

Определение влияния различных гидрометеорологических факторов на распространение "нефтяного" пятна в Лионском заливе по трем последовательным спутниковым изображениям

Лаврова О.Ю., Строчков А.Я., Назирова К.Р.

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

olavrova@iki.rssi.ru



Мотивация

- Спутниковый мониторинг в настоящее время является основным методом выявления пленочных загрязнений, обобщенно называемых «нефтяными» пятнами, а радиолокатор с синтезированной апертурой — основным прибором дистанционного зондирования, позволяющим уверенно выявлять «нефтяное» пятно при умеренных ветрах независимо от погодных условий и времени суток.
- До последнего времени достаточно редко удавалось наблюдать эволюцию одного и того же пятна загрязнения морской поверхности пленками нефтепродуктов на последовательных спутниковых изображениях, не считая, естественно, катастрофических разливов нефти.
- В течение последних трех лет в связи с запуском спутников с приборами дистанционного зондирования Земли семейства Sentinel (ЕКА) появились данные, которые обеспечивают качественно новый уровень дистанционных исследований океанических процессов.

Благодаря этому на сегодняшний день появились новые возможности, обеспечивающие:

- 1) продвижение в сторону более мелких масштабов в силу улучшения пространственного разрешения сенсоров вплоть до единиц метров;
- 2) возможность сопоставления радиолокационных и оптических данных, полученных над одним и тем же районом практически с небольшим временным интервалом и с одинаковым высоким пространственным разрешением;
- 3) уменьшение интервала между съемками, что позволяет перейти к изучению развития процессов перемещения и трансформации загрязнений и динамики вод во времени;
- 4) последнее, в свою очередь, делает возможным сравнивать результаты спутниковых наблюдений с численным моделированием динамики и трансформации, например, нефтяных загрязнений.

Район исследования

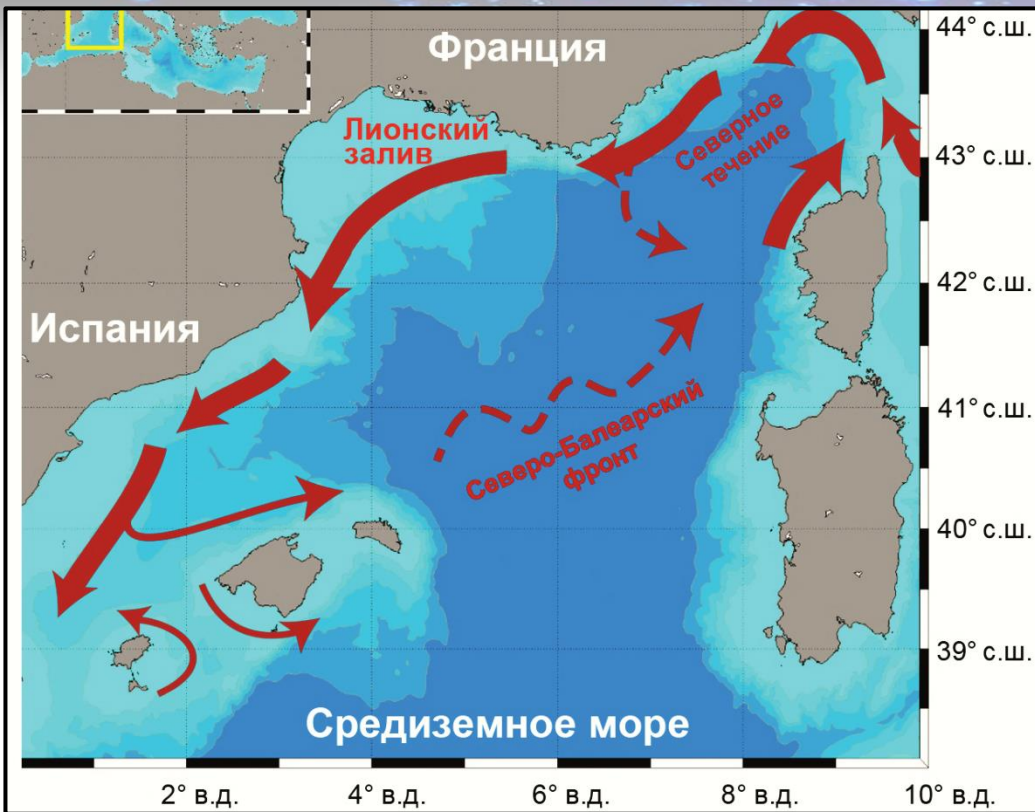


Схема основных течений в северо-западной части Средиземного моря (Hourpert et al., 2016)

- **Лионский залив** - расположен у южного побережья Франции и простирается от Тулона на востоке до границы с Испанией на западе.
- Глубина — 50–100 м, максимальная более 1000 м. Материковый склон очень крутой и прорезан подводными каньонами.
- На водный режим прибрежной зоны большое влияние оказывает сток реки Рона, образующей в устье дельту с двумя рукавами к западу от Марселя.
- Характер течений в Лионском заливе в основном зависит от ветрового режима, пресноводного стока и сезонного прогрева. Преобладающим элементом циркуляции является Северное течение — склоновое течение, которое проходит вдоль материкового склона.
- Сезонная изменчивость Северного течения. В летний период ширина потока больше (50 км), а глубина проникновения меньше (250 м), при этом его струя отходит мористее
- При меандрировании Северного течения происходит образование мезомасштабных структур, которые могут проникать внутрь шельфа Лионского залива.

Используемые данные

Прибор	Спутник	Число	Время, UTC	Пиксельное разрешение, м	Примечание
SAR-C	Sentinel-1B	19.06.2017	05:43:30	9,8	ВВ-поляризация
MSI	Sentinel-2A	19.06.2017	10:30:21	10,0	Используемые каналы: 4, 3, 2
SAR-C	Sentinel-1A	19.06.2017	17:38:35	9,8	ВВ-поляризация

- Данные о скорости и направлении ветра были получены с метеорологического сервиса <https://www.meteoblue.com>
 - Для расчёта параметров ветрового поля в сервисе **Meteoblue** используется глобальная модель NEMSGLOBAL с пространственным разрешением 30 км и размером ячейки 3×3 км.
 - Моделирование основывается на двух основных технологиях, которые позволяют учитывать/включать в расчёты детальный рельеф, почвенный покров и т.п.:
 - 1) Nonhydrostatic Meso-Scale Modelling — негидростатическое мезомасштабное моделирование и
 - 2) NOAA Environment Monitoring System — система мониторинга окружающей среды NOAA.
 - Регулярная валидация данных моделирования и натуральных метеоизмерений подтверждает уровень высококачественного прогноза, предоставляемого Meteoblue, и несущественные различия с реальной картиной погоды.
- Полученные с сервиса Meteoblue данные сравнивались с данными о ветре, переданными скаттерометрами Advanced Scatterometer (ASCAT) METOP-A, -B (<https://manati.star.nesdis.noaa.gov/datasets/ASCATData.php>).

Судно – ответственное за сброс

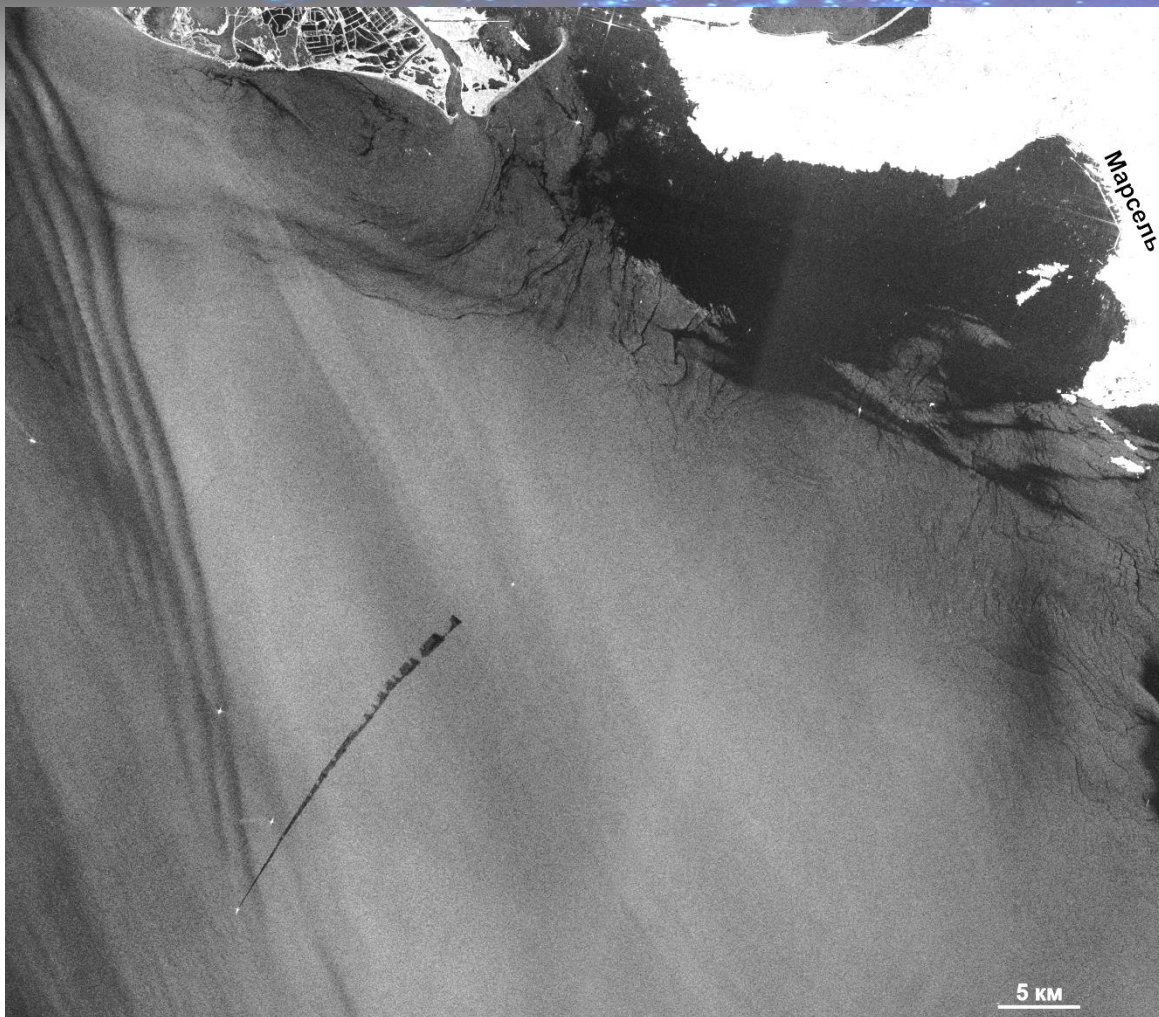


Фрагмент РЛИ SAR-C Sentinel 1В,
19.06.17, 05:43:30 UTC

Основные характеристики судна, полученные по данным АИС на 19 июня 2017 г. в 05:43:52 UTC

Название судна	Тип судна	Флаг	Длина, м	Ширина, м	Скорость, узел	Широта, ° с.ш.	Долгота, ° в.д.
CATHY THERESA	Нефтехимический танкер	Дания	101,39	19,05	11,4	42,8656	4,7366

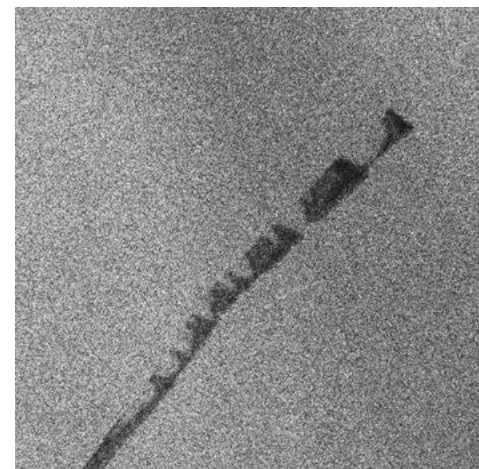
Начальный момент сброса



Скорость судна (по данным АИС) 11,4 узла = 5,86 м/с,
длина видимого на РЛИ сброса
- 23,22 км

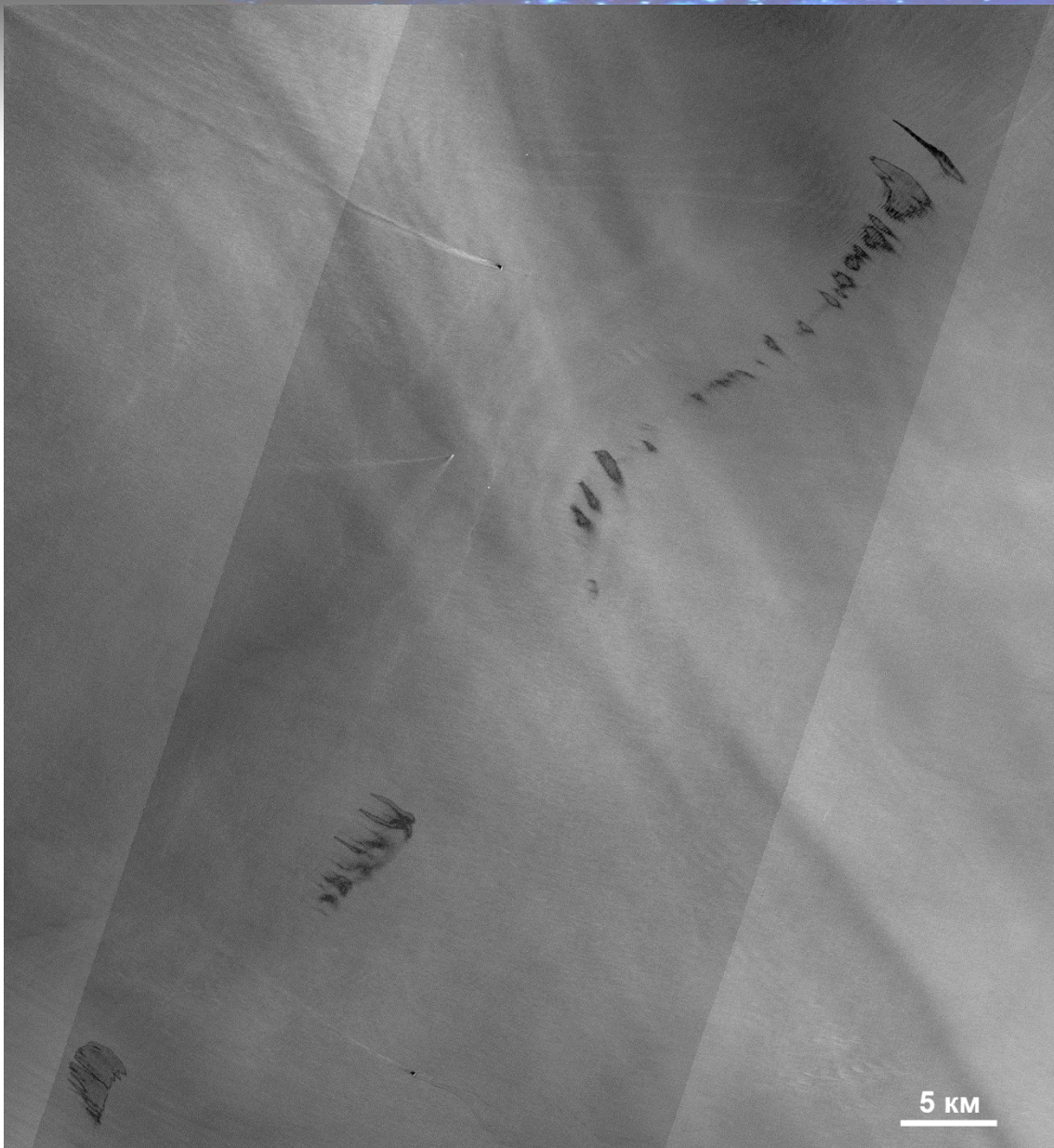
➡ сброс загрязнённых вод
осуществлялся в течение
примерно 66 мин.

Нетрудно подсчитать, что
наиболее широкое пятно в
начальной части сброса
(ширина по РЛИ - в 682 м),
растекалось со скоростью 19
см/с.



*Фрагмент РЛИ SAR-C Sentinel - 1B, полученного над
Лионским заливом 19 июня 2017 г. в 05:43:30 UTC*

Ситуация через 5 часов



Как видно на изображении MSI, сброс с судна осуществлялся в четыре этапа, три из которых были сделаны уже после радиолокационной съемки и на утреннее РЛИ не попали. Суммарная протяженность сброса составила примерно 35 км (на утреннем РЛИ - 23,22 км)

Фрагмент MSI Sentinel - 2A изображения, полученного 19 июня 2017 г. в 10:30:21 UTC; 2-й спектральный канал — 490 нм

Увеличенный фрагмент изображения MSI



Проявления внутренних волн в море и в атмосфере над ним

Ситуация еще через 7 часов



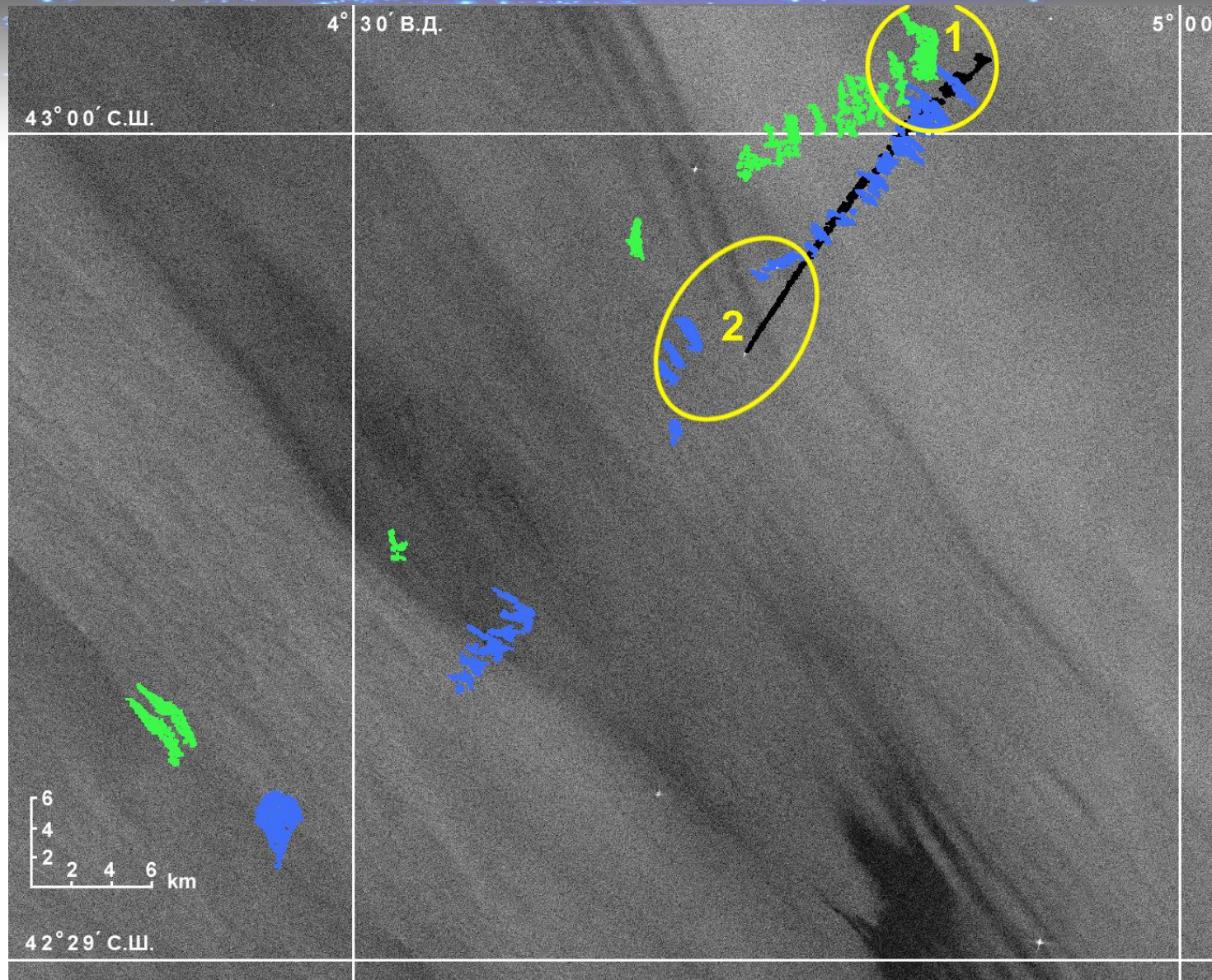
**Фрагмент РЛИ SAR-C Sentinel - 1А,
полученном 19 июня 2017 г.
в 17:38:35 UTC**

Увеличенный фрагмент вечернего РЛИ



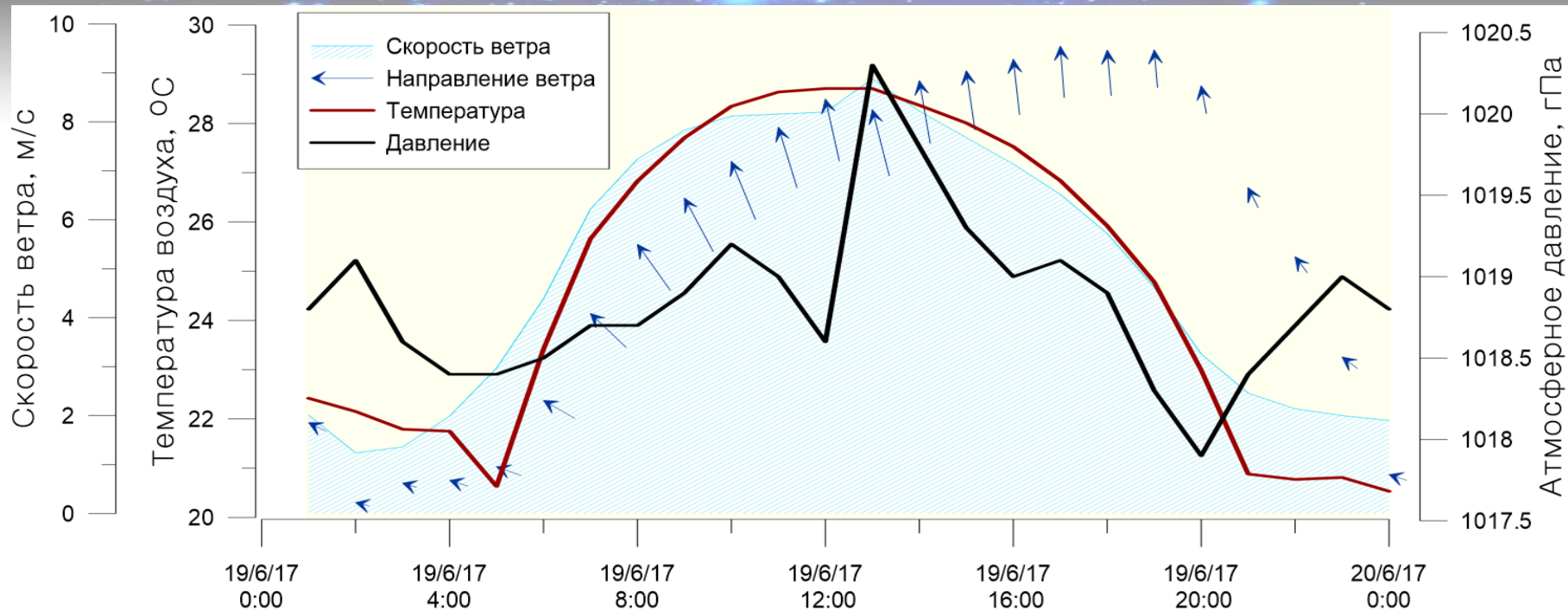
Поверхностные
проявления цугов
внутренних волн

Сравнение трех изображений



Черным цветом отмечен сброс, выявленный на утреннем РЛИ,
синим — на MSI и зеленым — на вечернем РЛИ

Метеообстановка 19 июня 2017 г. в северно-восточной части Лионского залива (©www.meteoblue.com)

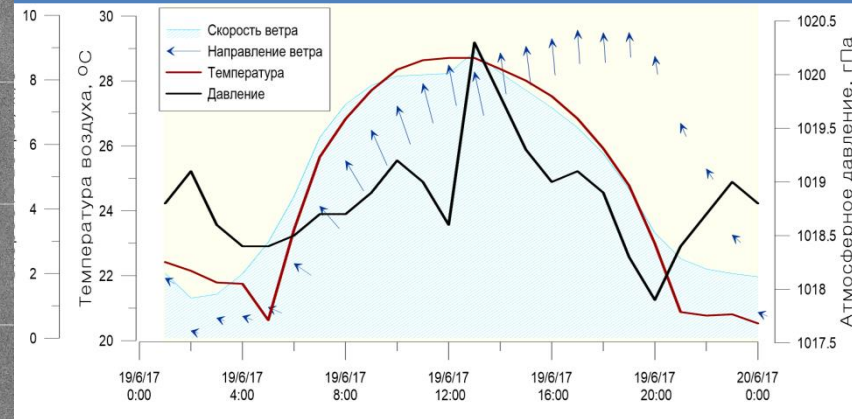
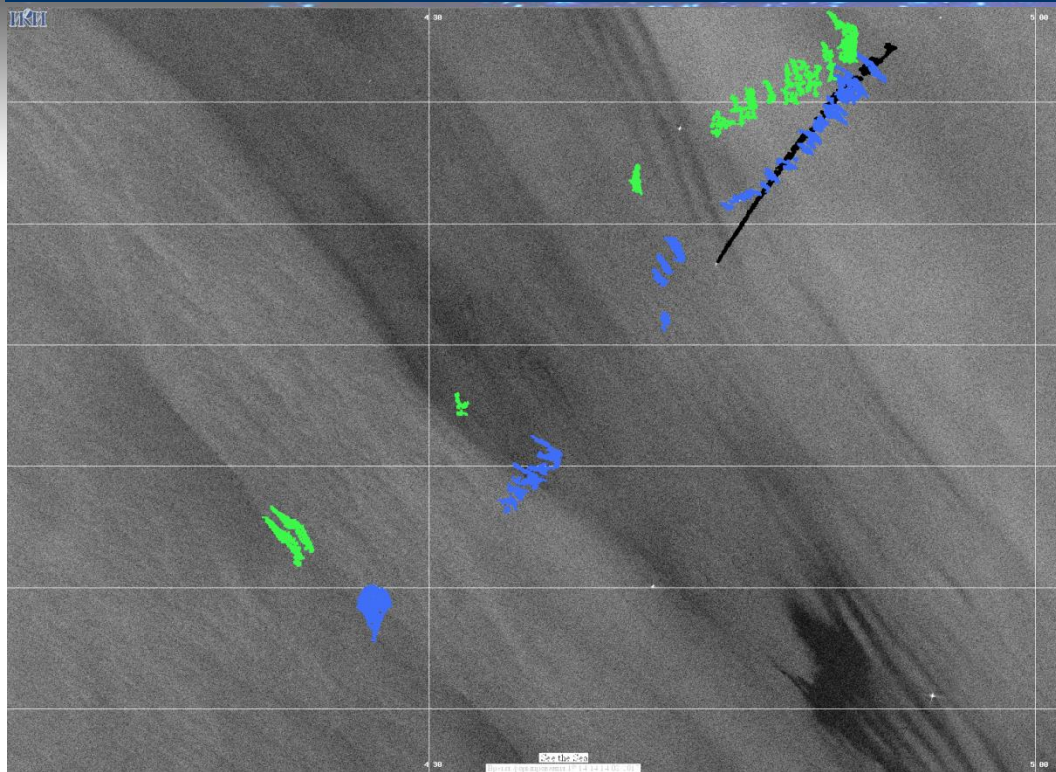


С 05:00 по 10:00 UTC скорость ветра увеличивалась с 4,39 до 8,16 м/с, а направление со 120° (юго-восточное) до 163° (юго-юго-восточное).

➡ Под действием ветра пленочное загрязнение должно было смещаться в северо-западном направлении.

Такая картина и наблюдается в области 2, но этого не происходит в области 1

Некоторые оценки



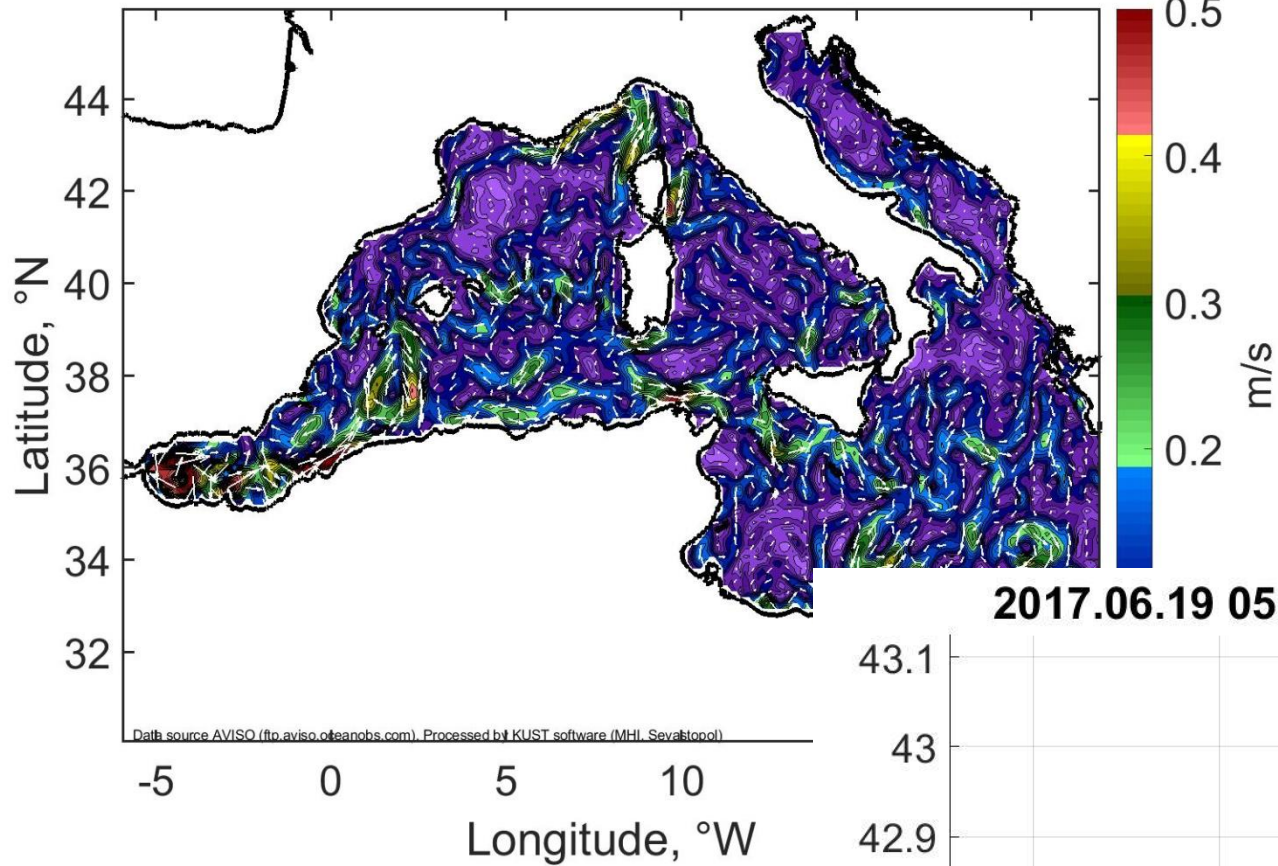
Ветер в период с 10:00 до 17:00 UTC стихал с 8,16 до 5,7 м/с, направление менялось с 163° до 175° (до практически южного)

Пятно, соответствующее максимальному сбросу, за 13 ч сместилось на северо-запад только на 3 км, его площадь увеличилась с 0,61 до 2,24 км². Средняя скорость сноса составила 7 см/с.

Скорость сноса в северо-западном направлении остальных пленочных загрязнений составляла от 15 до 19 см/с, вытягиваясь по ветру.

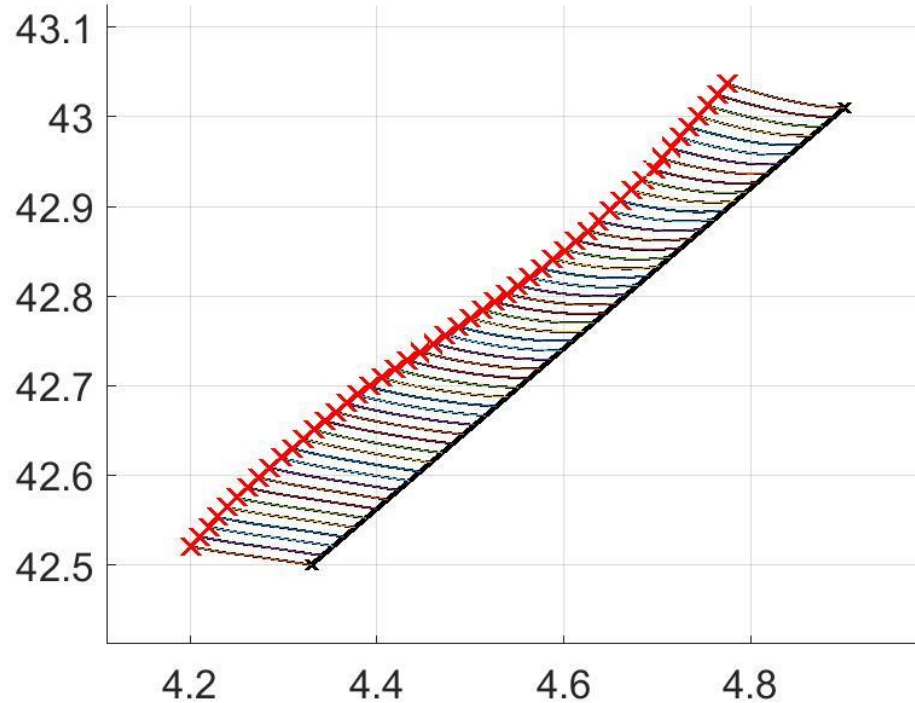
Возможные причины: локальные неоднородности (усиление) поля ветра, прибрежное противотечение, влияние внутренних волн, как в море, так и в атмосфере над ним???

2017-06-19



Data source AVISO (ftp.aviso.oceanobs.com). Processed by KUST software (MHI, Sevaltopol)

2017.06.19 05:01 - 2017.06.19 18:01



Моделирование выполнено
Арсением Кубряковым

Заключение

- Рассмотренный в данном докладе пример использования трех последовательных спутниковых изображений для анализа распространения пленочных загрязнений морской поверхности, вызванных судовым сбросом в Лионском заливе, показал, что современные возможности спутникового мониторинга позволяют проводить исследования на новом качественном уровне.
- Наличие на орбите большого количества приборов дистанционного зондирования, их относительная доступность для широкого круга исследователей, высокое пространственное и временное разрешение позволяют достаточно детально изучать процессы, происходящие на больших морских акваториях, в частности проследить растекание и дрейф нефтяных пятен.

О.Ю. Лаврова, К.Р. Назирова, А.Я. Строчков Современные возможности проведения комплексного анализа распространения нефтяного загрязнения морской поверхности на примере судового сброса в Лионском заливе // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 4. С.193–203.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, грант № 14-17-00555.

Обработка и анализ спутниковых данных осуществлялись на базе информационной системы "See The Sea", которая была реализована при поддержке ФАНО (тема «Мониторинг», госрегистрация №01.20.0.2.00164)



Благодарю за внимание!

olavrova@iki.rssi.ru