

Спутниковый мониторинг последствий мазутного разлива в районе Керченского пролива 15 декабря 2024 г.

Лаврова О.Ю., Лупян Е.А.

Институт космических исследований РАН, Москва
olavrova@cosmos.ru, evgeny@d902.iki.rssi.ru

Костяной А.Г.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
kostianoy@gmail.com

Аварии 15 декабря 2024 г.

Утром 15 декабря 2024 г. перед Керченским проливом со стороны Чёрного моря в результате сильнейшего шторма и высоких волн произошли две аварии с танкерами класса «река-море»:

- «Волгонефть-212» разломился пополам и затонул,
- «Волгонефть-239» также разломился надвое, в результате чего носовая часть затонула, а кормовая часть сдрейфовала к берегу северо-западнее порта Тамань Краснодарского края и села на мель в 80 м от берега.

«Волгонефть-212» перевозил 4300 т мазута, «Волгонефть-239» — 4900 т.

В результате аварии произошёл разлив мазута общим объёмом порядка 2500 т.

Росморречфлот уточнил, что крушение произошло в акватории Чёрного моря из-за шторма, в районе бедствия наблюдался сильный шквалистый ветер и волнение 7 баллов в течение этих суток.



Фрагмент изображения MSI Sentinel-2B (4, 3, 2 спектральные каналы), полученного в районе порта Тамань 18 декабря 2024 г. в 08:37 UTC. Положение кормовой части танкера «Волгонефть-239» отмечено стрелкой

Район аварий



Положение развалившихся частей танкеров отмечено цветными метками. Танкер «Волгонефть-212»: зелёная — нос, жёлтая — корма. Танкер «Волгонефть-239»: голубая — нос, красная — корма. Координаты затонувших частей получены нами от ФГБУ «Администрация морских портов Черного моря». *Возможно, координаты в дальнейшем уточнялись, но для получения объективной картины это не принципиально*

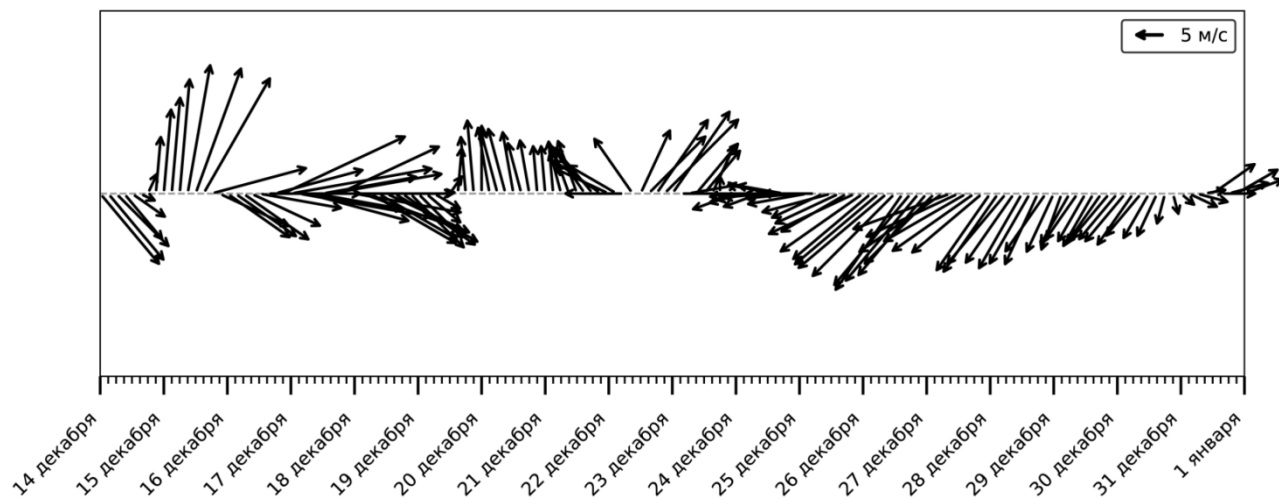
Расстояние от района аварий составляет:

- до м. Такиль (Крым) - примерно 7 км;
- до порта Тамань (Краснодарский край) - около 12 км;
- до Анапы - более 60 км

Гидрометеорологические данные



Схема течений в Черном море



Скорость и направление ветра в районе аварии танкеров по 3-х часовым данным модели GFS NCEP с 14 декабря по 31 декабря 2024 г.

Спутниковые данные

➤ Радиолокационные данные:

- Sentinel-1A SAR-C (18 декабря 2024 – настоящее время);
- Sentinel-1C SAR-C (18 апреля 2025 – настоящее время);

С 18 декабря 2024 г. по настоящее время всего было получено, обработано и проанализировано **195** РЛИ SAR-C Sentinel-1.

Специалистами Национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России были предоставлены 2 РЛИ, полученных 20 и 21 декабря китайским спутником Gaofen-3.

Данные видимого и ближнего ИК-диапазонов

- Все безоблачные изображения MSI Sentinel-2 и OLI/OLI-2 Landsat-8, -9.

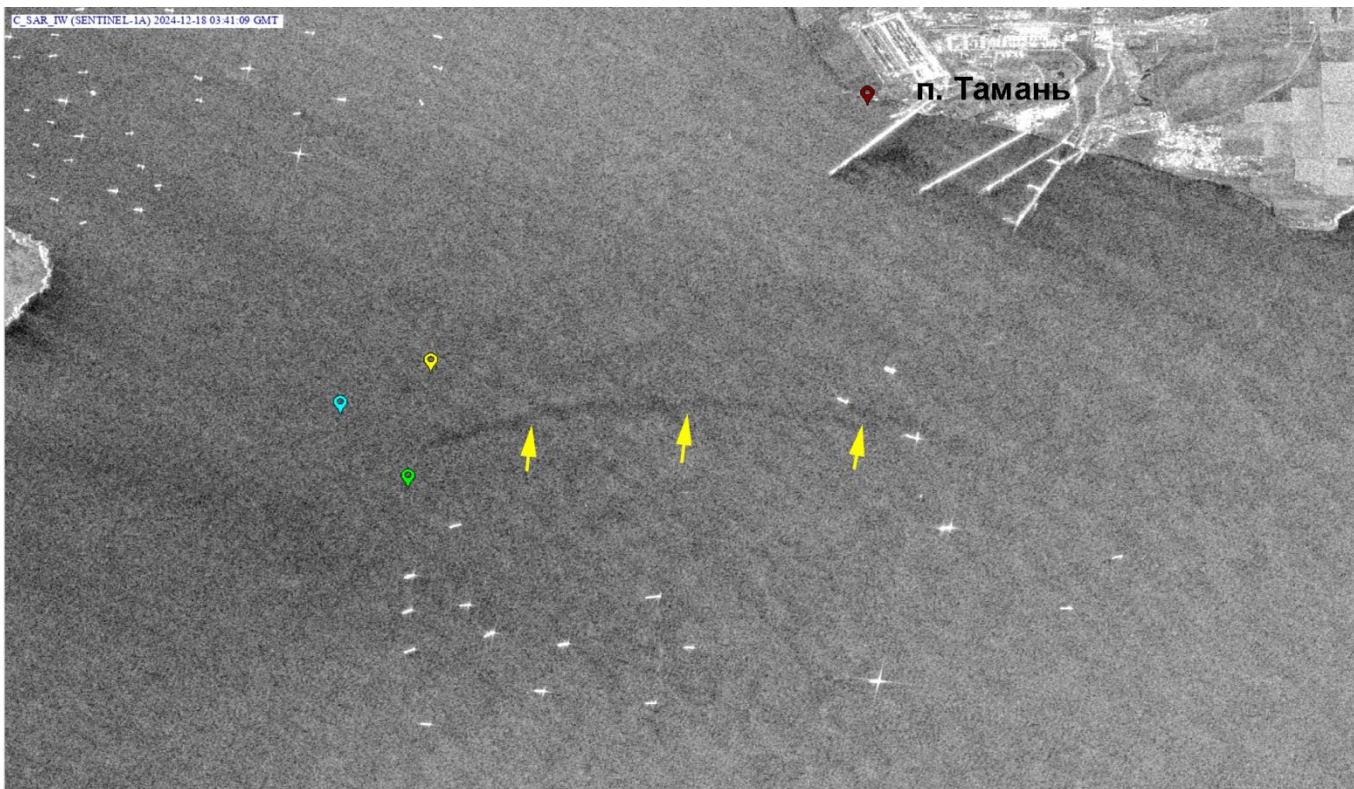
Для анализа общей ситуации в районе использовались ежедневные данные MODIS Terra/Aqua и VIIRS Suomi NPP

Хартия «Космос и крупные бедствия»

The International Charter "Space and Major Disasters"

- Создана в октябре 2000 г. с целью обеспечения широкого доступа к космической мониторинговой информации в ходе осуществления мероприятий по ликвидации последствий всех возможных природных и техногенных катастроф.
- К настоящему времени Международная хартия состоит из 17 космических агентств и операторов космических систем со всего мира.
- Российское космическое агентство (Роскосмос), как представитель России, вошло в Международную хартию в мае 2013 г.
- Уже на следующий день после аварии, 16 декабря 2024 г., МЧС России обратилось в Международную хартию с запросом о мониторинге последствий катастрофического разлива мазута.
- На сайте Хартии была создана страница, посвященная данному мониторингу, на которой представлены спутниковые изображения и комментарии к ним (<https://disasterscharter.org/activations/oil-spill-in-russian-federation-activation-937->).
- В настоящий момент, на сайте представлены фрагменты 17 РЛИ, помимо данных Sentinel-1, имеются 6 фрагментов РЛИ спутников RCM-3 (RadarSat Constellation Mission), интерес представляют только данные от 19 и 20 декабря 2024.

Первое РЛИ района аварии: 18 декабря 2024 г.



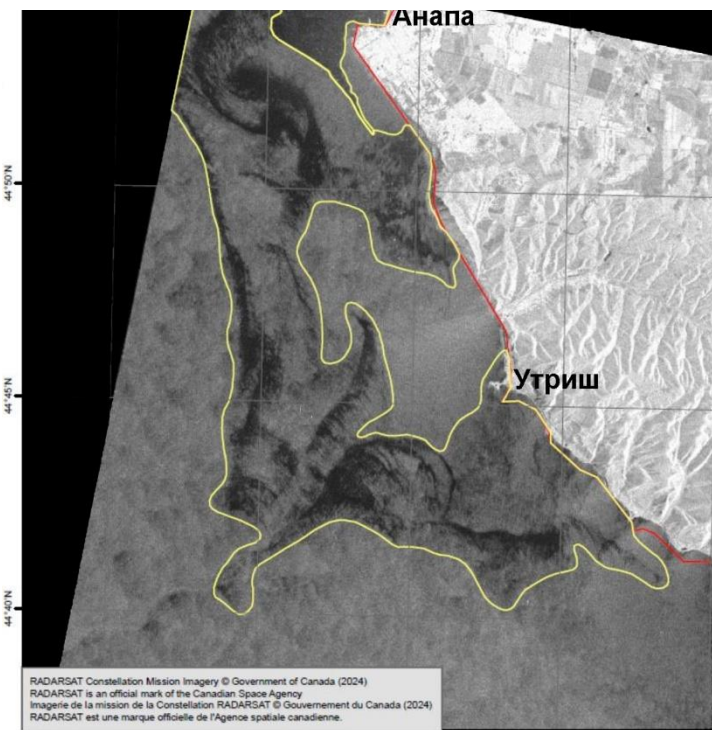
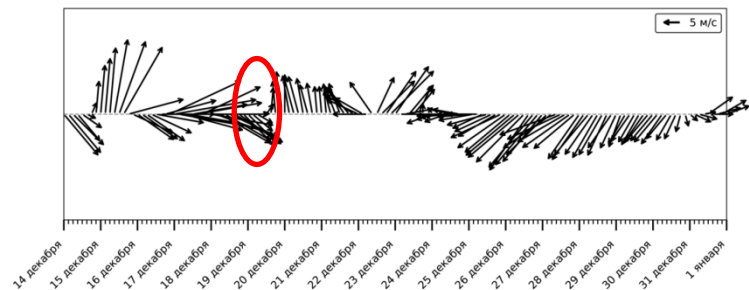
Фрагмент РЛИ SAR-C Sentinel-1A от 18 декабря 2024, 03:31 GMT.

Ветер - западного-северо-западного направления.

Скорость на момент съемки - 12 м/с.

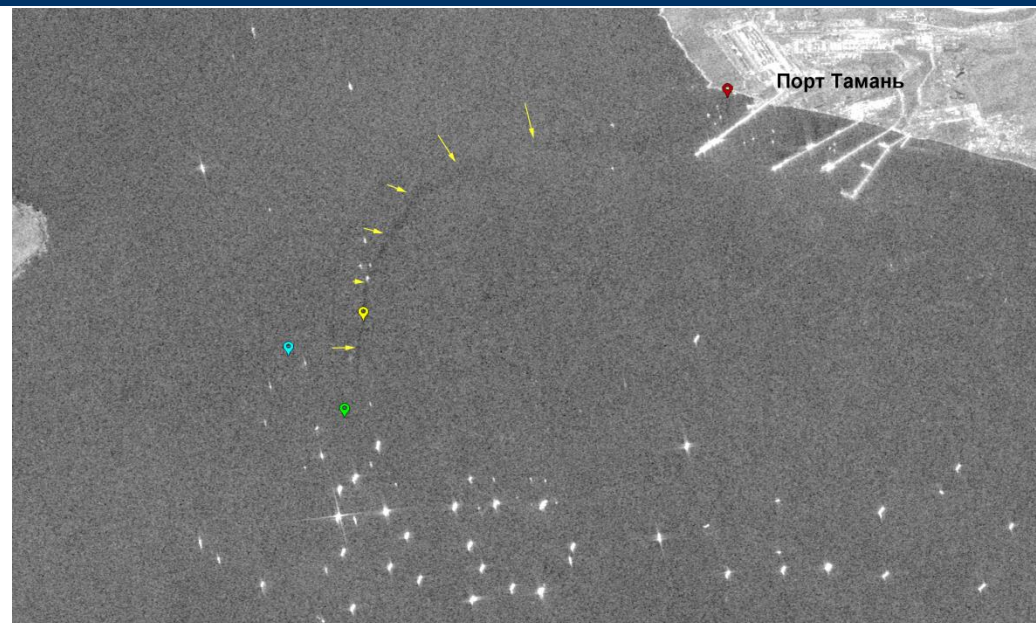
Длина нефтяного шлейфа - 9,7 км от места крушений танкеров в сторону краснодарского побережья

РЛИ от 19 декабря 2024 г.

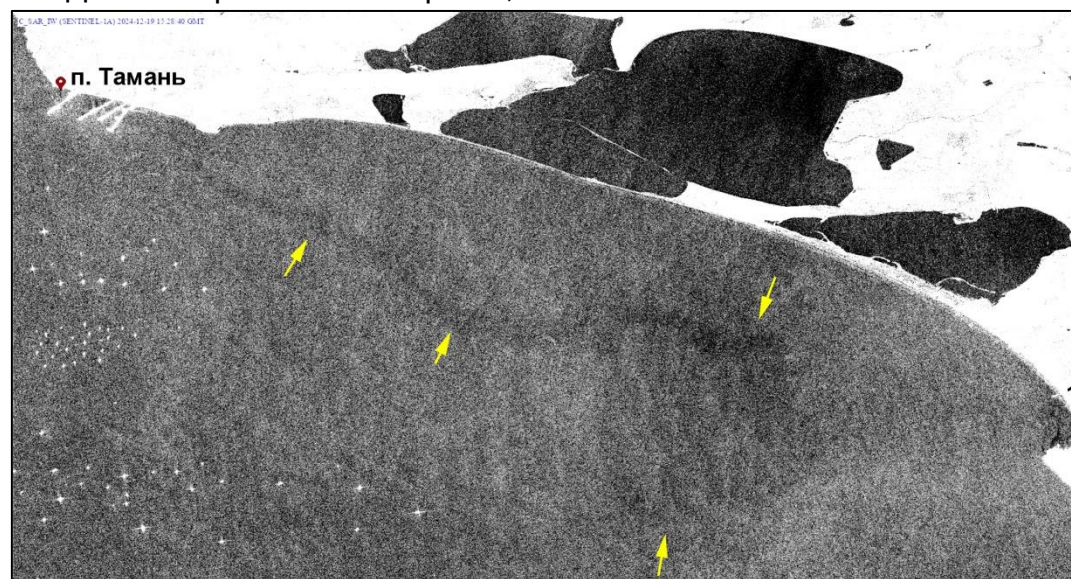


РЛИ RCM-3 03:42 GMT

SAR-C Sentinel-1A 15:28 GMT). Стрелками отмечено положение нефтяного шлейфа, длина которого 36 км. 1 — Анапа



Фрагмент РЛИ SAR-C Sentinel-1A от 19 декабря 2024, 15:28 GMT. Ветер - переменчивый. Скорость на момент съемки - 6 м/с. Длина нефтяного шлейфа - 9,2 км



Вихревая обстановка в районе побережья

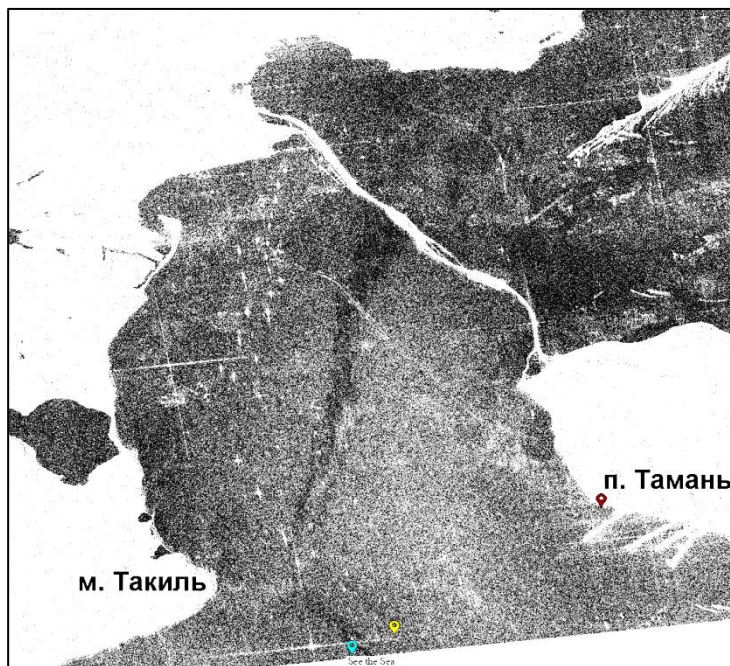


Вихревые диполи у побережья Анапы.

Фрагмент изображения OLI Landsat-8, полученного 16 декабря 2024 г. в 08:13 GMT

Комплексный анализ показал, что загрязнение распространялось вдоль побережья от м. Утриш до п. Тамань, чему способствовала не только смена западного ветра на южный, но и активные вихревые процессы

РЛИ от 20 декабря 2024 г.



Фрагмент РЛИ Gaofen-3 от 20 декабря 2024 г.

ISTOP Anomaly Report Rapport d'Anomalie SIPPS

Canadian Ice Service / Service canadien des glaces © Copyright 2024
Contact(e): istopo@ec.gc.ca 613-971-2090



Issued / émis : 21-12-2024 01:18 UTC
Image Date / date de l'image: 20-12-2024 15:13:40 UTC

Satellite : RCM
Mode: SCLND
Resolution / résolution : 30 m
Winds / vents : S 13 kts ECMWF modelled winds

Center/centre Latitude/Longitude : 50°11'50.74,-64°40'3.199

Comments / Commentaires:

Activation-937 (Call 1068) - Oil spill in Russia

Yellow line delineates the extent of possible oil. The point source of the main anomaly is at the far end to the South. This anomaly weathers and spreads further North to the extent of the Causeway. Another separate group of anomalies is on the northern part of the Causeway.

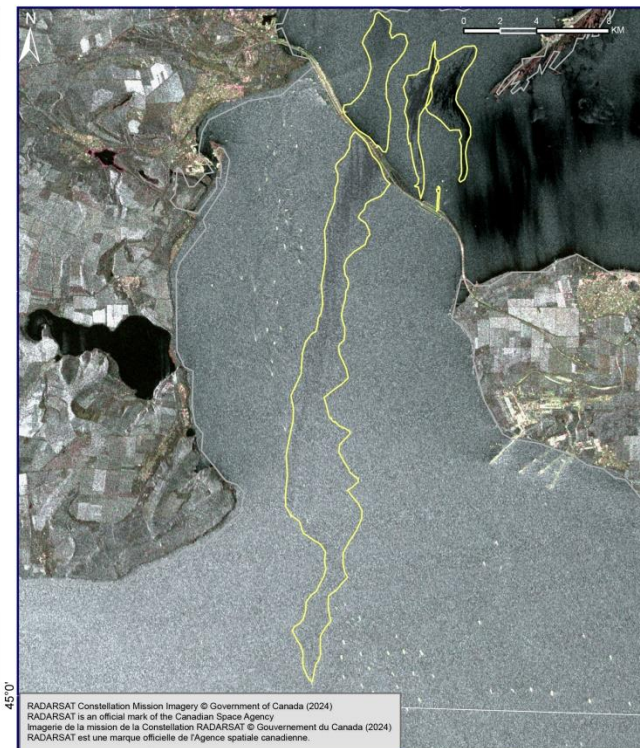
Legend / Légende

Anomaly / Anomalie	Ship / bateau	Unknown target / cible inconnue
Zone 50 km	Possible ship / bateau	Platform / plate-forme pétrolière
EEZ / ZEE		



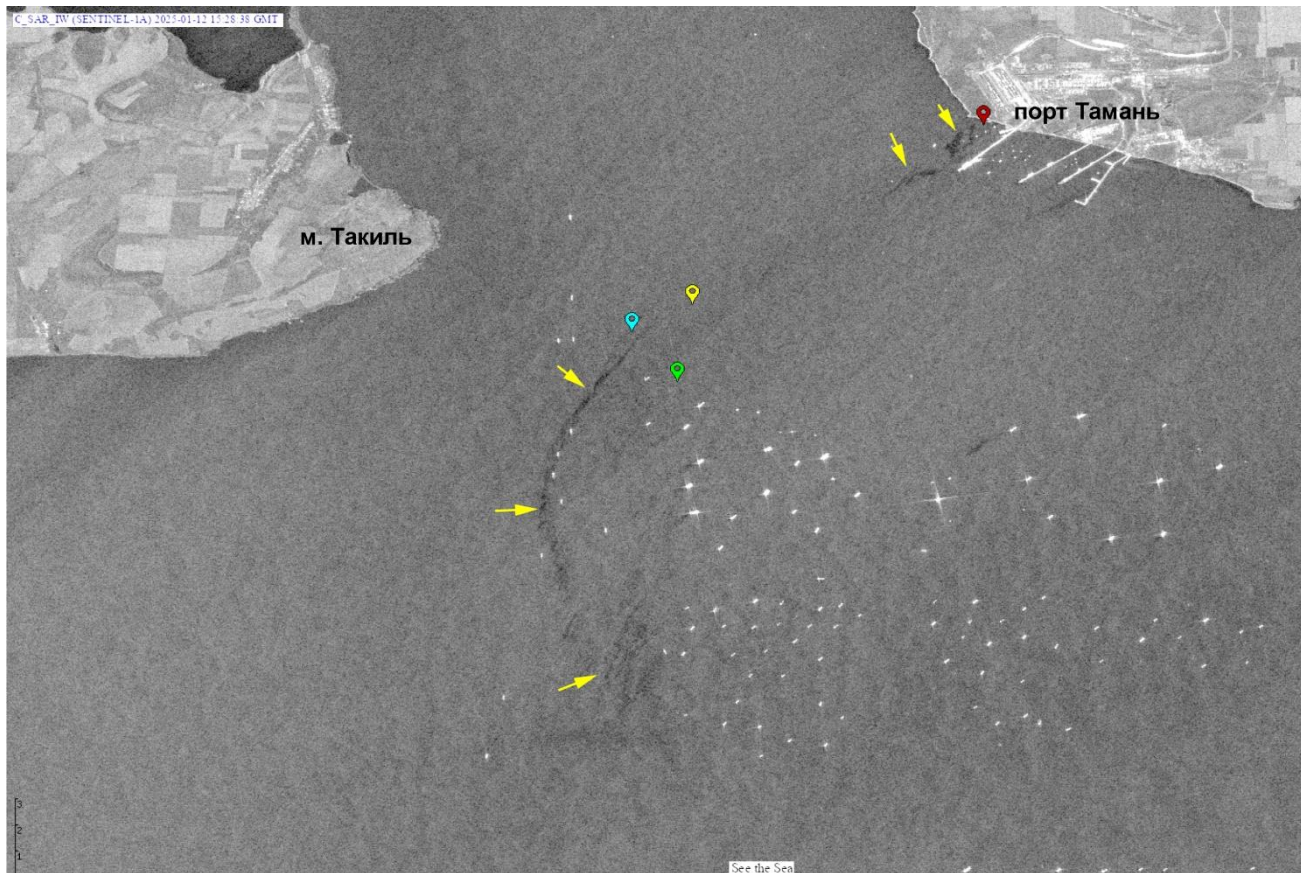
Environment and
Climate Change Canada

Environnement et
Changement climatique Canada



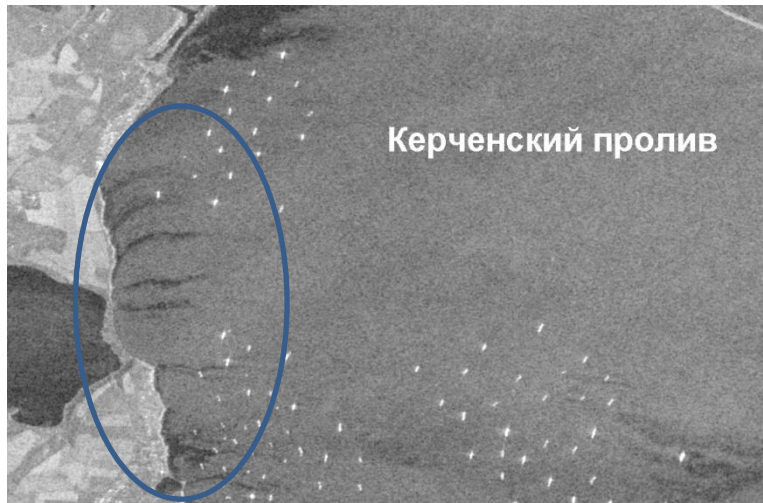
Устойчивый южный – юго-восточный ветер явился причиной того, что мазутное загрязнение, источником которого оставались утонувшие части судов, стало выносить на север через основной створ Керченского пролива практически до азовского предпроливья, что позволил подтвердить анализ РЛИ, полученных 20 декабря 2024 г. спутниками Gaofen-3 и RCM

РЛИ от 12 января 2025 г.



Фрагмент РЛИ SAR-C Sentinel-1A, полученного 12 января 2025 г. в 15:28:38 GMT
Ветер северо-северо-восточный, 4 м/с.
Длина нефтяного шлейфа 15,5 км

Случаи «самоочищения» прибрежных вод

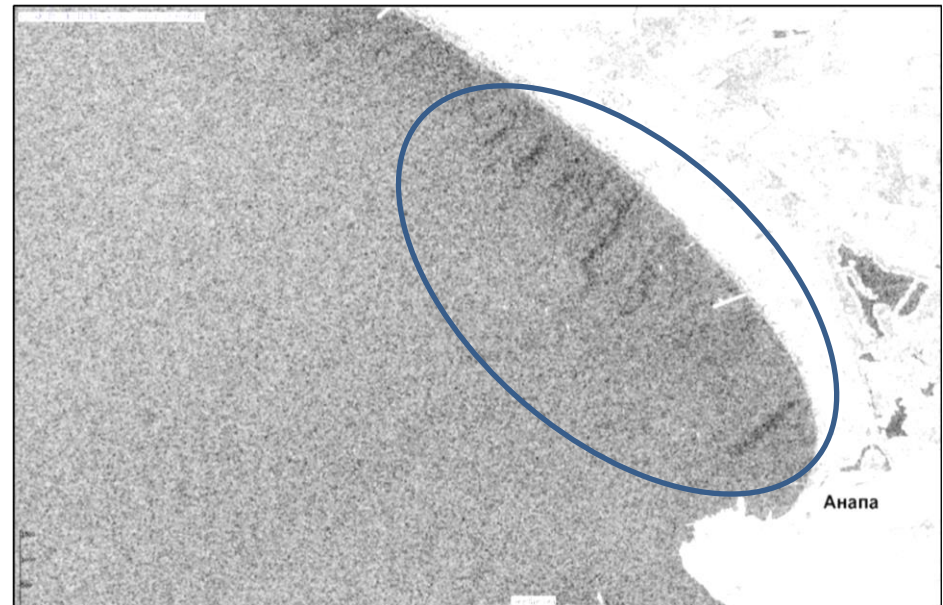


Фрагмент РЛИ SAR-C Sentinel-1A, полученного 23 декабря 2024 г. в 03:49:20 GMT

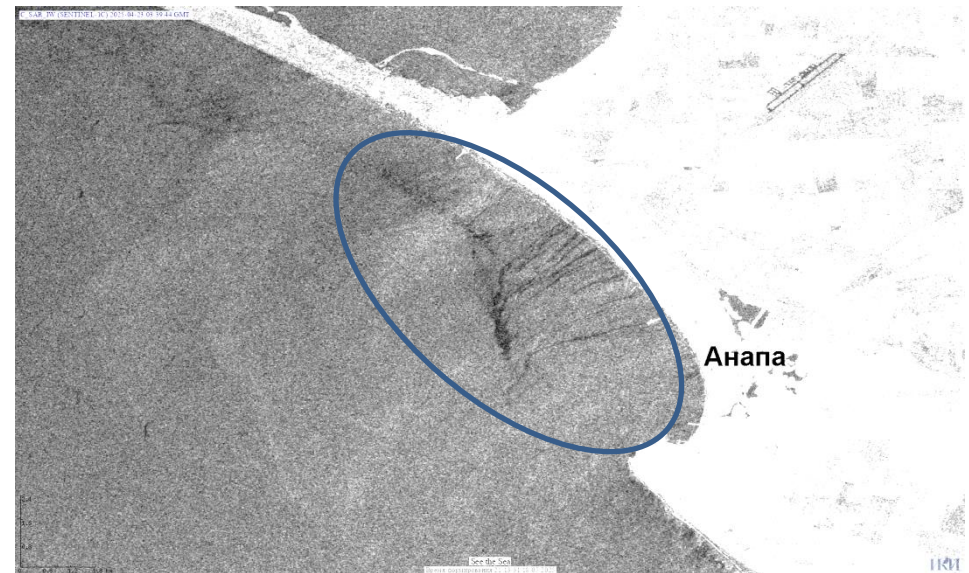
Распространение более тяжелых нефтяных агрегатов зависит и от донного рельефа. Они скапливаются на дне в трещинах песчаника, образуя вытянутые полосы, перемещаются придонными орбитальными волновыми движениями. Накопление смоляных агрегатов на глубинах от уреза воды до 6–7 м совпадает с зоной максимальной деформации волн (Немировская, 2008).

Этим может объясняться тот факт, что при сильном ветре с берега на РЛИ наблюдаются квазипараллельные нефтяные слики, распространяющиеся в сторону моря перпендикулярно берегу.

Такая картина наблюдалась на РЛИ неоднократно у побережья Керченского полуострова и у побережья Анапы. Характерные проявления представлены на слайде



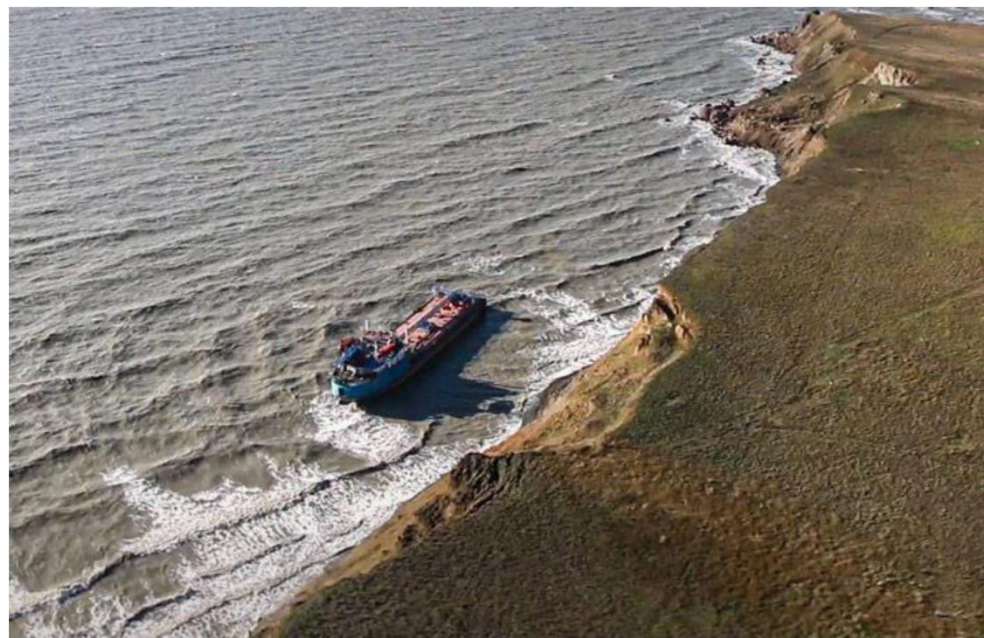
Фрагмент РЛИ SAR-C Sentinel-1A, полученного 12 января 2025 г. в 15:28:38 GMT



Фрагмент РЛИ SAR-C Sentinel-1C, полученного 23 апреля 2025 г. в 03:39:44 GMT

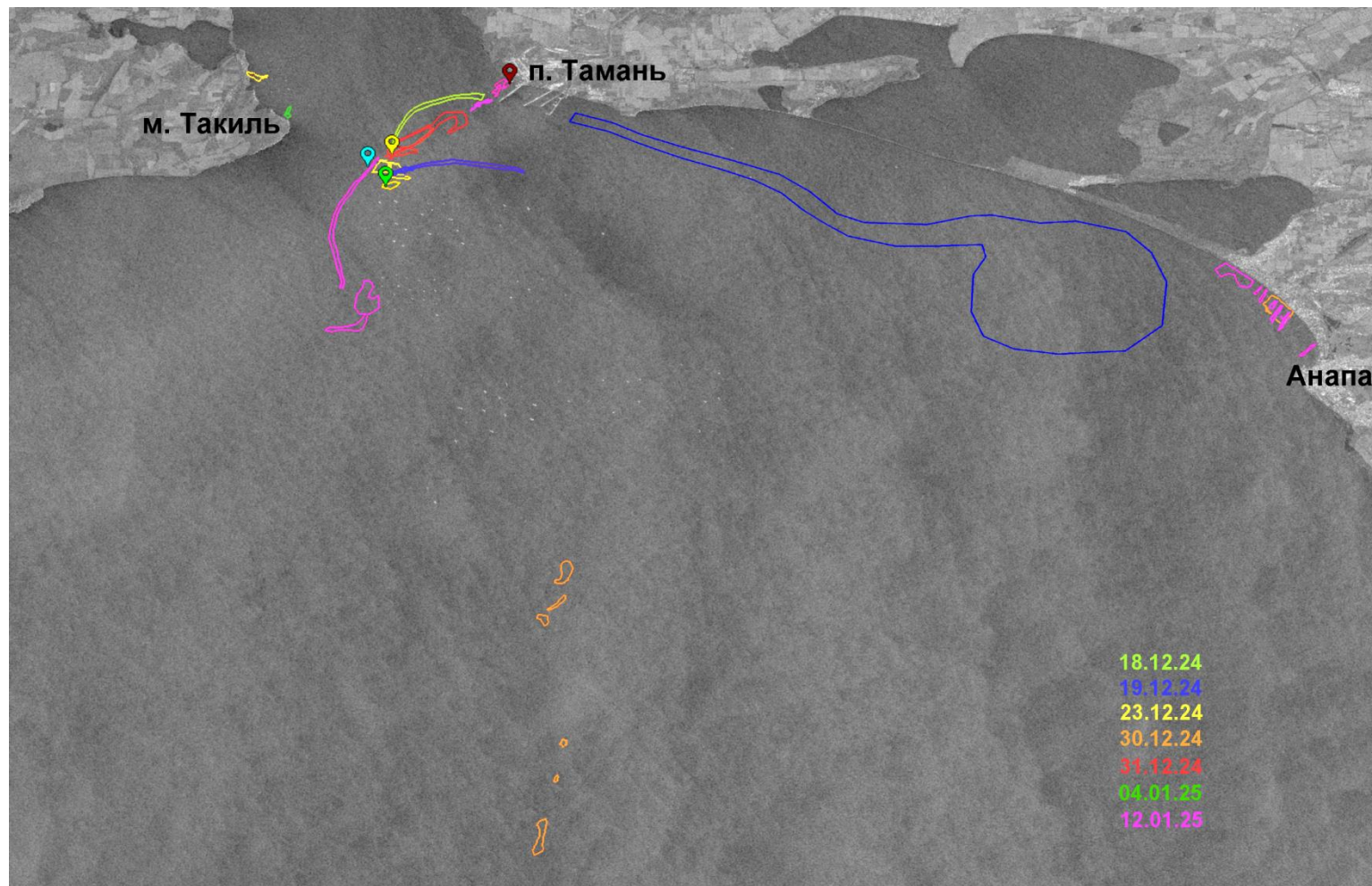
Ситуация с танкером «Волгонефть-239»

- Утром 15 декабря 2024 г. танкер "Волгонефть-239" в результате ветроволновой нагрузки разломился пополам, носовая часть затонула на месте аварии, а кормовая часть осталась на плаву, и ее отнесло течением и ветром к берегу северо-западнее порта Тамань Краснодарского края, где она села на мель в 80 метрах от берега.
- Утром 16 декабря все 14 членов экипажа танкера были эвакуированы.
- В течение месяца кормовая часть танкера оставалась у берега и никакие действия по ее защите от ветроволновой нагрузки, разгрузке мазута из неповрежденных танков и утилизации не проводились.
- В результате продолжающихся зимних штормов танкер треснул и 10 января 2025 г. произошел новый разлив мазута из кормовой части танкера «Волгонефть-239» площадью 2800 м².
- К 14 января было собрано и вывезено 946 тонн нефтепродуктов в районе посадки на мель кормовой части танкера.
- С 15 января начались активные работы по отсыпке искусственной насыпи (обвалованию) вокруг танкера, чтобы защитить кормовую часть танкера от дальнейшего разрушения, прекратить мазутное загрязнение побережья и прилегающей акватории, а также, чтобы начать разгрузку мазута из танков, оставшихся в кормовой части танкера, и, в конечном счете, начать его утилизацию.
- С 19 января была начата откачка мазута, а 27 января очистка танков и отсеков кормовой части танкера «Волгонефть-239» от мазута была полностью завершена.
- Всего в четырех танках кормовой части танкера находилось около 1400 тонн мазута.
- Работы по ее демонтажу начались в конце января, а последние детали кормовой части танкера «Волгонефть-239» были вывезены с площадки 8 марта.
- В конце марта 2025 г. утилизация кормовой части танкера была завершена и закончена уборка территории обвалования, включая сбор остатков нефтепродуктов со дна обвалования (Сообщения Интерфакс, 2025).



Кормовая часть танкера "Волгонефть-239", севшего на мель у порта Тамань (<https://www.interfax.ru/chronicle/razliv-mazuta-v-kerchenskom-prolive.html>)

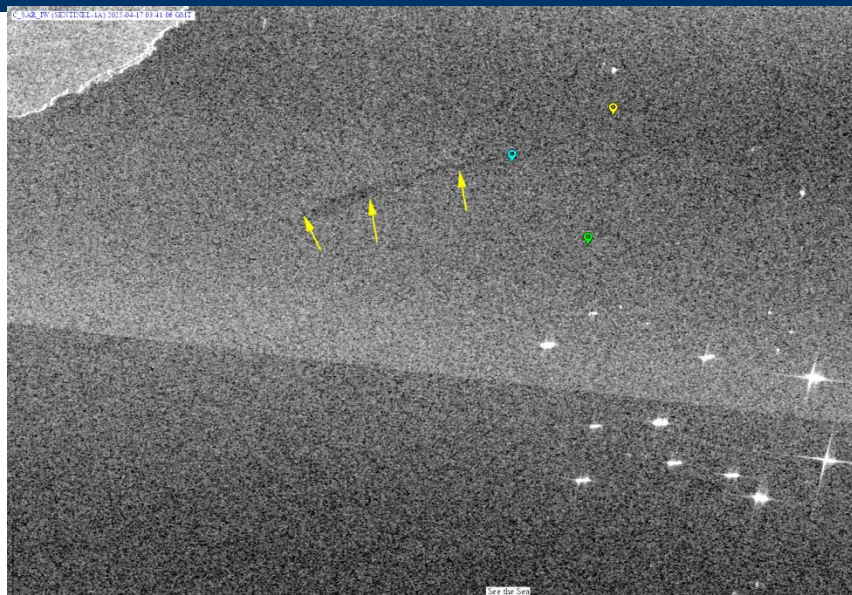
Карта-схема выявленных нефтяных загрязнений



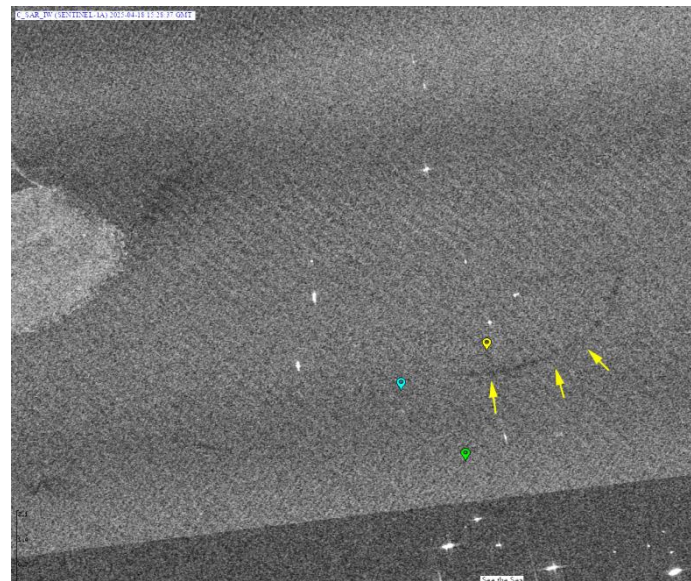
Карта-схема выявленных на РЛИ нефтяных загрязнений с 18 декабря 2024 г. по 6 апреля 2025 г., связанных с разливом мазута 15 декабря 2024 г.

Карта составлена с использованием интегрированного в систему See the Sea картографического интерфейса

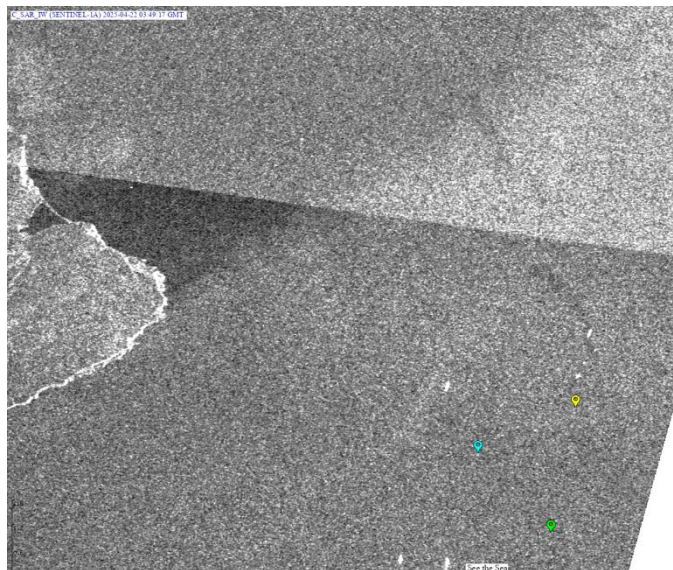
Возобновление проявлений нефтяных slickов в районе аварии: апрель 2025



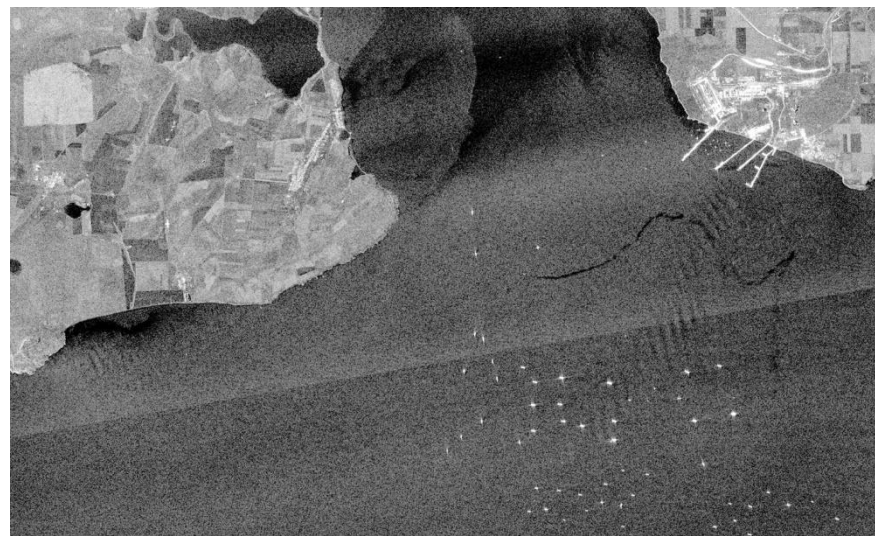
17 апреля 2025 г.



18 апреля 2025 г.



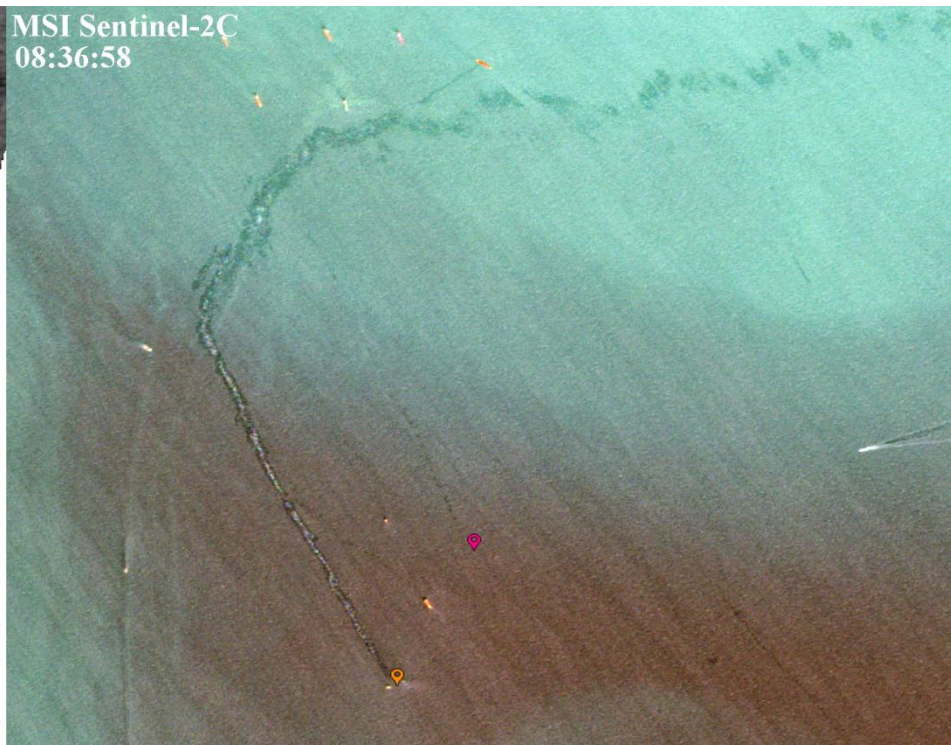
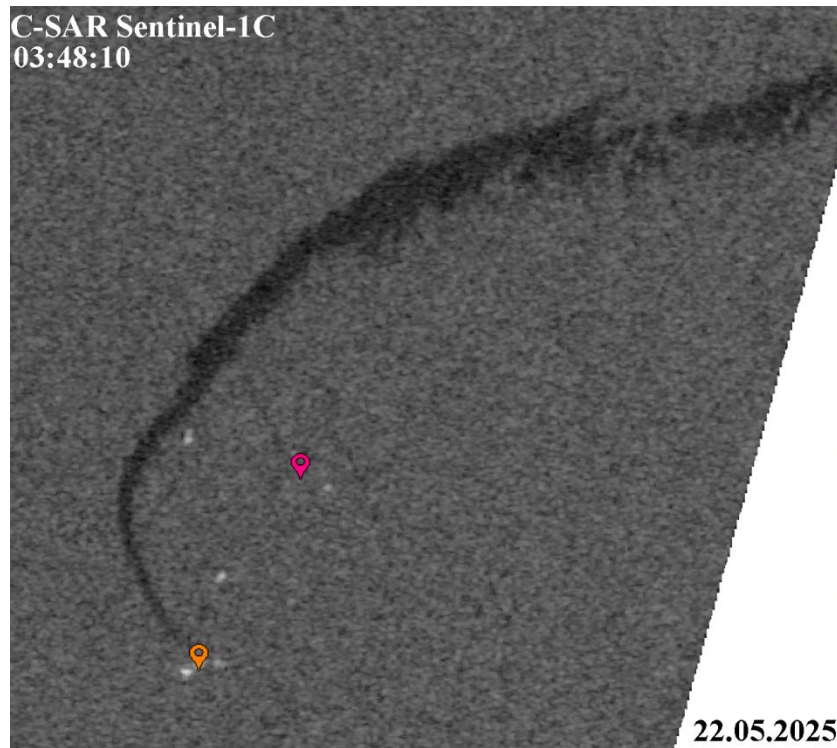
22 апреля 2025 г.



24 апреля 2025 г.

Нет уверенности, что это не сброс с судна

Возобновление проявлений нефтяных slickов в районе аварии май 2025 г.



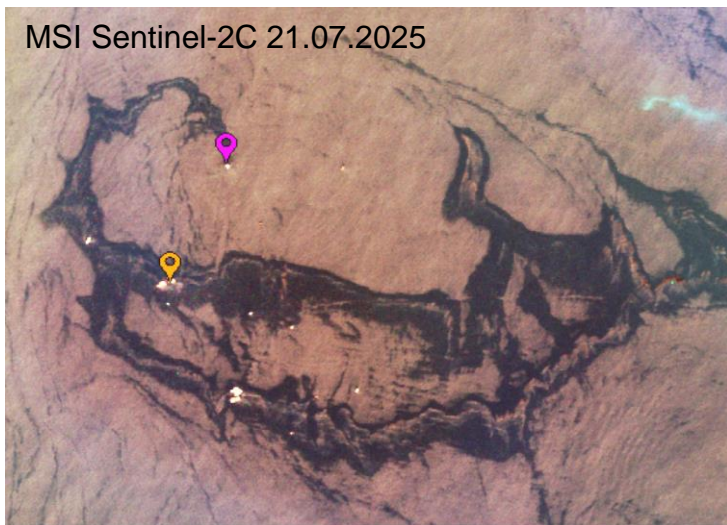
Две отмеченные точки – места положений двух (иногда больше) крупных судов, от которых до настоящего времени постоянно распространяются нефтяные слики.

Практически до конца июня нефтяное загрязнение распространяется от нижней точки, координаты которой $45.0719^{\circ}\text{с.ш.}; 36.5318^{\circ}\text{в.д.}$



Проявление нефтяных slickов в районе аварии: июль 2025 г.

MSI Sentinel-2C 21.07.2025



- С конца июня активно начинает распространяться нефтяное загрязнение и от верхней точки, координаты которой $45.0841^{\circ}\text{с.ш.}; 36.5382^{\circ}\text{в.д.}$
- Отсутствие облачности позволило выявить нефтяное загрязнение на **каждом** оптическом изображении.
- Наличие «радужки» свидетельствует о том, что это именно нефтяное загрязнение.

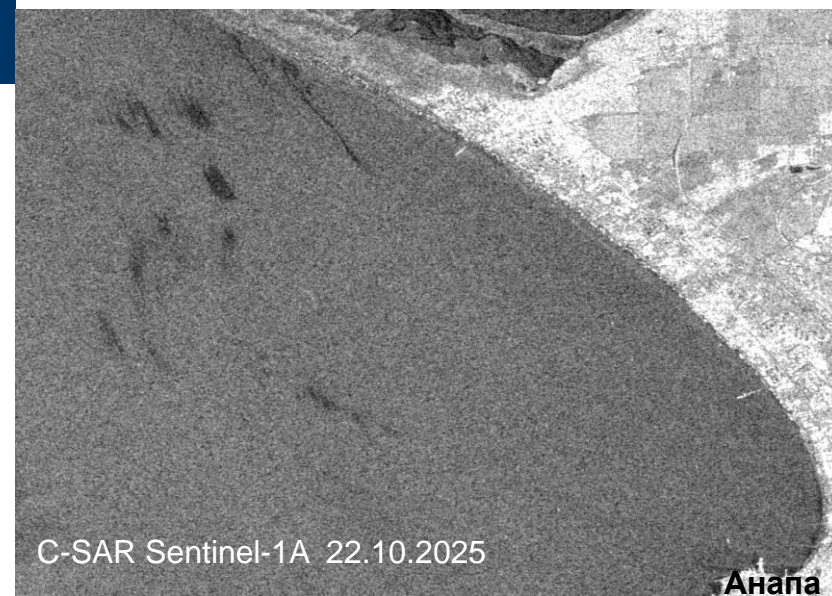
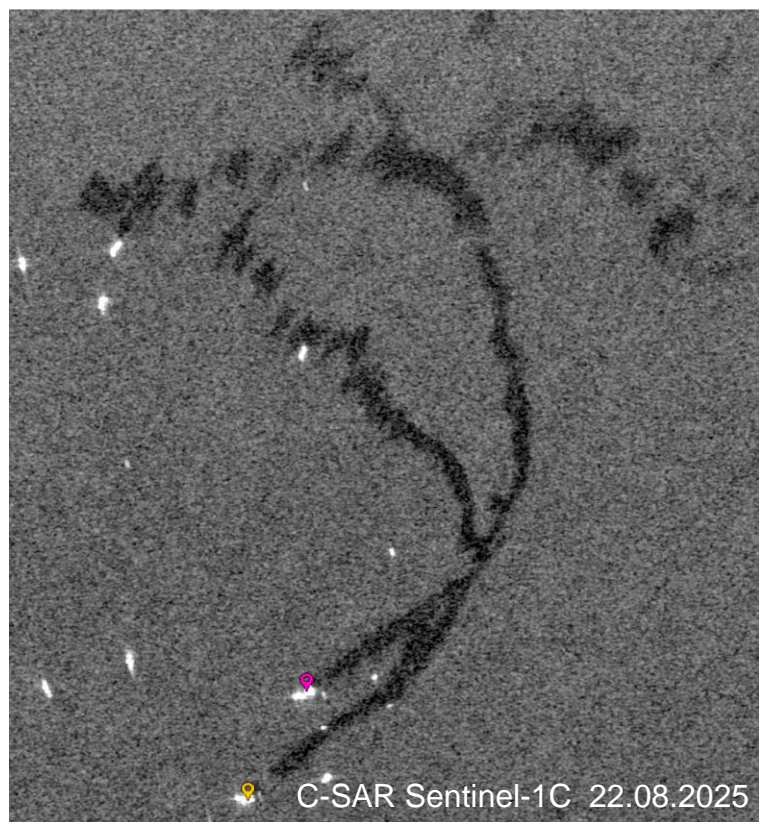
MSI Sentinel-2A 23.07.2025



MSI Sentinel-2C 31.07.2025



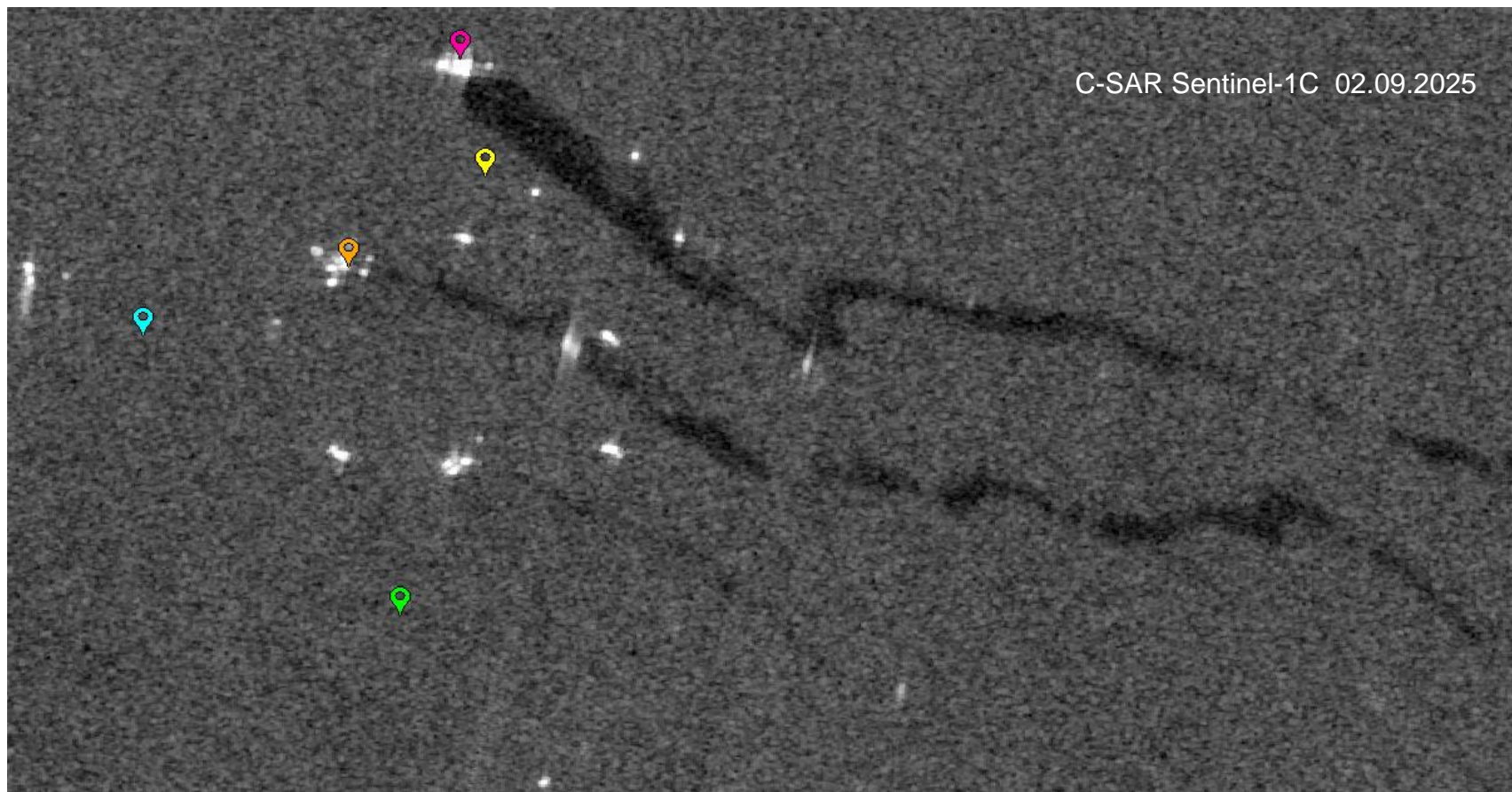
Проявление нефтяных slickов на РЛИ



Проявления нефтяных slickов от двух отмеченных точек наблюдалась на всех РЛИ, полученных при подходящих ветровых условиях. Направление распространения slickов четко совпадает с направлением ветра. На наш взгляд, это не легкая фракция от мазутного загрязнения, радиолокационные контрасты гораздо выше. Возможно, в районе этих двух стационарных судов (платформ) проводятся постоянные технологические работы, которые сопровождаются сбросом вод, содержащих нефтепродукты.



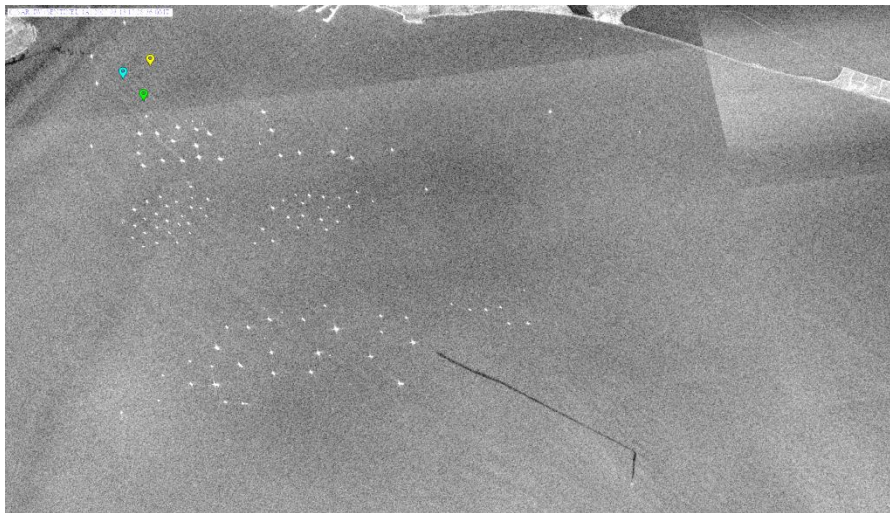
Проявление нефтяных slickов на РЛИ



Метки: зелёная — нос, жёлтая — корма танкера «Волгонефть-212»;
голубая — нос танкера «Волгонефть-239».

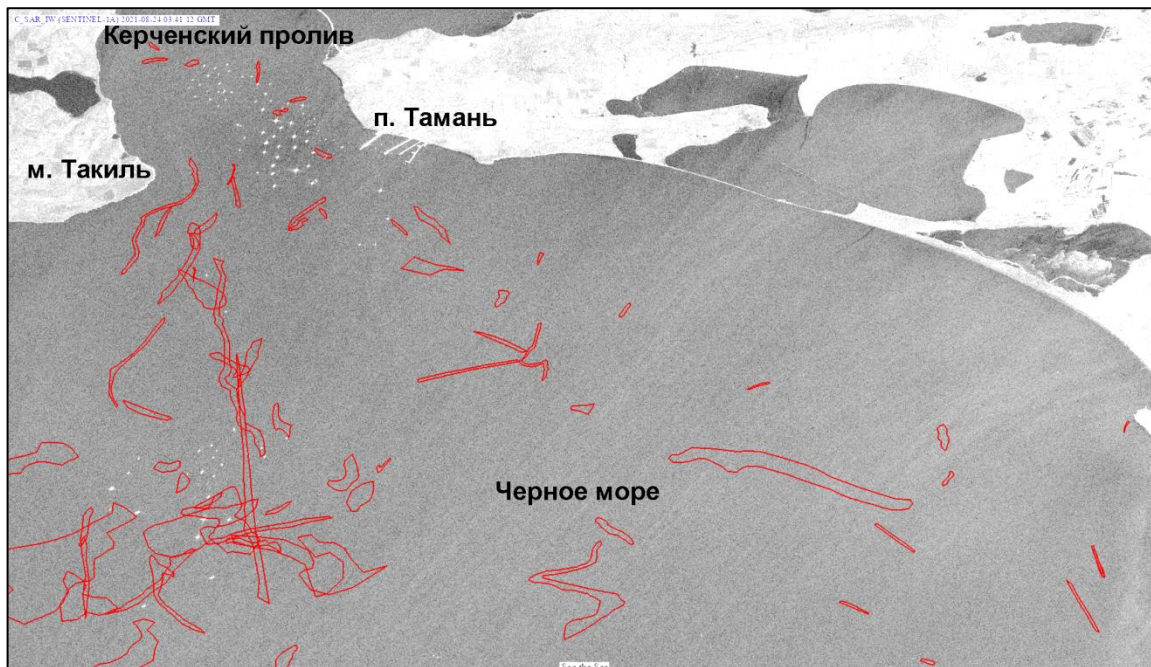
Розовая и оранжевая метки – скопление судов, откуда постоянно с мая 2025 г. распространяются нефтяные загрязнения

Нефтяные загрязнения, не связанные с мазутным разливом



- Керченский пролив является крупной транспортной артерией.
- На его берегах действуют несколько крупных портовых комплексов. Из-за мелководности пролива невозможно использовать суда с большой осадкой, поэтому в основном по проливу проводятся суда типа «река-море».
- На якорной стоянке вблизи черноморского предпроливья грузы переваливаются на крупнотоннажные суда. Практика показывает, что в ходе ненадлежащего исполнения правил при производстве этих работ происходит загрязнение акватории в районе якорных стоянок нефтепродуктами.
- При проведении мониторинга аварийного мазутного загрязнения обязательно следует учитывать, что далеко не все обнаруженные на спутниковых изображениях нефтяные загрязнения являются результатом аварийного разлива от 15 декабря 2024 г.

Пример проявления сброса с судна вод, содержащих нефтепродукты, на РЛИ SAR-C Sentinel-1A, полученного 13 марта 2025 г. в 15:28 GMT



Карта-схема выявленных на РЛИ за январь 2020 – февраль 2022 г. сбросов с судов вод, содержащих нефтепродукты

Выводы

- Результаты комплексного спутникового мониторинга мазутного разлива в черноморском керченском предпроливье показали, что направление распространения нефтяного загрязнения практически полностью совпадает с направлением ветра в районе аварии.
- Также на характер дрейфа мазутных агрегатов в первые дни после аварии оказали вихревые процессы в прибрежной зоне. Они способствовали тому, что мазут выбросило на берег и он осел на мелководье вдоль всего побережья Краснодарского края от м. Утриш до п. Тамань.
- При сильных ветрах с берега происходит процесс «самоочищения» прибрежных вод, который проявляется на РЛИ в виде квазипараллельных полос тянущихся от берега в море.

Учитывая, что в процессе спутникового мониторинга наблюдались все ветровые ситуации, можно с уверенностью определить районы, где потенциально возможны дальнейшие выбросы мазута, в случаях нарушения герметичности танков в разломившихся и затонувших частях судов, а также всплытии отдельных фракций мазута при штормах и летнем потеплении вод. К районам экологического риска следует отнести красnodарское побережье от м. Утриш до побережья Керченского пролива, берега Керченского пролива и Крымского полуострова и побережье Крыма до Феодосии.

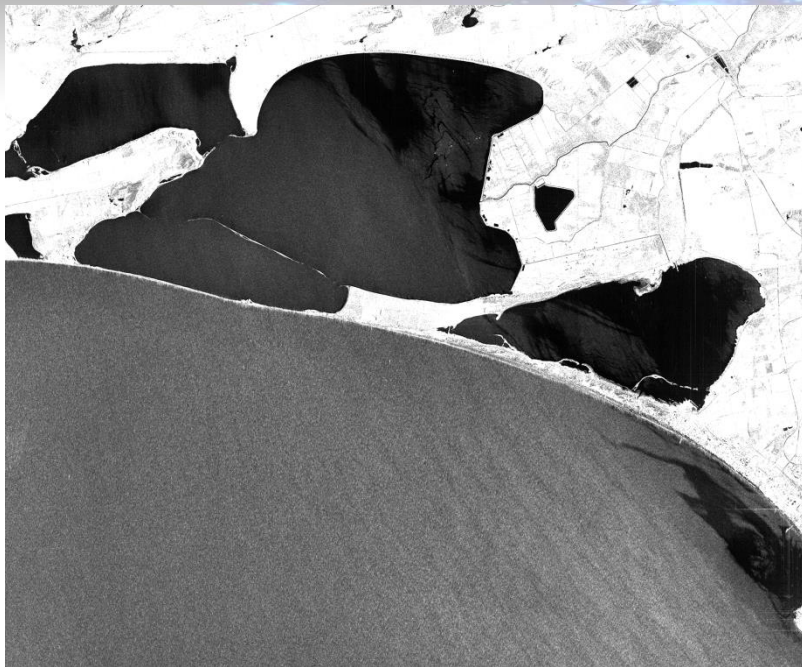
Выводы

- Отмечено, что после 12 января 2025 г. на спутниковых изображениях не наблюдалось новых проявлений нефтяных загрязнений из поврежденных частей танкеров до середины апреля 2025 г. С начала мая по настоящее время в районе аварии регулярно стали идентифицироваться новые нефтяные слики, как на РЛИ, так и на изображениях видимого диапазона. Новые нефтяные загрязнения происходят постоянно, их источники локализуются в двух точках, в которых наблюдается скопление судов. Вероятно, это нефтяные сбросы, связанные с технологическими процессами в районе затонувших частей танкеров.
- Опыт показывает, что необходимо проводить постоянный мониторинг всеми доступными средствами, включая спутниковый мониторинг района аварии. Причем результаты его должны быть открытыми, доступными всем. Анонимные сообщения в СМИ дезинформируют общество, снижается доверие к научным исследованиям.
- Учитывая влияние циклонического Основного черноморского течения, распространение нефтяного загрязнения в район Новороссийска, Геленджика и, тем более Сочи, практически невозможно.

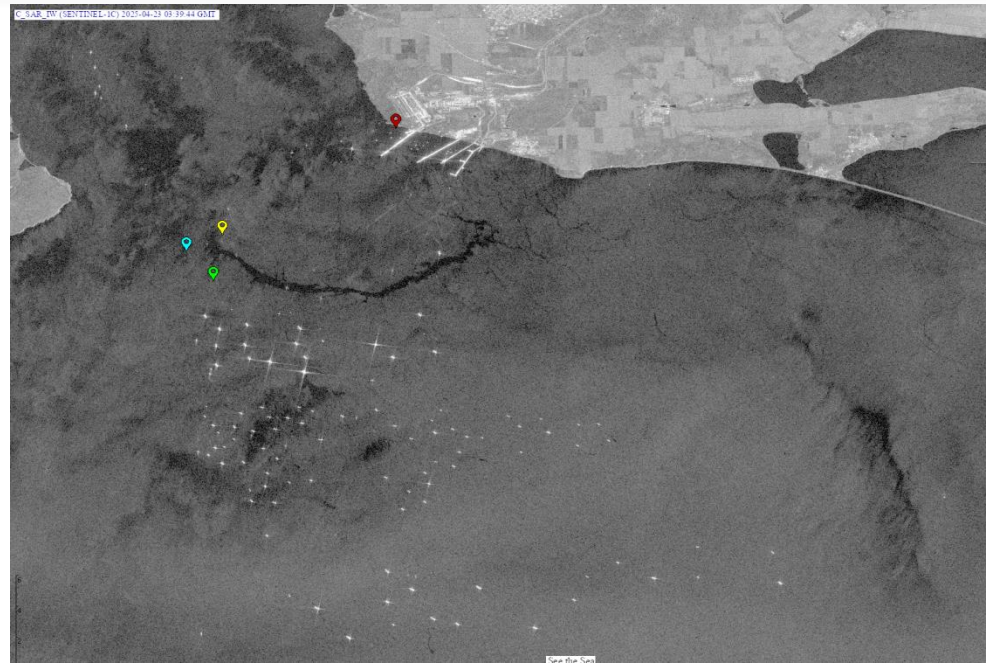
Подбор, обработка и анализ спутниковой информации осуществлялись О.Ю. Лавровой и Е.А. Лупяном с использованием возможностей информационной системы «See the Sea», разработанной и поддерживаемой в ИКИ РАН в рамках государственного задания, тема «Мониторинг», госрегистрация № 122042500031-8. А.Г. Костяной исследовал динамику вод и распространение нефтяного загрязнения в рамках темы Госбюджета FMWE-2024-0016 «Разномасштабные гидрофизические процессы в Мировом океане и его пограничных слоях: их исследование методами оперативной океанографии, судовых наблюдений, дистанционного зондирования, теоретического, численного и лабораторного моделирования».

Спасибо за внимание!

Сомнительные случаи



Фрагмент РЛИ Gaofen-3 от 21 декабря 2024 г.



Фрагмент РЛИ SAR-C Sentinel-1C от 23 апреля 2025 г.