Возможность получения динамических и пространственных характеристик процессов и явлений в прибрежной зоне на основе комплексного использования спутниковых данных с различных сенсоров

Лаврова О.Ю.
Институт космических исследований РАН
olavrova@iki.rssi.ru



Многосенсорный подход

Наличие на орбите в настоящее время большого количества специализированных спутников дистанционного зондирования позволяет при благоприятном условиях получать последовательность восьми изображений одного района со следующими временными интервалами:

```
SAR-C Sentinel-1 — OLI Landsat-8 — 4 ч 30 мин;
OLI Landsat-8 — MSI Sentinel-2 — 15 мин;
MSI Sentinel-2 — OLCI Sentinel-3A — 30 мин;
OLCI Sentinel-3A — MODIS Terra — 15 мин;
MODIS Terra — MODIS Aqua — 1 ч 50 мин;
MODIS Aqua — SAR-C Sentinel-1 — 4 ч 20 мин;
SAR-C Sentinel-1 — SAR-C Sentinel-1 — 12 ч.
```



Сбросы с судов загрязненных вод



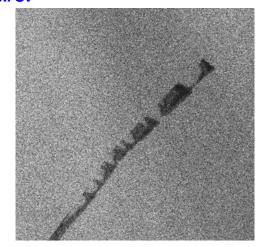
Сброс в Лионском заливе: начальный момент



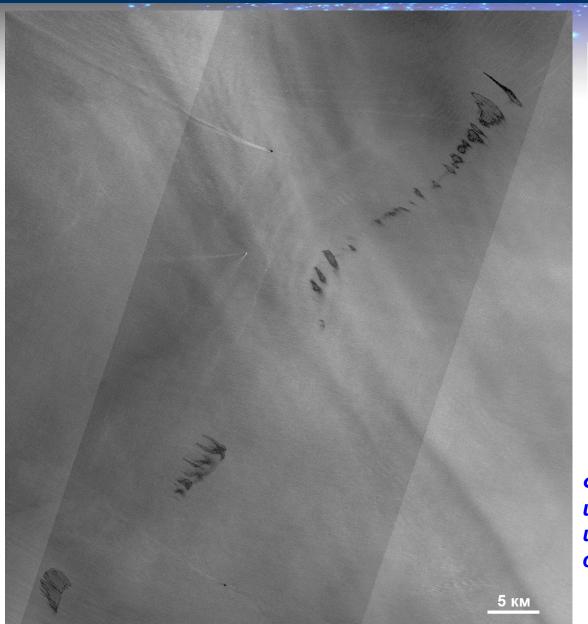
Фрагмент РЛИ SAR-C Sentinel - 1B, полученного над Лионским заливом 19 июня 2017 г. в 05:43:30 UTC Скорость судна (по данным АИС) 11,4 узла = 5,86 м/с, длина видимого на РЛИ сброса - 23,22 км

сброс загрязнённых вод осуществлялся в течение примерно 66 мин.

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



Ситуация через 5 часов

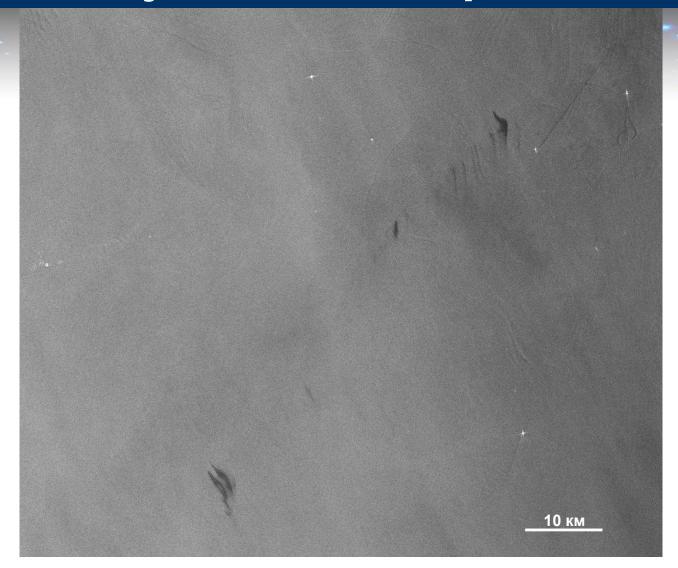


Как видно на изображении MSI, сброс с судна осуществлялся в четыре этапа, три из которых были сделаны уже после радиолокационной съемки и на утреннее РЛИ не попали. Суммарная протяженность сброса составила примерно 35 км (на утреннем РЛИ - 23,22 км)

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

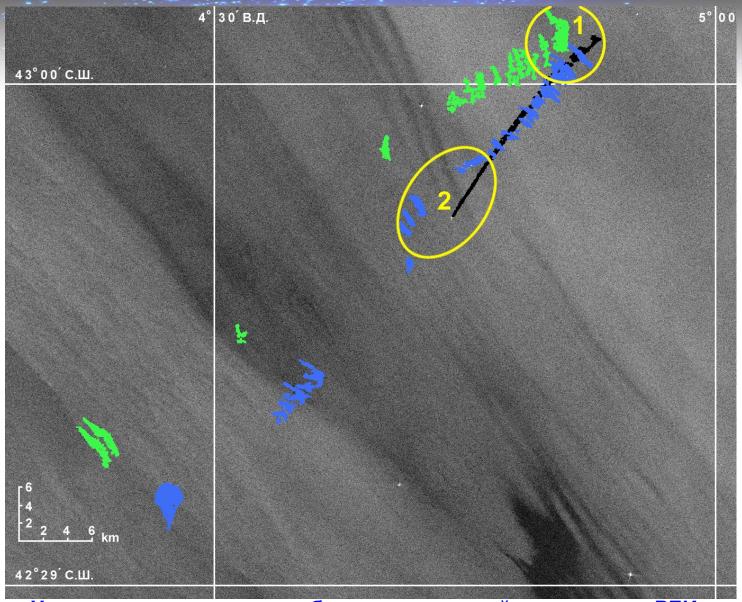


Ситуация еще через 7 часов



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

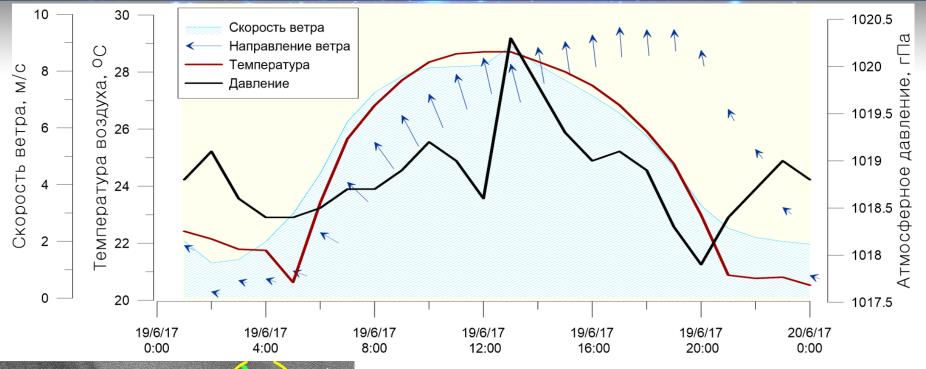
Сравнение трех изображений

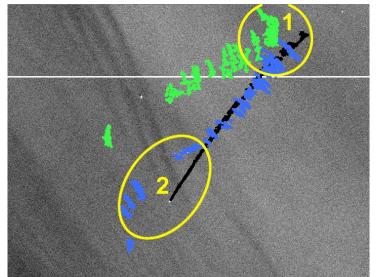


Черным цветом отмечен сброс, выявленный на утреннем РЛИ, синим — на MSI и зеленым — на вечернем РЛИ



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

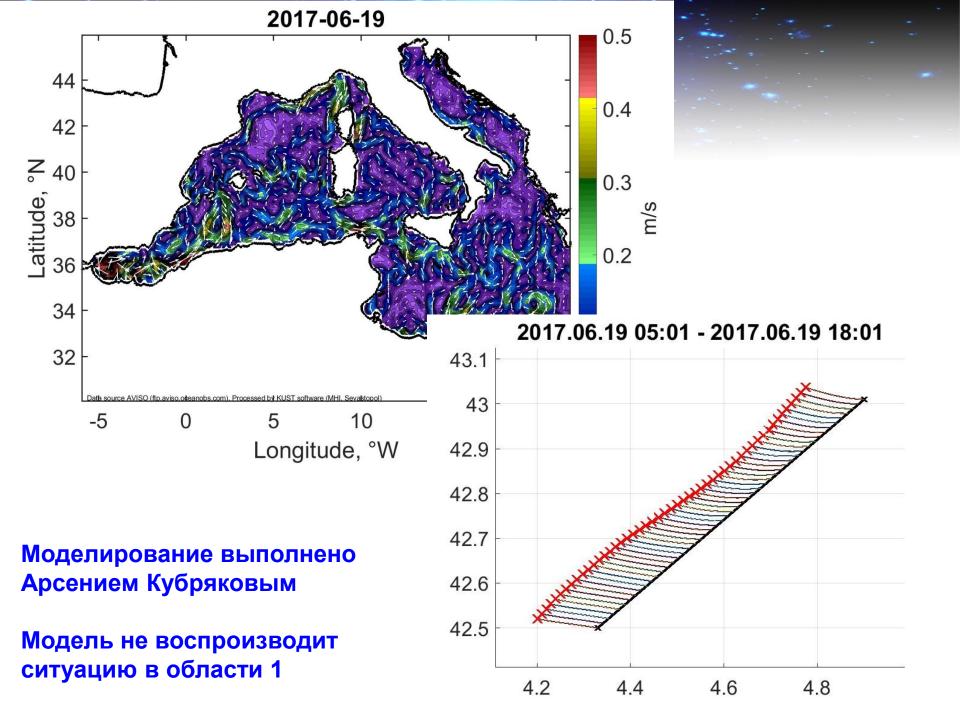




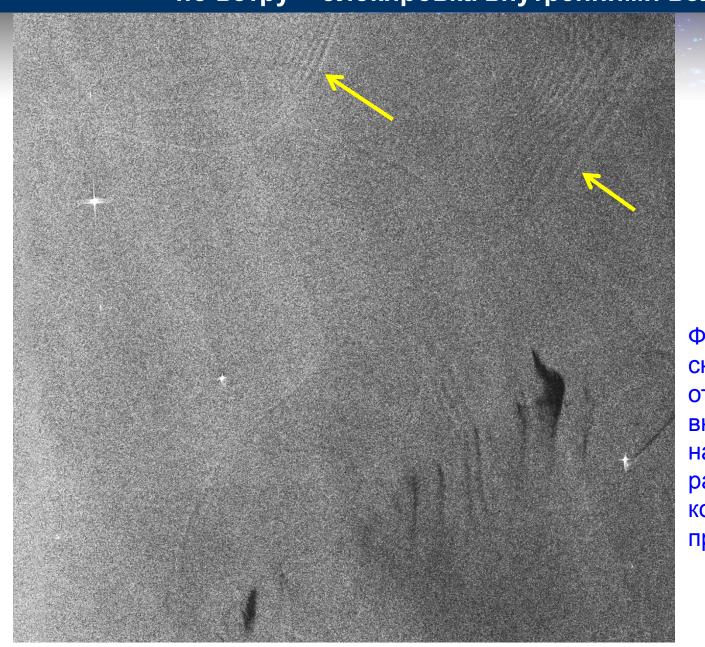
С 05:00 по 10:00 UTC скорость ветра увеличивалась с 4,39 до 8,16 м/с, а направление со 120° (юго-восточное) до 163° (юго-юго-восточное).

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



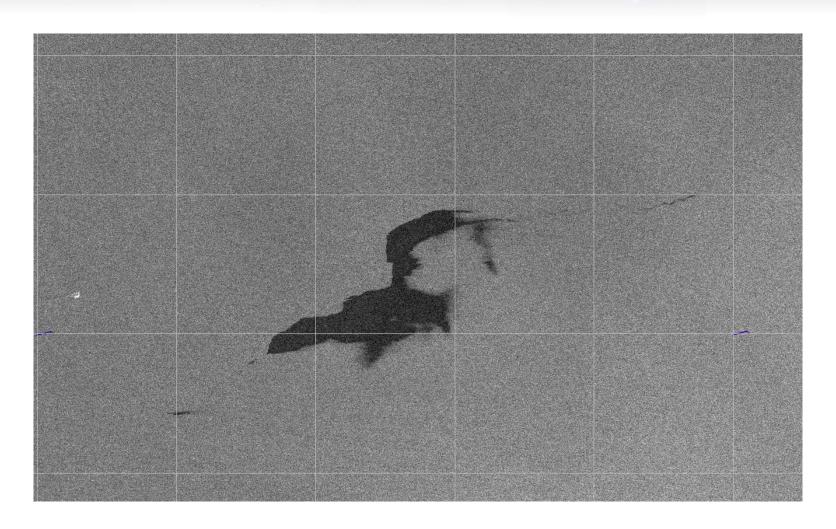
Наиболее вероятная причина не распространения нефтяной пленки по ветру – блокировка внутренними волнами



Фрагмент вечернего снимка. Стрелками отмечены цуги внутренних волн, направление распространения которых противоположно ветру



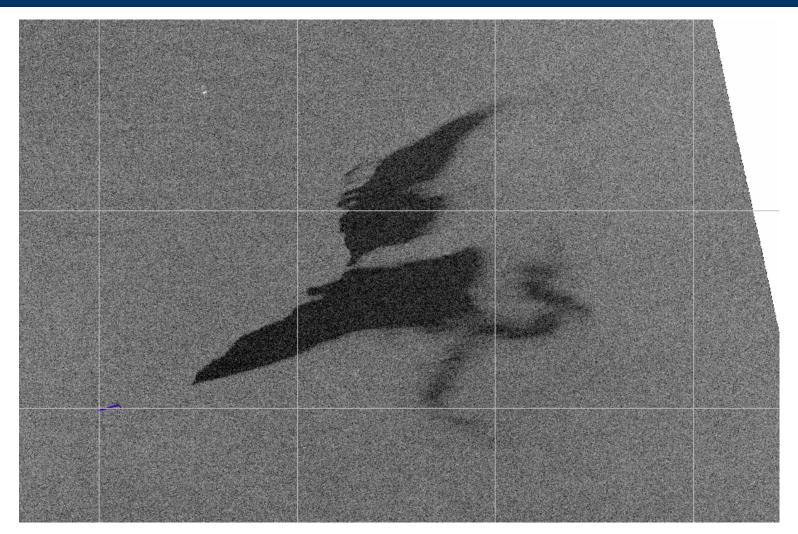
Пятно пониженного рассеяния на РЛИ Sentinel-1A от 08 июня 2017- 03:57:38 GMT



Площадь пятна 44 кв.км

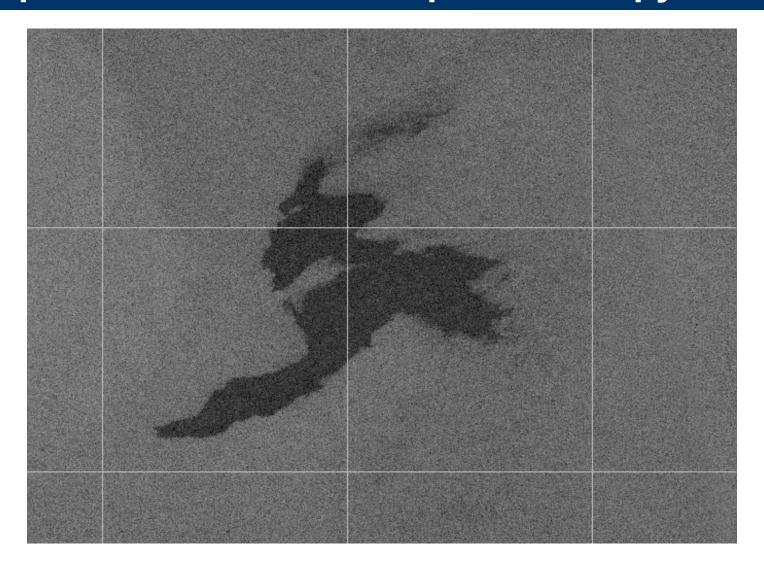


То же пятно на РЛИ изображении Sentinel-1B от 08 июня 2017- 15:51:21 GMT (через 12 часов)



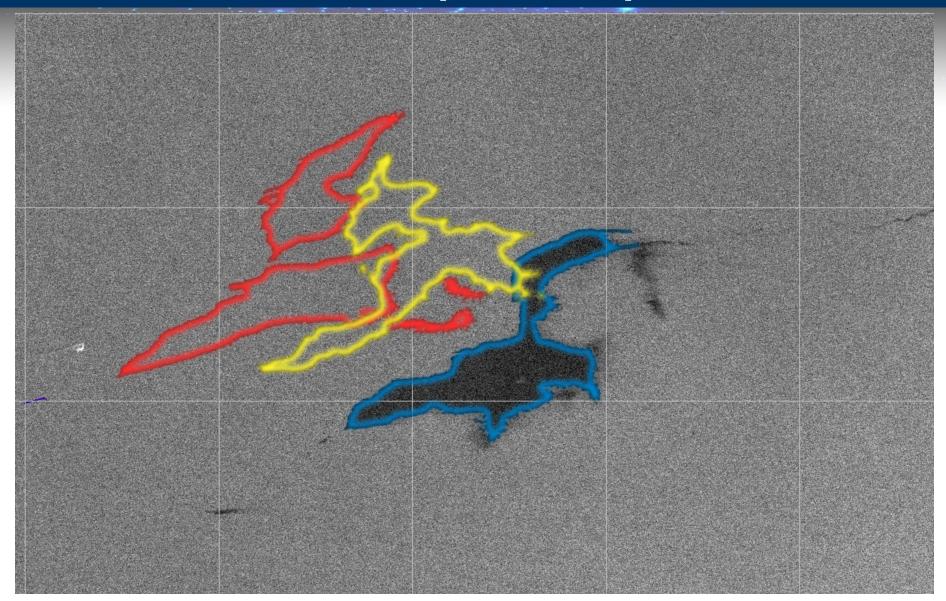


То же пятно на РЛИ изображении Sentinel-1A от 09 июня 2017- 15:43:43 GMT (через 36 часов после первого обнаружения)





Композиция трех изображений



Синий контур – 08.06.17 (утро); красный – 08.06.17 (вечер); желтый – 09.06.17 (вечер)



Что это за темные пятна?

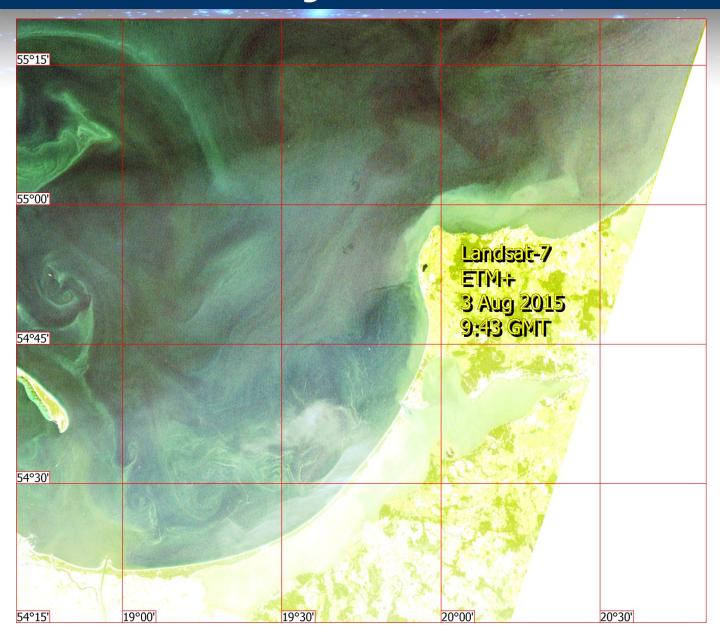
- Не нефтяная пленка в результате сброса с судна. Нефтяная пленка за 36 часов была бы разрушена.
- Не естественные выходы на поверхность углеводородов (сипажи). В этом месте ни ранее, ни позднее подобное не наблюдалось.

Остается – скопление водорослей. Тогда каких?

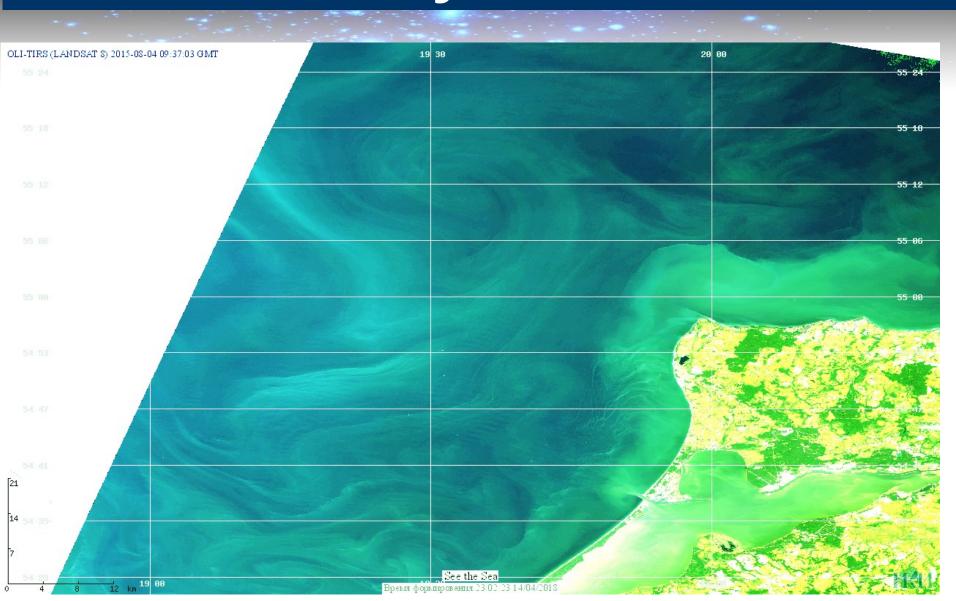


Определение параметров вихревых структур

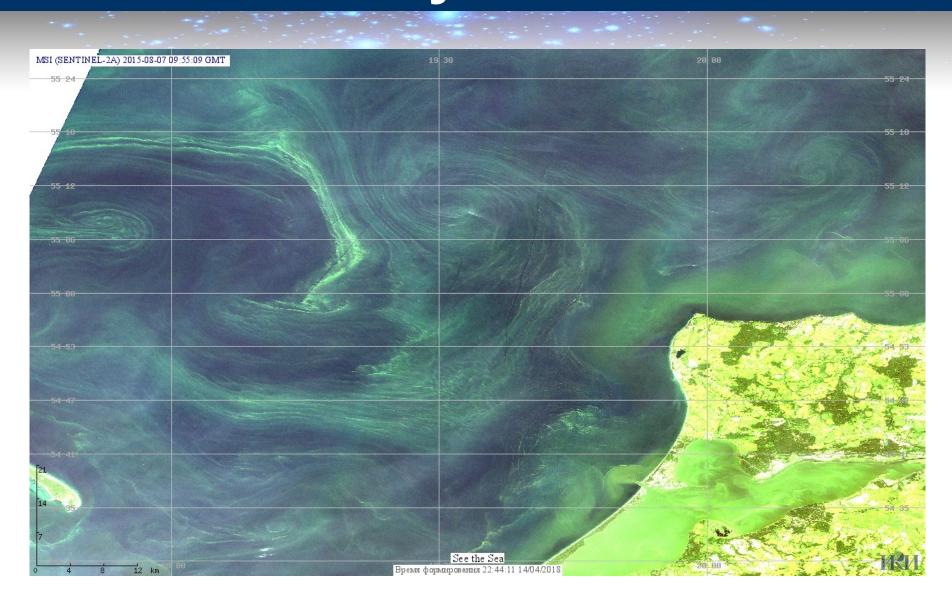




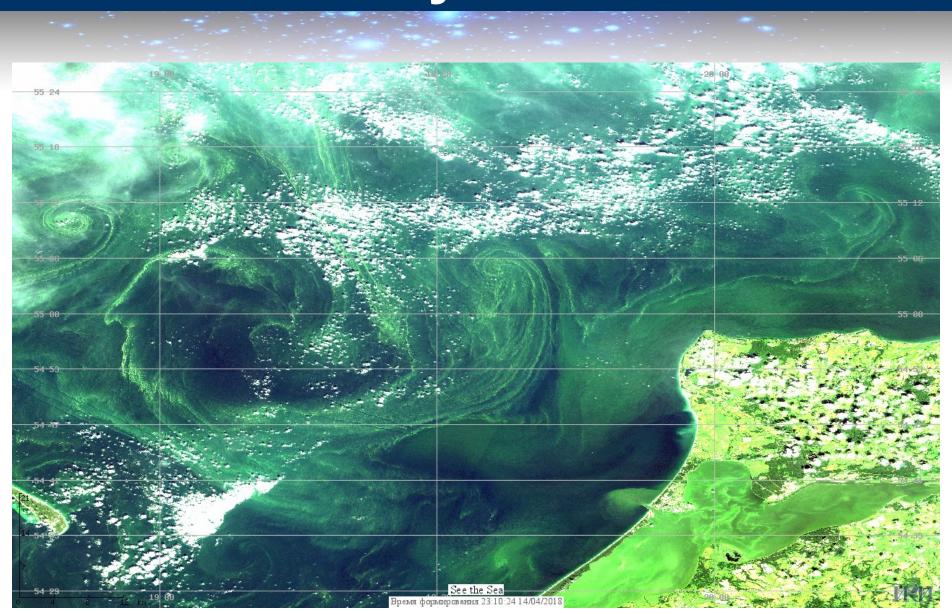




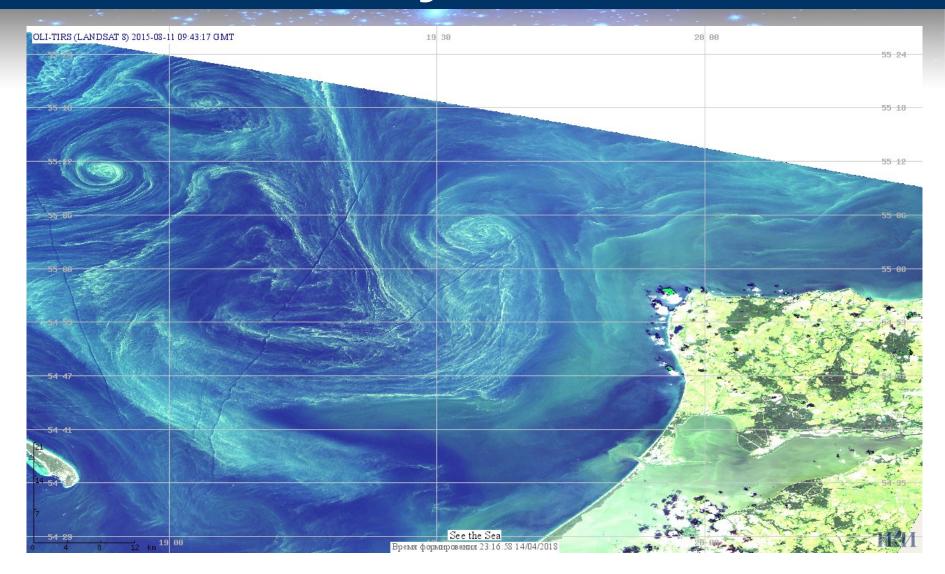






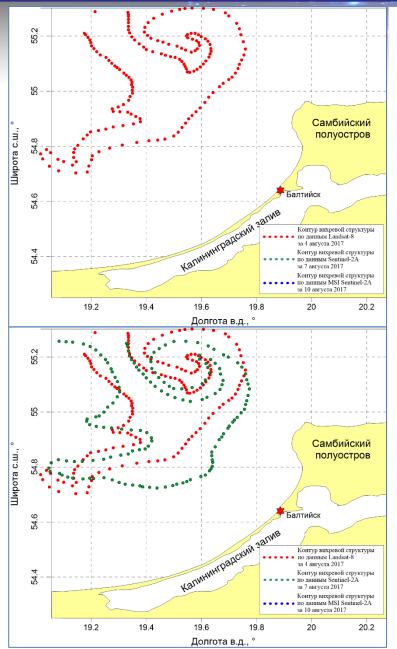




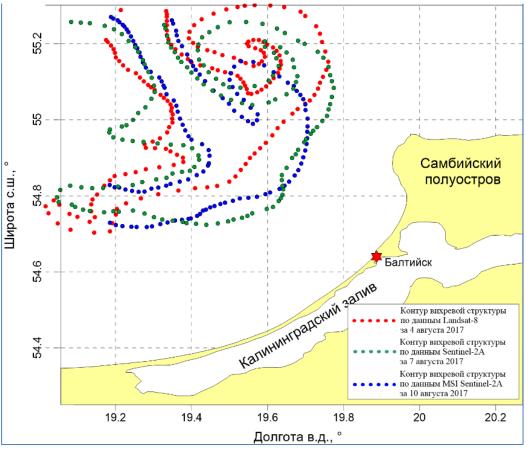




Определение скорости распространения вихревого диполя



- Наблюдение вихревой структуры в течение 8 дней
- Скорость перемещения не более 3 см/с

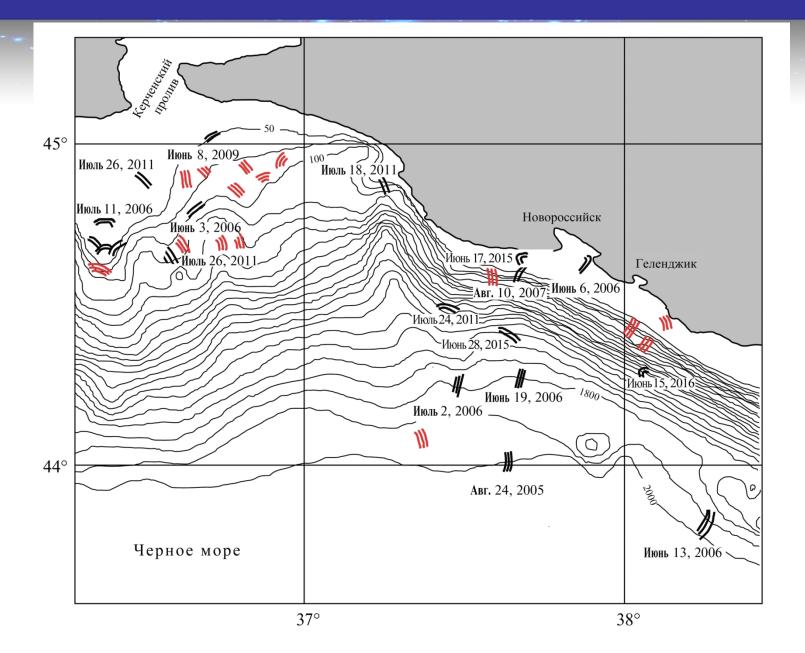




Определение параметров внутренних волн

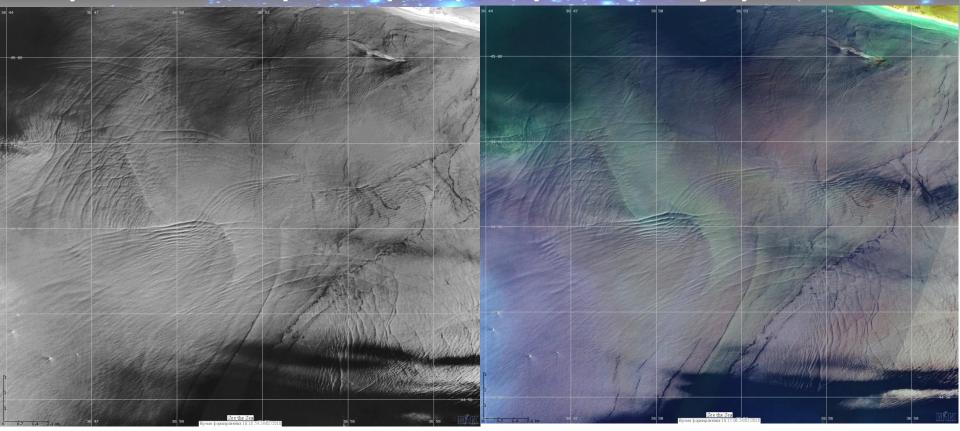


Внутренние волны в северо-восточной части Черного моря





Использование последовательных изображений для определение скорости распространения внутренних волн



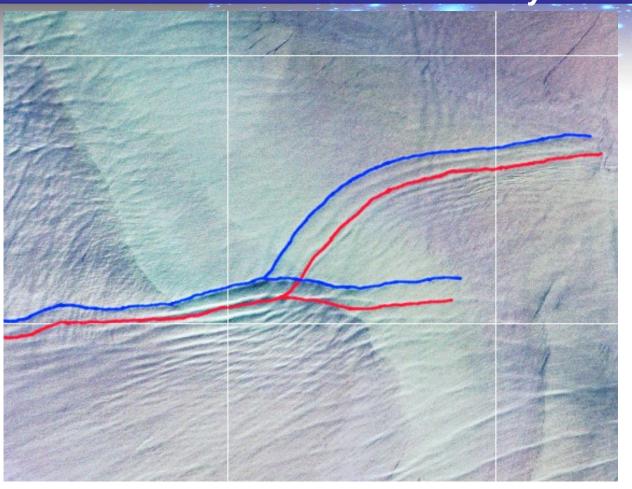
OLI Landsat-8 (8-й панхроматический канал), время съемки 08:19:41UTC

MSI Sentinel-2A (RGB – 4, 3,2 каналы), время съемки 08:36:34 UTC

13 июля 2017 г.



Сдвиг передних фронтов двух цугов внутренних волн за 17 минут



Были оценены скорости распространения различных цугов солитоноподобных волн, они составили от 0,35 до 0,42 м/с

Красным отмечено положение фронтов, определенное по изображению OLI Landsat-8, синим – положение тех же фронтов через 17 минут, определенное по изображению MSI Sentinel- 2A



Выводы

Показано, что использование спутниковых данных, полученных с небольшими временными интервалами позволило:

- 1. определить скорость распространение пленочных загрязнений, выявить природу загрязнений и сделать предположении о процессах влияющих на их распространение;
- 2. пронаблюдать формирование и развитие вихревых структур, определить их «срок жизни» и оценить скорость распространения их отдельных частей;
- 3. определить скорость распространения передних фронтов пакетов внутренних волн

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 14-17-00555



