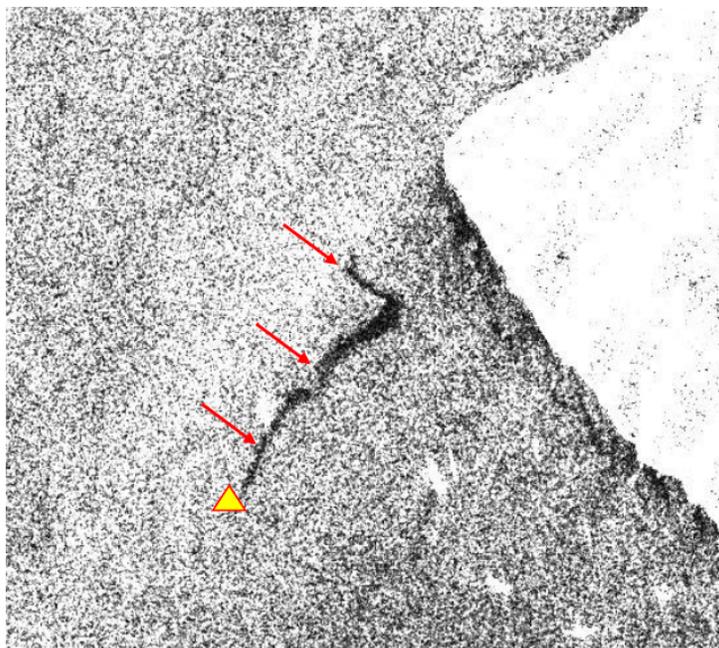
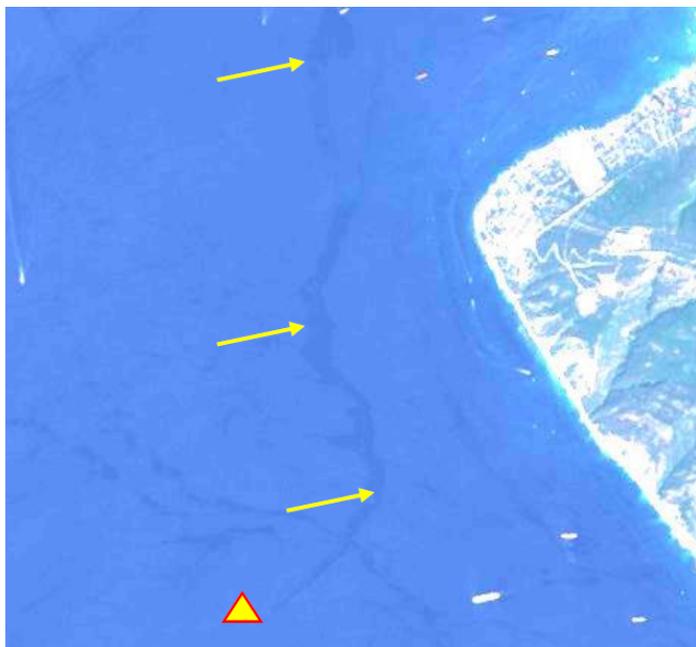


## СПУТНИКОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА УТЕЧОЙ ТОПЛИВА С ЗАТОНУВШЕГО ТЕПЛОХОДА ПОД ВЛИЯНИЕМ ДАУНВЕЛЛИНГА



Тему даунвеллинга в Черном море разрабатывали: Зацепин А.Г., Станичный С.В., Иванов А.Ю.

## Цели и задачи исследования

Исследуются возможные причины появления нефтяных загрязнений морской поверхности в районе мыса Дооб в Новороссийской бухте Черного моря.

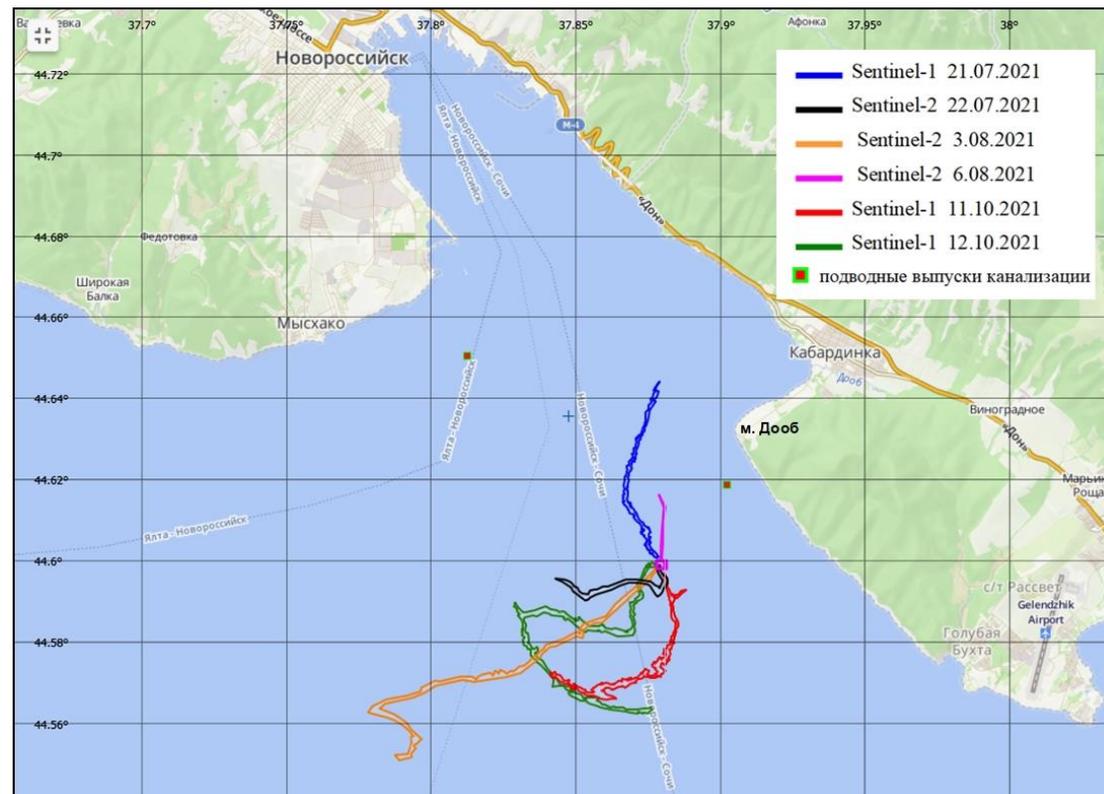
Исследование начато после обращения специалистов ФГБУ «Администрации морских портов Черного моря» по спутниковому мониторингу нефтяных загрязнений, появившихся у побережья в районе Кабардинка – Геленджик в июле 2021 года.

В ходе исследований ставится более общая проблема изучения возможных причин нефтяных загрязнений морской поверхности, связанных с протечкой остатков топлива из баков давно затонувших кораблей в прибрежной зоне.

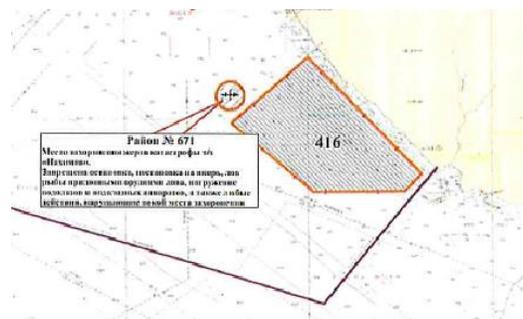
# Пространственное распределение обнаруженных в 2021 году нефтяных загрязнений морской поверхности по радиолокационным и оптическим спутниковым изображениям

На снимках из космоса видно, что они не являются выбросами канализации или сликами биогенного происхождения. Пятна группируются около отметки, показанной на навигационных картах как район №671, что позволяет определить подводный источник на дне моря.

Район № 671, ограниченный окружностью радиусом 500 метров с центром в координатах  $44^{\circ}35,97'$  северной широты и  $37^{\circ}52,87'$  восточной долготы, является местом захоронения жертв катастрофы теплохода «Адмирал Нахимов». 31.08.1986 г. пассажирский пароход «Адмирал Нахимов» на выходе из Новороссийской бухты столкнулся с сухогрузом «Петр Васёв» и затонул в 3,5 км от берега. Погибло 423 человека. Пароход лежит на глубине 47 м недалеко от судоходной трассы Новороссийск – Сочи.



<https://www.scanex.ru/company/news/utechki-nefteproduktov-iz-zatonuvshego-teplokhoda-admiral-nakhimov/>





## Обнаружение нефтяных загрязнений морской поверхности по радиолокационным и оптическим спутниковым изображениям в августе-сентябре 2024 г.

В результате анализа космоснимков Новороссийской бухты начиная с августа 2024 года обнаружены пятна нефтяных загрязнений из района захоронения теплохода «Адмирал Нахимов» на семи спутниковых снимках – трех радиолокационных изображениях (РЛИ) и четырех оптических снимках.

№№	Дата обнаружения	Источник	Длина сика	Ветер	Температура поверхности моря
1	02.08.2024	ОЭС OLI Landsat-8/9	6,5 км	ЮЗ 5-8 м/с 09.00 gmt	26
2	02.08.2024	ОЭС MSI Sentinel-2	6,5 км	ЮЗ 5-8 м/с 09.00 gmt	26
3	09.09.2024	РЛИ SAR-C Sentinel-1	3,7 км	ЮВ 2-3 м/с 15.00 gmt	25
4	19.09.2024	ОЭС MSI Sentinel-2	1 км	СЗ 4-5 м/с 09.00 gmt	19
5	21.09.2024	РЛИ SAR-C Sentinel-1	2,7 км	ЮВ 4-9 м/с 15.00 gmt	24
6	25.09.2024	РЛИ SAR-C Sentinel-1	5 км	СЗ 4-5 м/с 03.00 gmt	22
7	29.09.2024	ОЭС MSI Sentinel-2	0,9 км	ЮЗ 1-2 м/с 09.00 gmt	23

Анализ ветровых условий показывает, что появление пятен нефтепродуктов приурочено к ветрам южных и румбов, направленных вдоль побережья, что приводит к развитию явления даунвеллинга (поступлению поверхностных прогретых водных масс на глубину).

## Гипотеза о причинах протечек остатков моторного топлива из баков теплохода «Адмирал Нахимов»

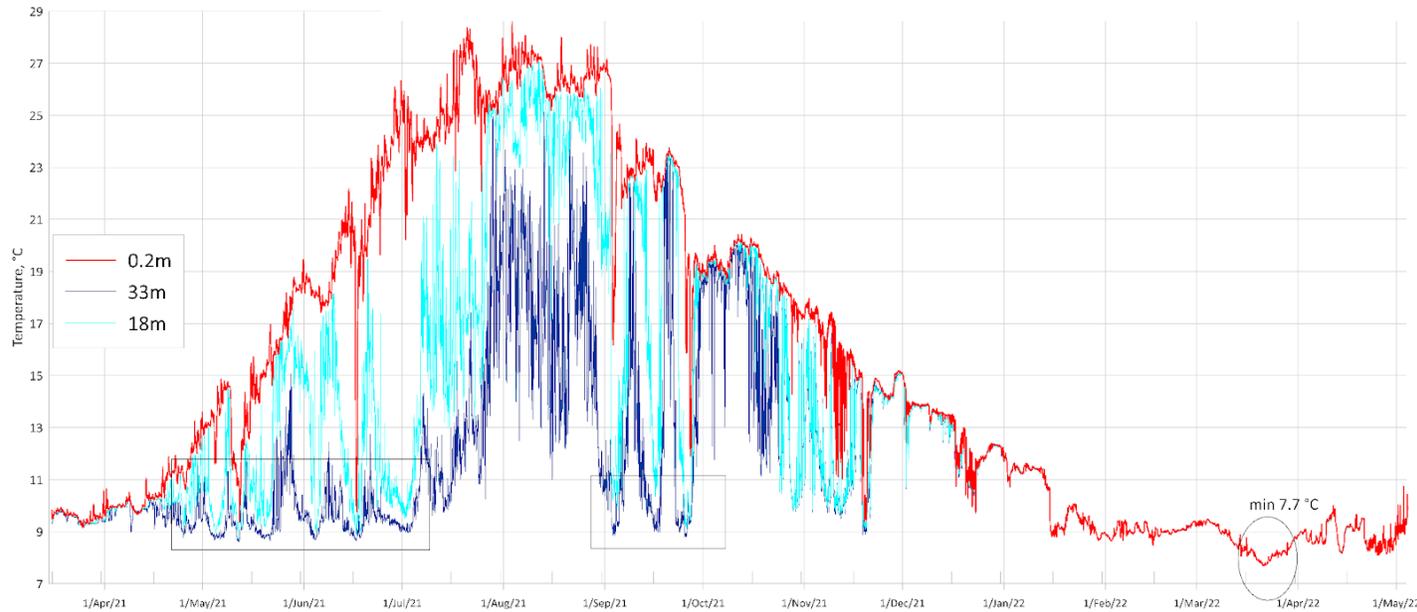
Вероятной причиной просачивания нефтепродуктов из баков теплохода «Адмирал Нахимов» может быть явление даунвеллинга. Повышение температуры окружающей воды вокруг судна могло привести к изменению агрегатного состояния остатков топлива в судовых баках и просачиванию легких фракций. Достаточно хорошо проявления наблюдались в первой декаде августа и в сентябре.

Дополнительно проанализированы поля температуры, скорости ветра по данным с Морского портала ФГБУН ФИЦ «Морской гидрофизический институт РАН». В результате анализа данных установлено наличие даунвеллинга в указанные периоды в исследуемом районе.

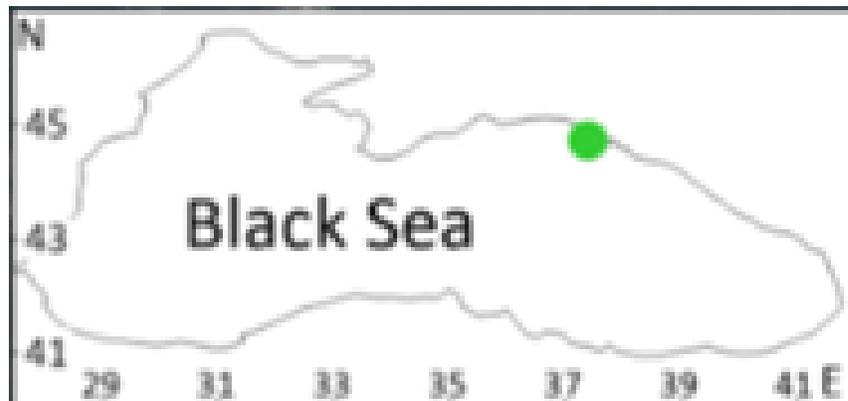
Даунвеллинг – это явление, при котором ветер, дующий на север вдоль восточных границ океанов и на юг вдоль западных вызывает течение, которое в результате действия [силы Кориолиса](#) отклоняется вправо, то есть направлено к берегу. В итоге поверхностные воды сгоняются к берегу и погружаются на глубину. Обычно поверхностные воды более тёплые, но несмотря на это, в результате динамического процесса, они попадают в нижележащие слои океана, а вместе с ними туда перемещаются тепло и растворенные вещества, в частности кислород.

Одними из предпосылок к появлению даунвеллинга служит южный и юго-западный ветер в течение нескольких дней и высокая температура поверхности моря. В ходе анализа метеорологических данных (направление и скорость ветра, а также температура поверхности моря) в рассматриваемой акватории установлено, что за несколько дней до первого замеченного случая истечения (от 21.07.21 г.) ветер имел Ю-З направление. Также, в дни истечений, ветра в большинстве случаев имели либо Ю-З, либо З направления, что могло приводить к нагону теплой поверхностной воды на глубину.

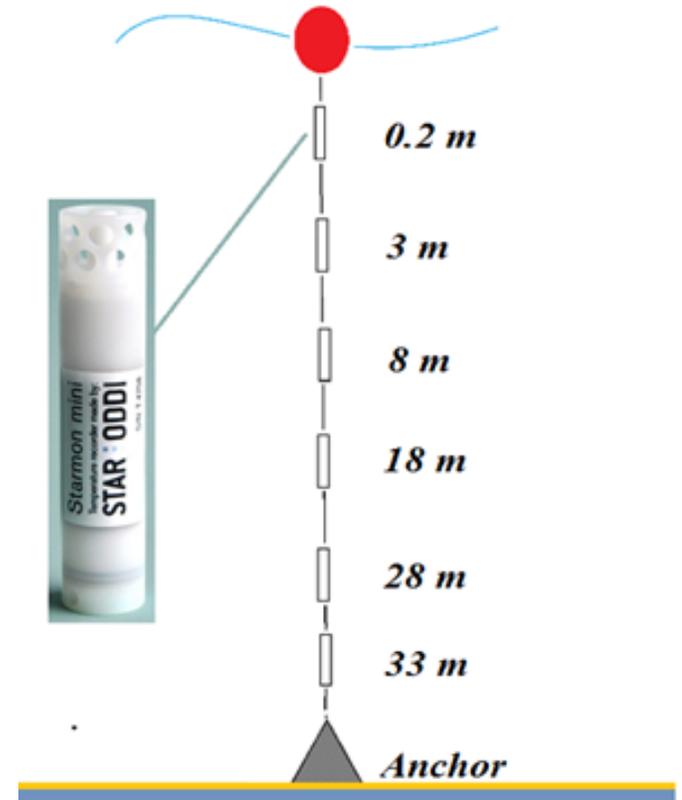
## Термокоса в районе мыса Малый Утриш



Данные температуры на глубине 33 м с косы, расположенной около мыса Утриш.



Термокоса из 6 датчиков температуры Starmon работала в районе мыса Малый Утриш на глубине 34 м в период с 15 марта 2021 по 19 мая 2022.



## Итоги

1. В результате анализа космоснимков Новороссийской бухты начиная с августа 2024 года на семи спутниковых снимках обнаружены пятна нефтяных загрязнений, исходящие из района захоронения теплохода «Адмирал Нахимов», в том числе на трех радиолокационных изображениях (РЛИ) и четырех оптических снимках.
2. Ранее пятна нефтепродуктов, истекающих из баков теплохода «Адмирал Нахимов», фиксировались летом-осенью 2021, 2022 и 2023 годов. Данные спутниковой съёмки были подтверждены в результате инспекции сотрудниками Администрации морских портов Черного моря.
3. Вероятной причиной просачивания нефтепродуктов из баков теплохода «Адмирал Нахимов» может быть явление даунвеллинга. Доказательствами гипотезы могут являться высокие температуры воды на глубине 20-30 м в наблюдаемый период 2021 года, измеренные с помощью косы в районе мыса Утриш, а также климатическое повышение ТПО в северо-восточной части Черного моря. Повышение температуры воды вокруг судна могло привести к изменению агрегатного состояния остатков топлива в судовых баках и просачиванию легких фракций. Достаточно хорошо проявления наблюдались в последней декаде июля, первой декаде августа и в конце первой декады октября.
4. Наблюдения за загрязнениями в районе захоронения теплохода «Адмирал Нахимов» будут продолжены. Проблема протечки остатков топлива из баков затонувших кораблей наблюдается в прибрежной зоне в различных районах мира.

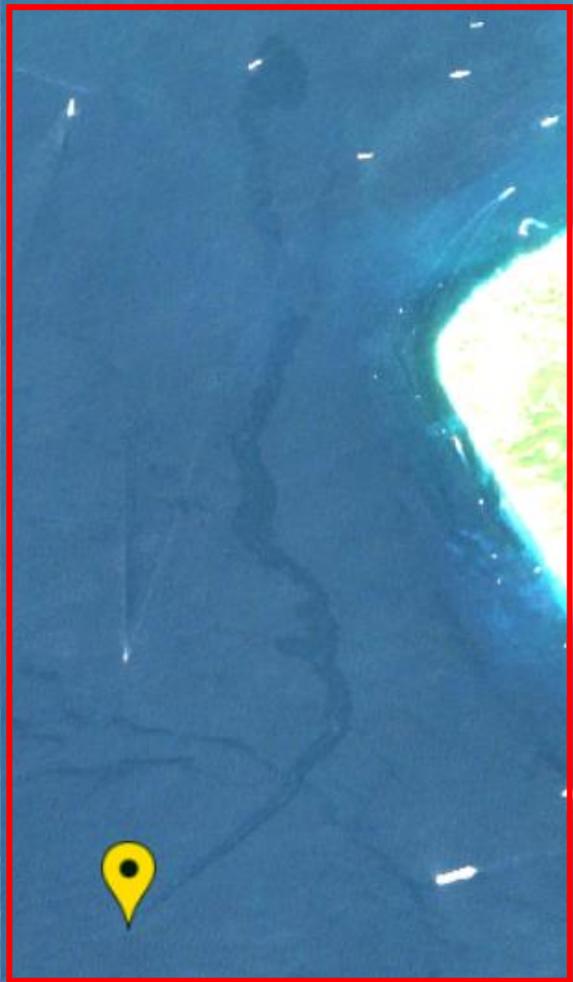
# Приложение



# Утечка топлива из баков затонувшего теплохода «Адмирал Нахимов» у мыса Дроб.

2.08.2024, Sentinel-2

02.08.2024. Длина слика 6,5 км.

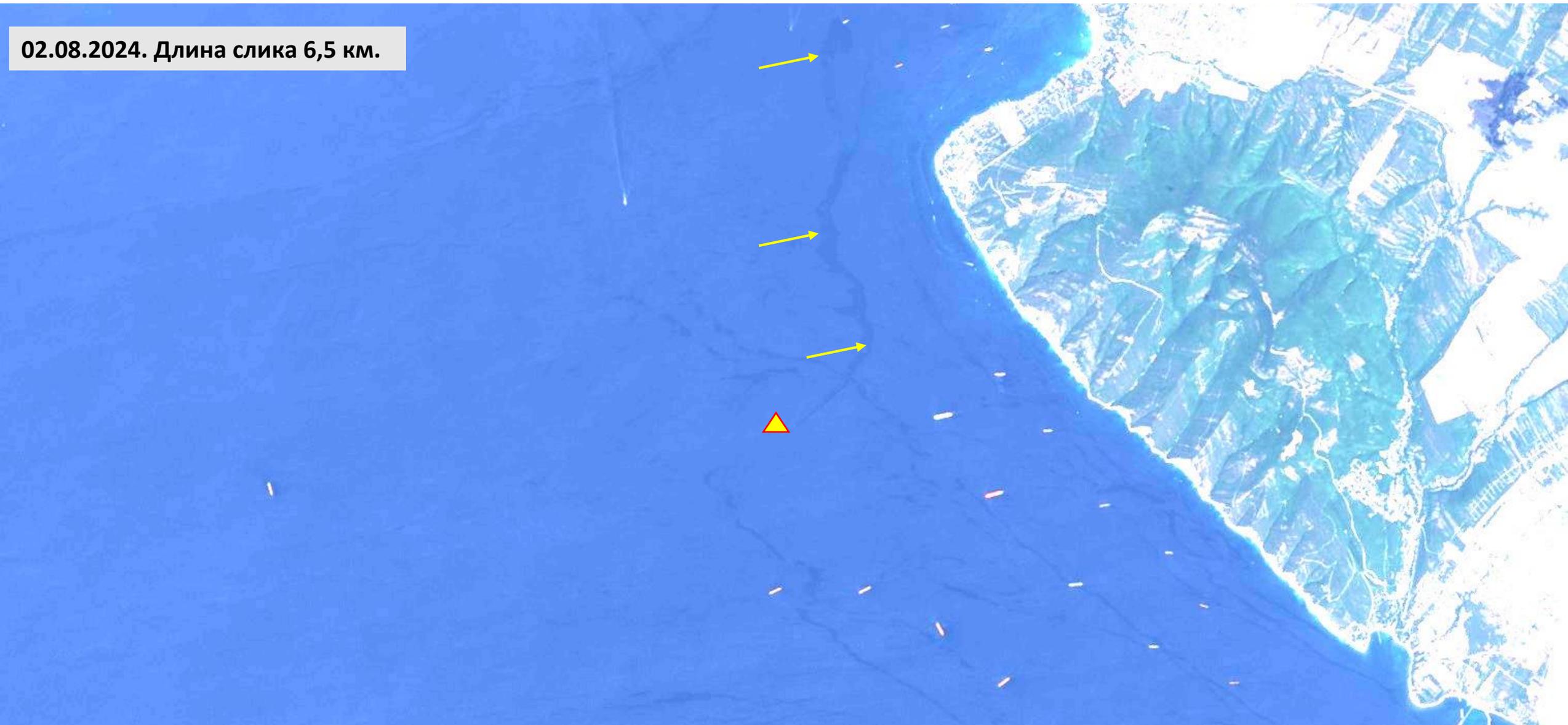




# Утечка топлива из баков затонувшего теплохода «Адмирал Нахимов» у мыса Дроб.

2.08.2024, Landsat-8/9

02.08.2024. Длина слика 6,5 км.

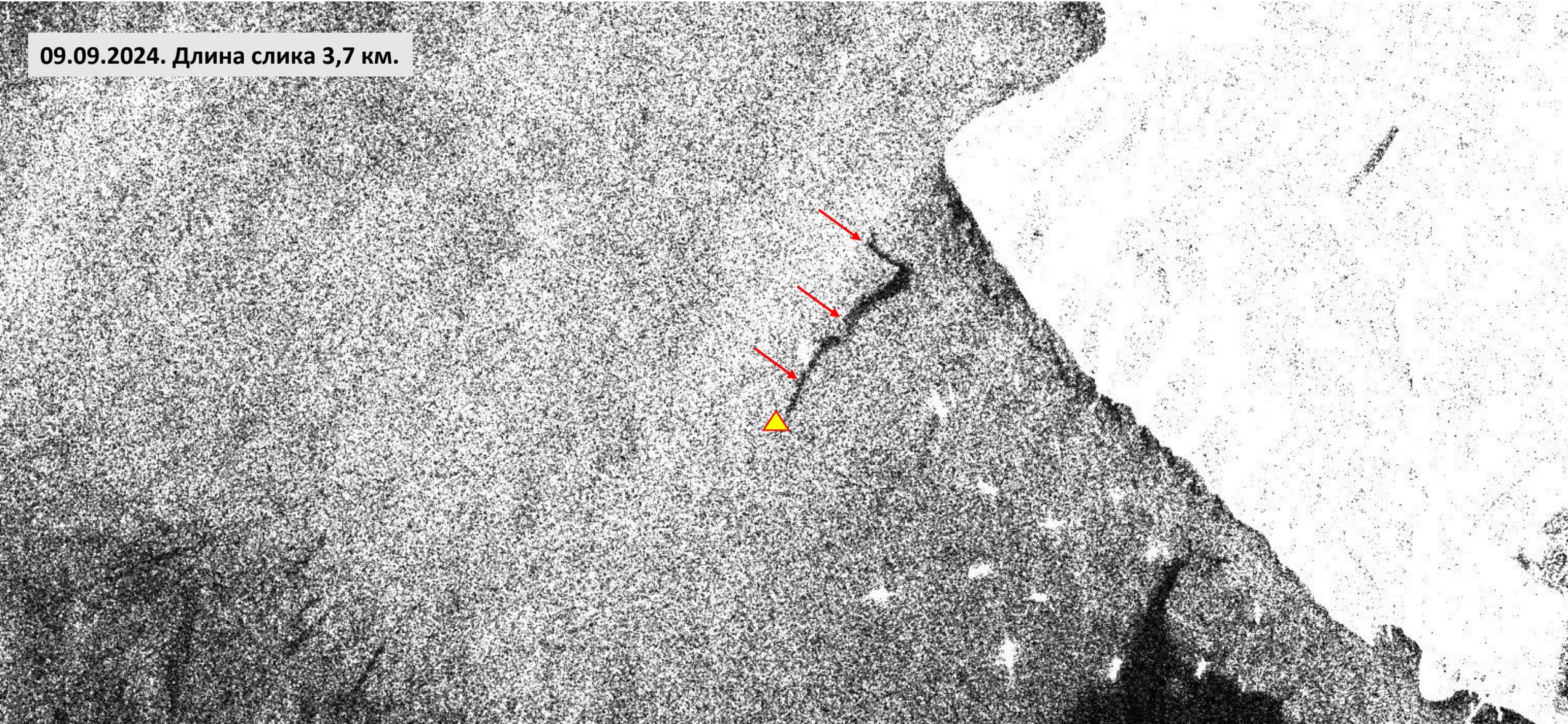




# Утечка топлива из баков затонувшего теплохода «Адмирал Нахимов» у мыса Дроб.

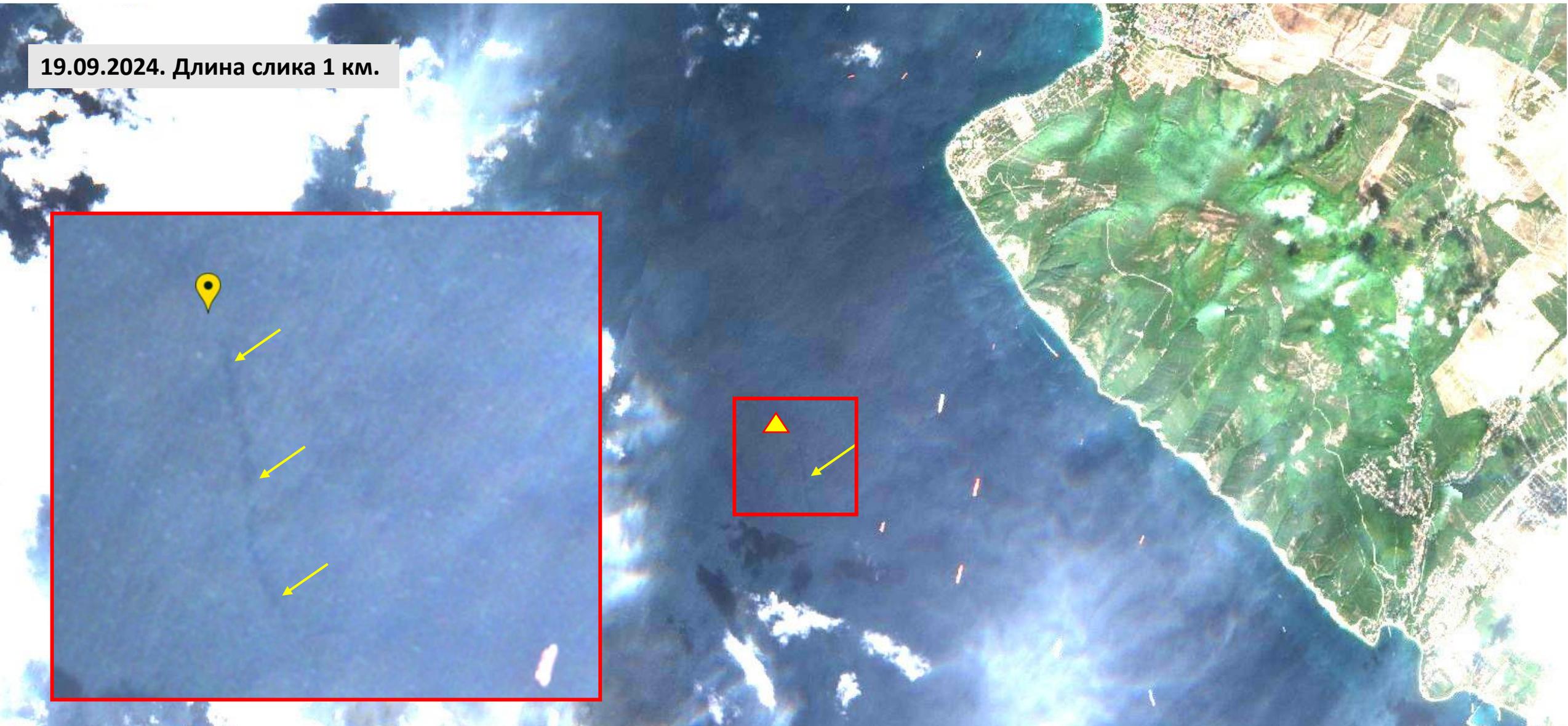
9.09.2024, Sentinel-1

09.09.2024. Длина слика 3,7 км.



19.09.2024, Sentinel-2

19.09.2024. Длина слика 1 км.

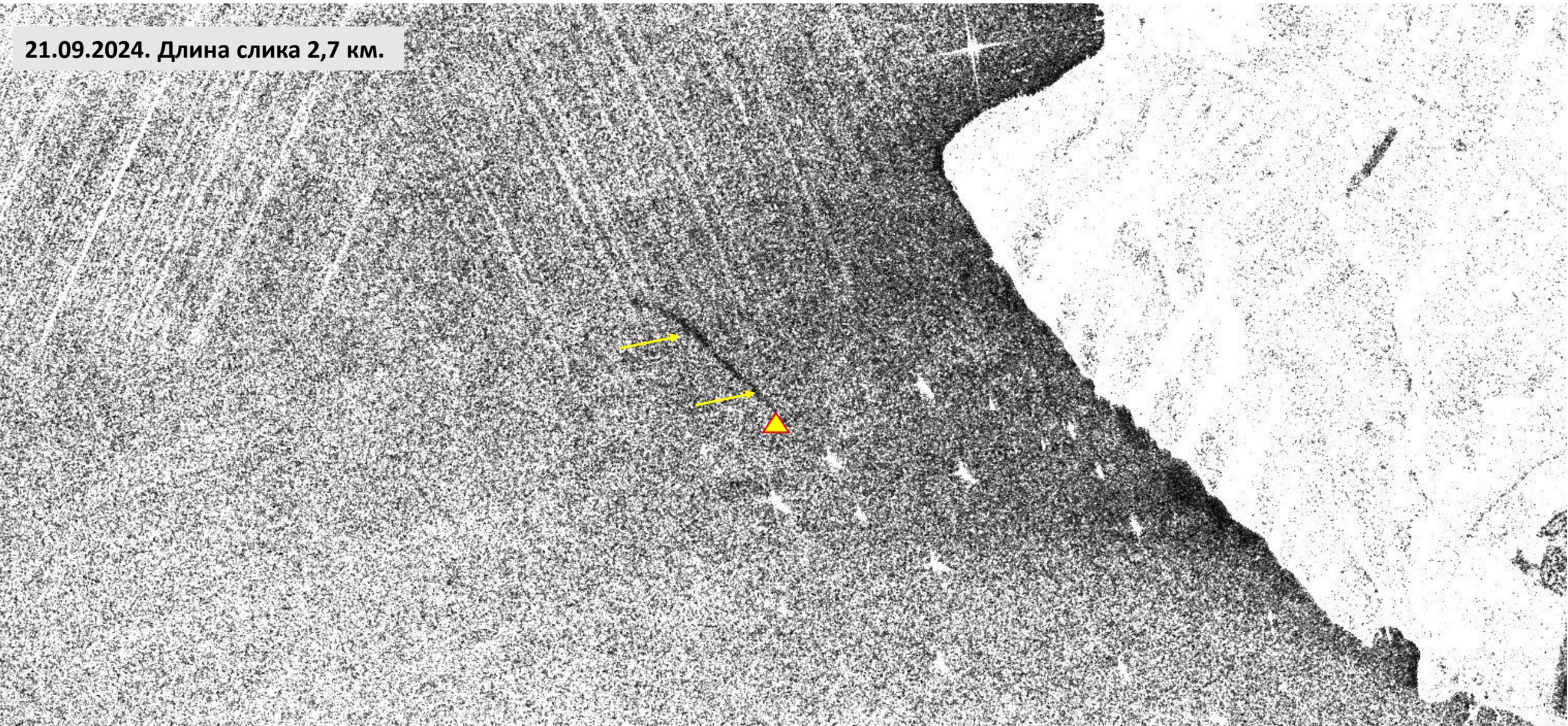




# Утечка топлива из баков затонувшего теплохода «Адмирал Нахимов» у мыса Дроб.

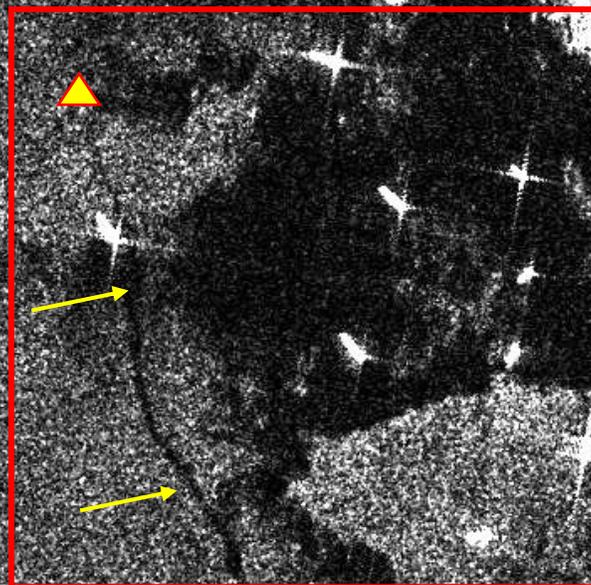
21.09.2024, Sentinel-1

21.09.2024. Длина слика 2,7 км.



25.09.2024, Sentinel-1

25.09.2024. Длина слика 5 км.

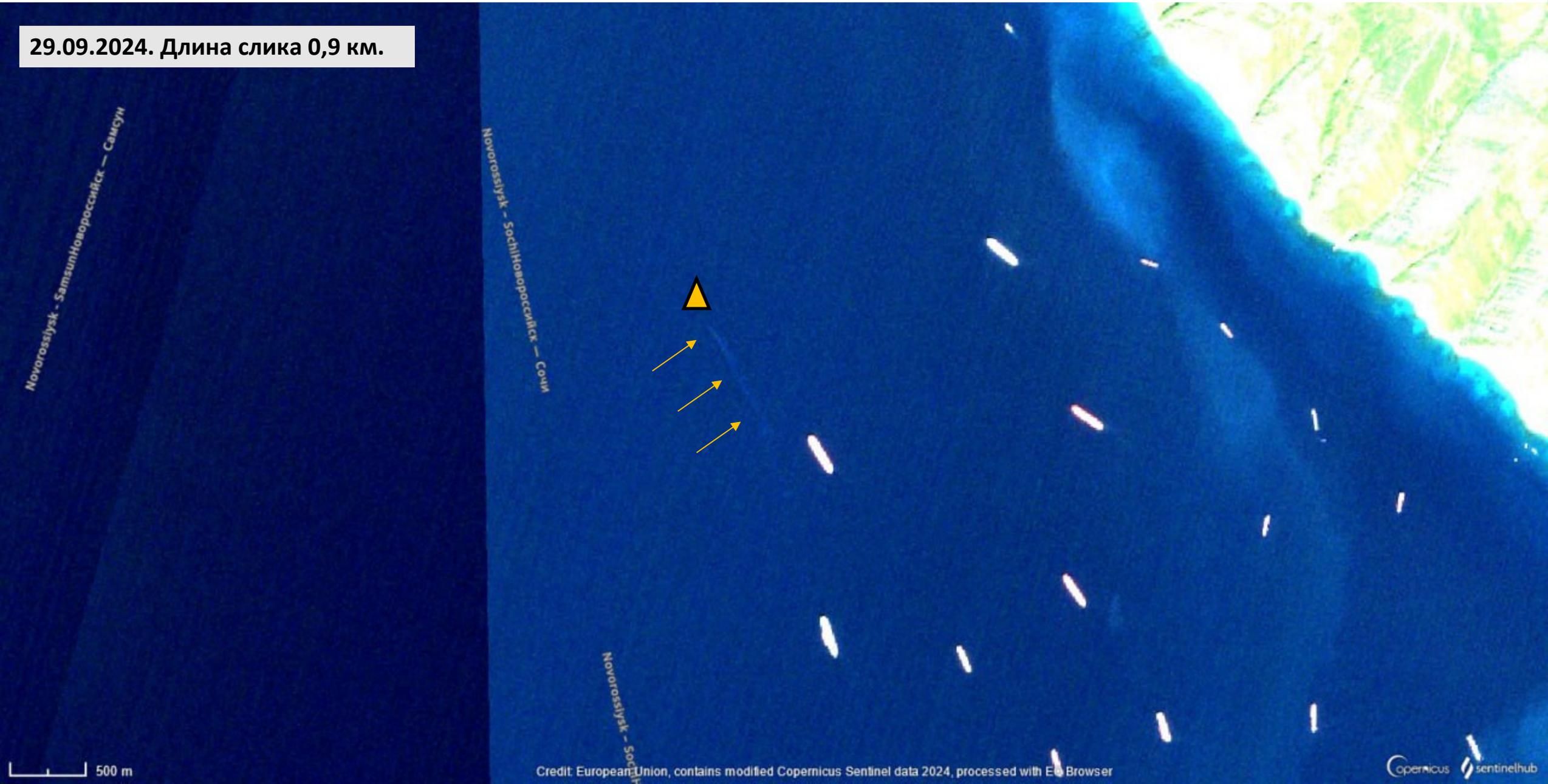




# Утечка топлива из баков затонувшего теплохода «Адмирал Нахимов» у мыса Дроб.

29.09.2024, Sentinel-2

29.09.2024. Длина слика 0,9 км.



## Актуальность исследований. Примеры загрязнения моря протечками моторного топлива давно затонувших кораблей

### Протечки остатков моторного топлива из затонувшего в 1921 году у берегов Болгарии судна Моранг – через 103 года.

"Мопанг" - грузовой пароход типа Liberty, построенный в 1920 году и затонувший в июне 1921 года после подрыва на mine. По оценке, остатки моторного топлива на борту судна составляют 100-150 т. Судно затонуло в Бургасском заливе на глубине 20-33 м в 10 км от туристического города Созополь (Болгария). Загрязнения обнаружены и наблюдались в 2017-2018 годах по данным РЛИ Sentinel-1. В 2019 году остатки моторного топлива были откачены усилиями Болгарского агентства морской безопасности.

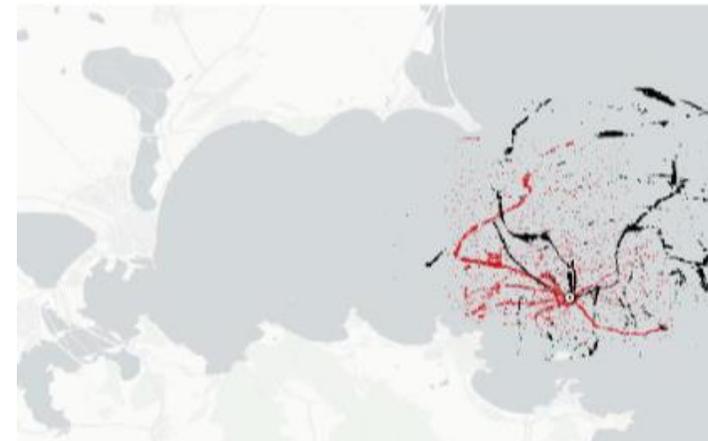
[https://www.researchgate.net/publication/349177048\\_Remote\\_Sensing\\_and\\_Modelling\\_of\\_the\\_Mopang\\_Oil\\_Pollution\\_near\\_the\\_Bulgarian\\_Black\\_Sea\\_Coast](https://www.researchgate.net/publication/349177048_Remote_Sensing_and_Modelling_of_the_Mopang_Oil_Pollution_near_the_Bulgarian_Black_Sea_Coast)

### Протечки остатков топлива из баков боевых кораблей-мишеней, затонувших в 1946 году в атолле Бикини в результате испытания ядерного оружия – 78 лет и продолжают.

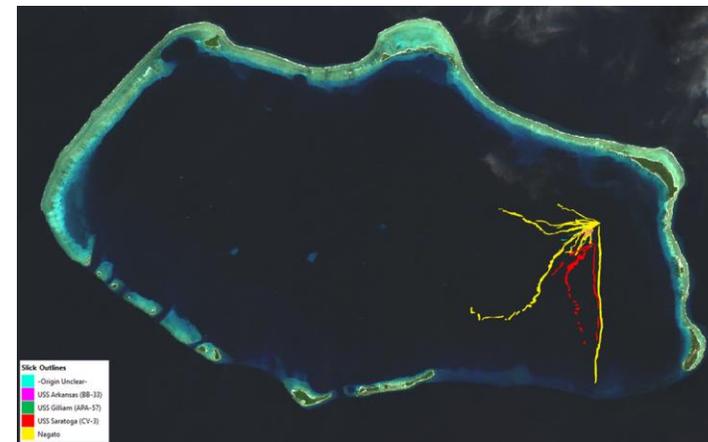
Протечки с затонувших кораблей в атолле Бикини – объекте ЮНЕСКО наблюдаются по снимкам с 2015 года до настоящего времени. Проводятся операции по откачке топлива. Создан фонд MPS <https://majorprojects.org.au/> для финансирования очистки и привлечены некоммерческие организации для спутникового мониторинга протечек.

<https://satelliteblog.cgg.com/seascope-forgotten-threat-the-ghost-fleet-of-bikini-atoll/>

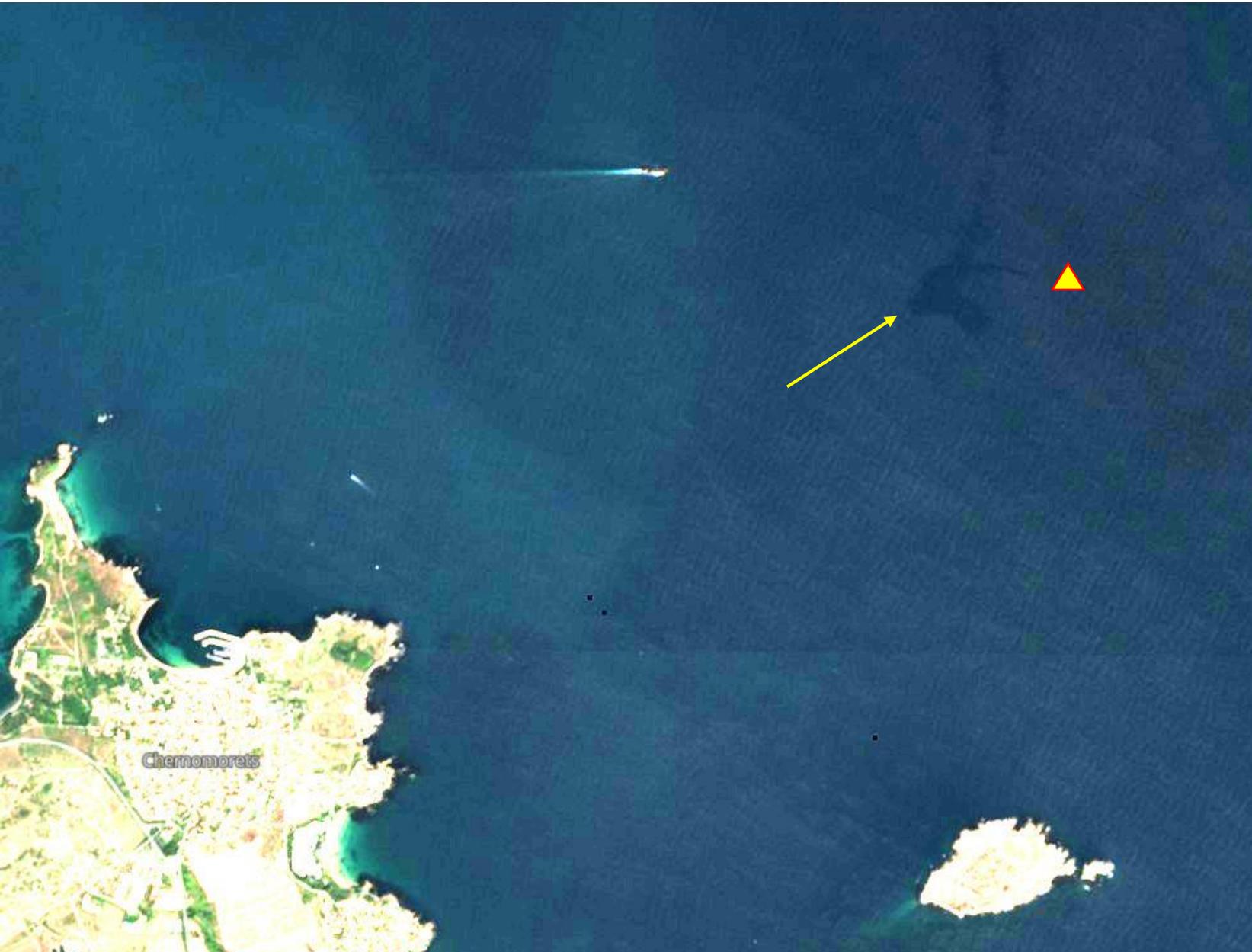
<https://pulitzercenter.org/stories/ticking-ecological-time-bombs-thousands-sunken-wwii-ships-rusting-bottom-pacific>



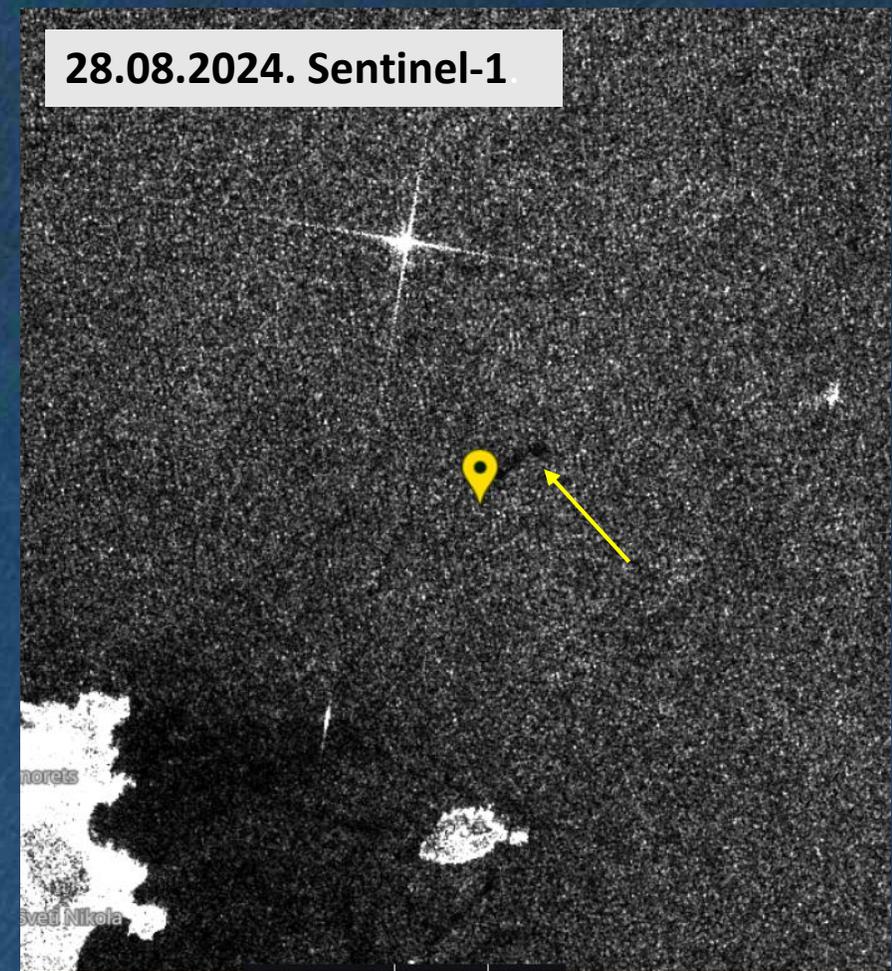
Интегральная карта протечек за июль-октябрь 2017 и 2018 г (на рисунке – август)



Группировка нефтяных пятен, наблюдаемая на 15 спутниковых снимках атолла Бикини с июля 2015 г. по ноябрь 2020 г., наложенных на изображение Sentinel-2 от 8 ноября 2020 г.

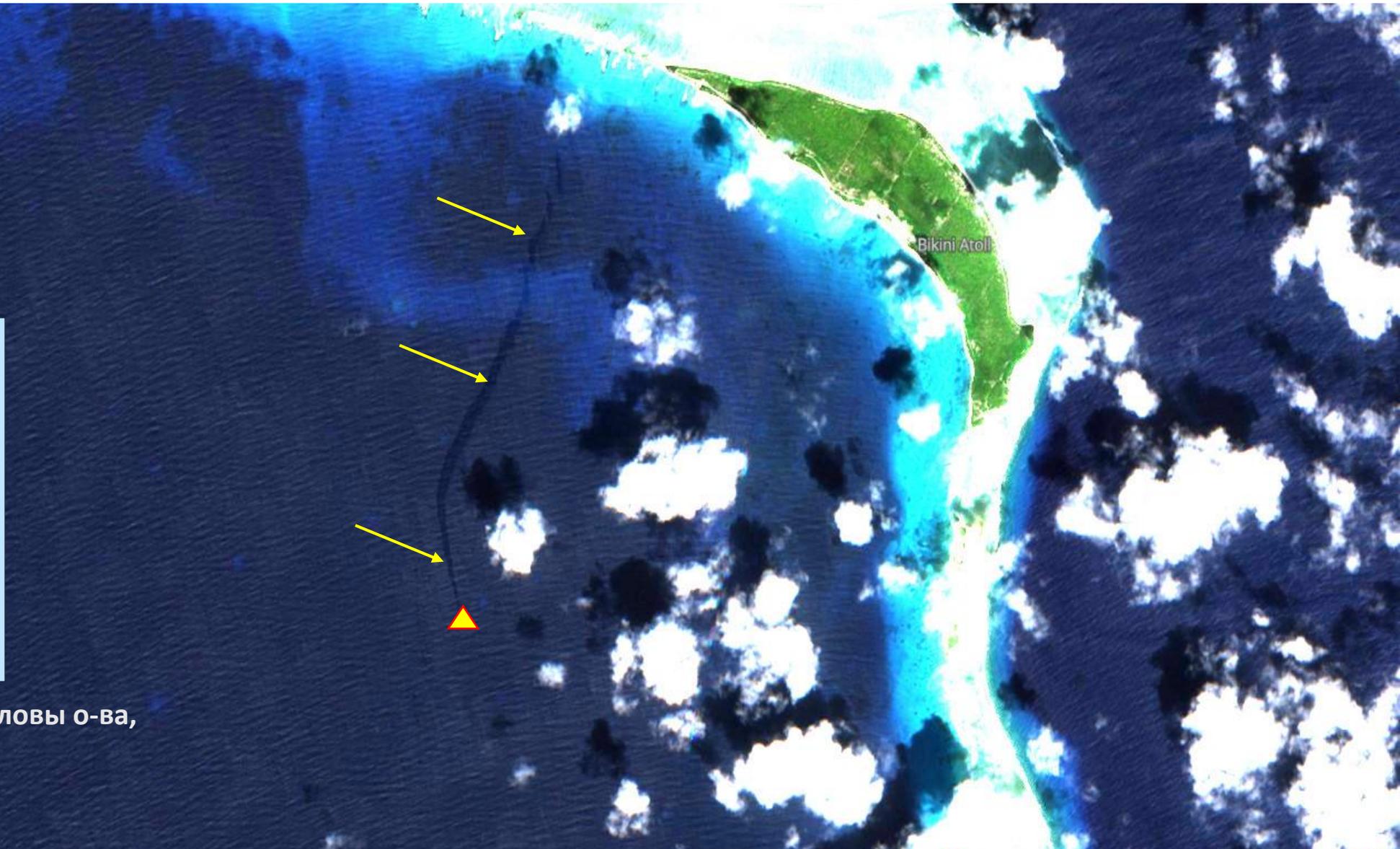
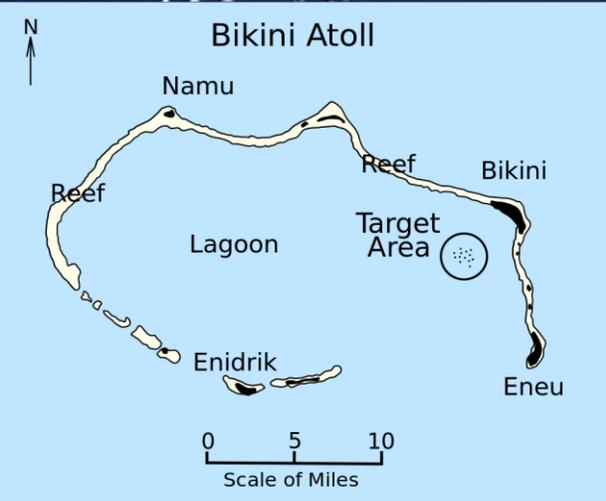
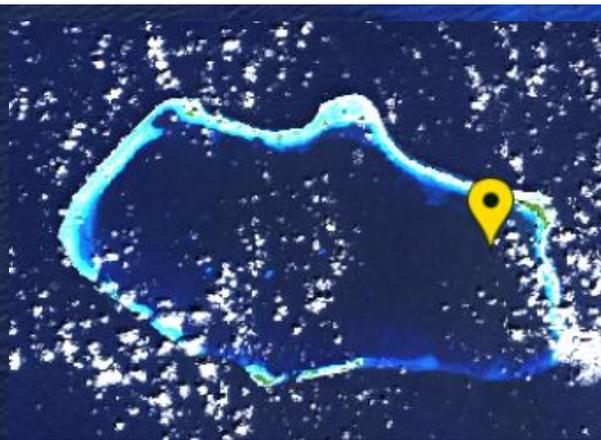


Бургасский залив Черного моря, 10 км к СЗ от г. Созополь (Болгария).  
42.4678, 27.6942





# Утечка топлива из баков затопленных кораблей-мишеней в лагуне атолла Бикини, Маршалловы о-ва. 3.11.2022, Sentinel-2



Лагуна атолла Бикини, Маршалловы о-ва,  
Тихий океан.

11.5987, 165.5125

# Утечка топлива из баков затопленных кораблей-мишеней в лагуне атолла Бикини, Маршалловы о-ва. 29.08.2024, Sentinel-2



Лагуна атолла Бикини, Маршалловы о-ва,  
Тихий океан.



# Утечка топлива из баков затопленных кораблей-мишеней в лагуне атолла Бикини, Маршалловы о-ва. 23.09.2024, Sentinel-2

Следы выхода остатков топлива из баков сразу трёх кораблей-мишеней.

Лагуна атолла Бикини, Маршалловы о-ва, Тихий океан.

