

СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ НЕФТЯНЫХ СБРОСОВ В ЧЕРНОЕ МОРЕ ПО РАДИОЛОКАЦИОННЫМ ДАННЫМ ЗА ПЕРИОД 2022-2024 ГГ.

Князев Н.А., Лаврова О.Ю.

Институт космических исследований РАН, Москва
nkknizhev@gmail.com

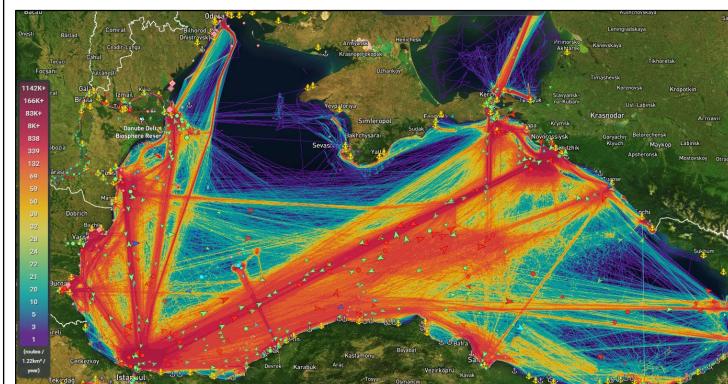


Мотивация

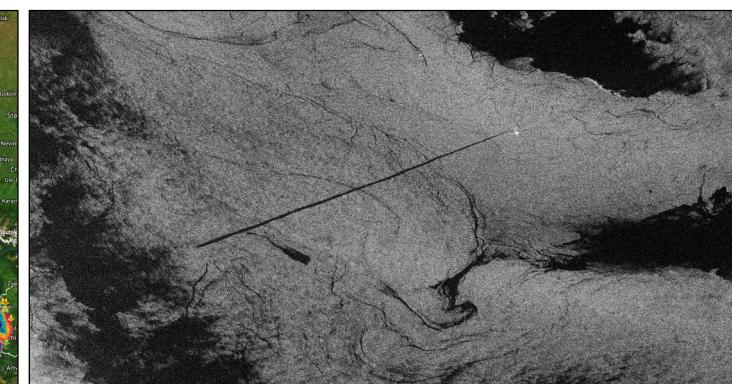
Черное море на протяжении многих лет сталкивается с серьезными экологическими проблемами, связанными с загрязнением морской поверхности нефтепродуктами. Основным источником подобных загрязнений выступает интенсивное судоходство — через акваторию проходит множество международных транспортных маршрутов, связывающих крупные порты России, Украины, Болгарии, Румынии, Турции и Грузии. Существенный вклад в ухудшение экологического состояния вносят нефтеналивные суда, танкеры и другие коммерческие суда, осуществляющие сбросы нефтесодержащих вод в процессе эксплуатации. Несмотря на существование международных природоохранных соглашений, проблема несанкционированных судовых сбросов остается актуальной. Для поддержания экологической безопасности Черного моря и своевременного выявления фактов загрязнений необходим регулярный спутниковый мониторинг, обеспечивающий наблюдение за всей акваторией и оперативную идентификацию нефтяных пятен, возникающих в результате деятельности судов.

Используемые данные

За 2022-2024 г. было проанализировано около 5000 спутниковых изображений, полученных радиолокатором с синтезированной апертурой (PCA) спутника Sentinel-1A. Для работы с архивами данных и их анализом использовалась информационная система «See the Sea», разработанная и поддерживаемая в ИКИ РАН. В ходе исследования данных C_SAR (продукты IW GRD), с поляризацией (VH,VV) было выявлено и занесено в тематическую базу данных 360 выявленных случаев судового сброса.



Интенсивность судоходства в Черном море по данным сервиса MarineTraffic



Пример отображения нефтяного судового сброса на радиолокационном изображении

РЛИ от 07.07.2023 03:58:15 UTC

Площадь пятна – 45,75 км²

Протяженность пятна – 58,72 км

РЛИ от 01.06.2022 03:50:06 UTC

Площадь пятна – 6,73 км²

Протяженность пятна – 8,95 км

РЛИ от 07.07.2022 03:49:43 UTC

Площадь пятна – 293,3 км²

Протяженность пятна – 151,75 км

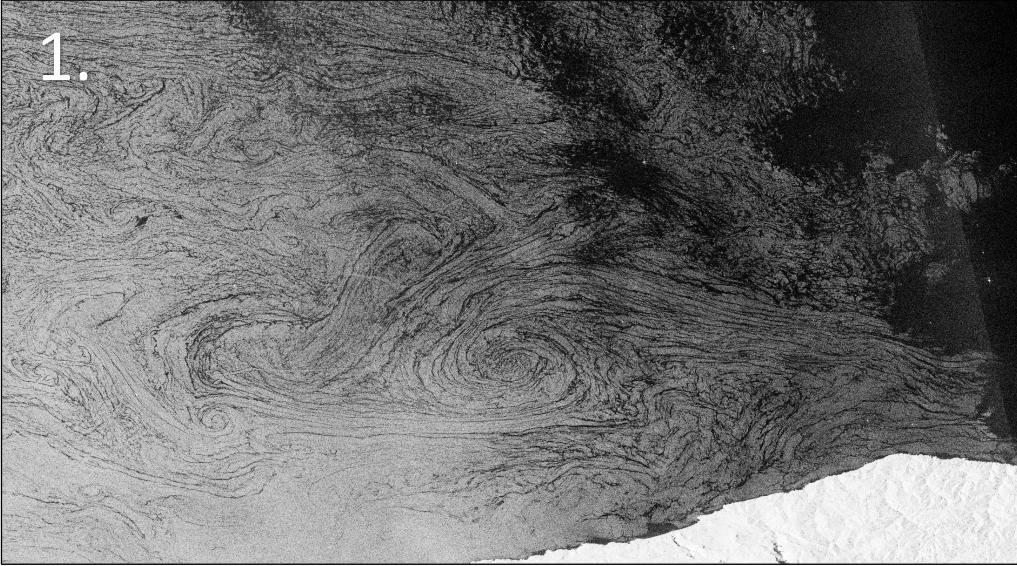
РЛИ от 30.09.2023 15:44:50 UTC

Площадь пятна – 139,11 км²

Протяженность пятна – 151,39 км

Нефтяные подобия – участки с пониженным коэффициентом обратного рассеяния, внешнее схожие с нефтянымиslickами. Появление подобий обусловлено различными климатическими и метеорологическими процессами, не связанных с разливами нефтепродуктов.

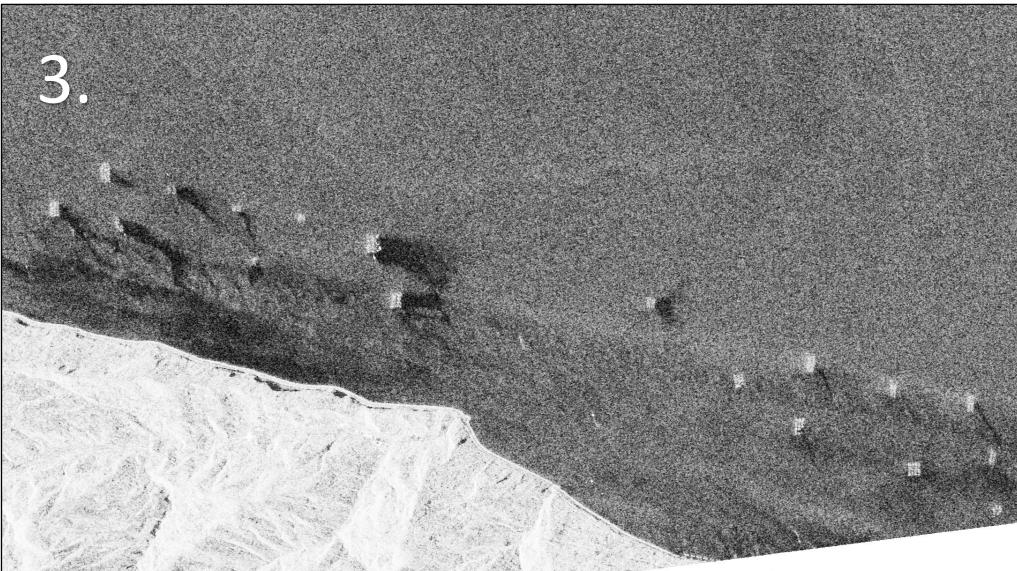
1.



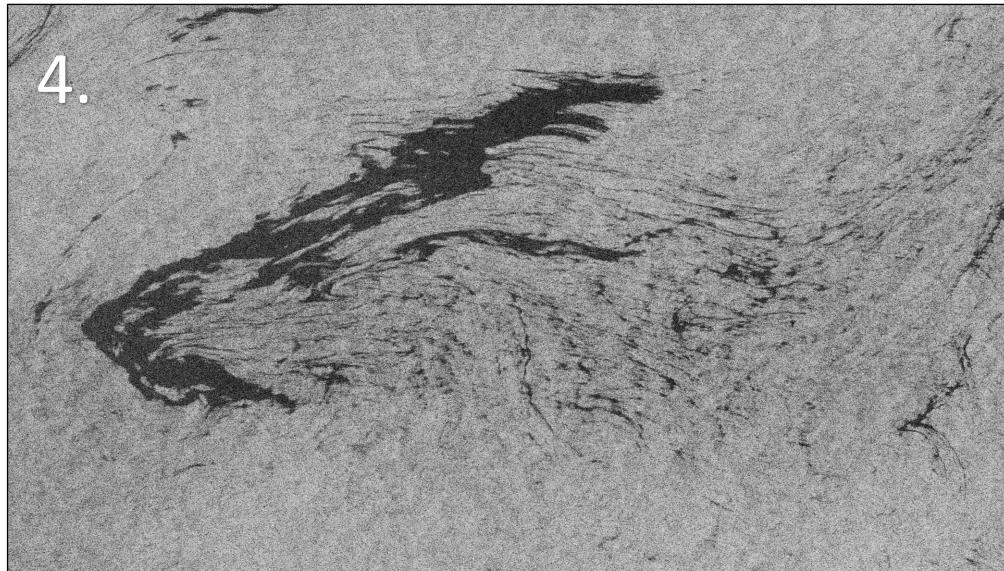
2.



3.



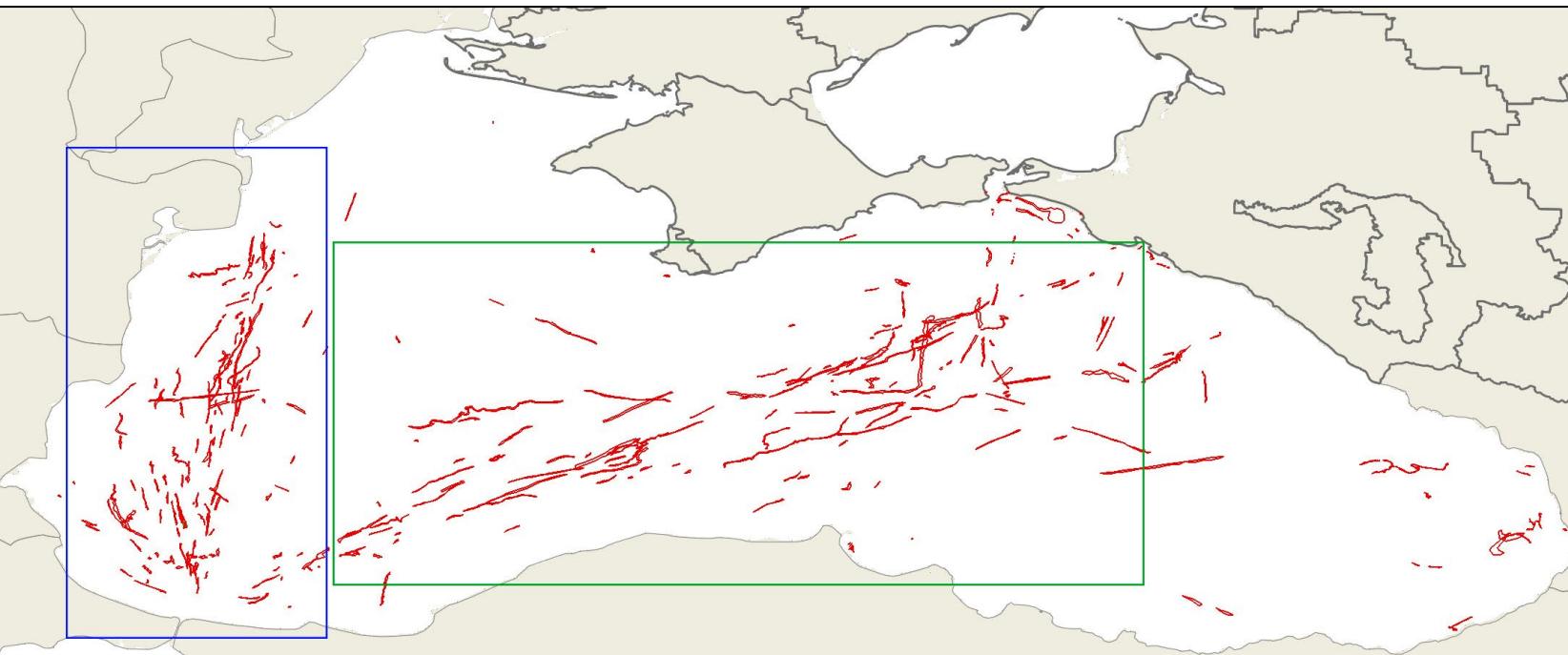
4.



Примеры проявлений подобий в Черном море на РЛИ:

1. Проявление биогенных пленок
2. Граница гидрологического фронта
3. Рыбные фермы
4. Естественные выходы нефтепродуктов (сипы)

Результаты мониторинга за 2022-2024 гг.



Основные участки судовых сбросов:

1. **Западный** – пр. Босфор (г. Стамбул) – порт Констанца
2. **Центральный** – г. Стамбул – Керченский пролив

Таблица пространственной изменчивости выявленных сбросов:

- $\text{Avg}(S)/\text{Max}(S)$ – средняя/максимальная площадь выявленных сливов
- $\text{Avg}(L)/\text{Max}(L)$ – средняя/максимальная протяженность выявленных сливов

Сезонное распределение выявленных сбросов



Год	Район	$\text{Avg}(S), \text{км}^2$	$\text{Avg}(L), \text{км}$	$\text{Max}(S), \text{км}^2$	$\text{Max}(L), \text{км}$
2022	Западный	9,25	13,90	65,91	81,36
2022	Центральный	28,10	24,40	234,53	152,52
2023	Западный	10,82	14,12	40,95	65,34
2023	Центральный	17,78	21,62	139,11	134,29
2024	Западный	13,90	23,14	93,29	87,72
2024	Центральный	20,66	27,16	92,48	99,08

Выводы

- Выполнен комплексный спутниковый мониторинг судовых нефтяных сбросов в акватории Чёрного моря за 2022–2024 гг. на основе данных Sentinel-1 и системы «See the Sea».
- Проанализировано около 5000 радиолокационных сцен, что позволило выявить пространственно-временные закономерности распределения нефтяных загрязнений и отделить антропогенные сбросы от природных «подобий».
- Основные зоны загрязнений приурочены к транспортным коридорам: в центральной части моря формируются крупные слики вдоль транзитных маршрутов, а в западном секторе — локальные, но частые сбросы вблизи портов.
- Сезонная динамика характеризуется пиком активности весной и летом, совпадающим с ростом судоходной интенсивности.
- По сравнению с 2009–2012 гг. (Лаврова и др., 2016) общее число сбросов снизилось, однако увеличились размеры отдельных пятен, что указывает на изменение пространственной структуры антропогенной нагрузки и необходимость корректировки стратегий мониторинга.

Проведение анализа многолетних рядов спутниковых данных за 2022–2024 гг. в Черном море выполнено в рамках темы «Мониторинг», госрегистрация № 122042500031-8.