

Информационная система “See the Sea”: текущие возможности и перспективы развития

*Лаврова О. Ю., Лупян Е. А.,
Митягина М. И., Уваров И. А.*

*Институт космических исследований Российской академии наук
olavrova@iki.rssi.ru*



Основные сведения об информационной системе STS

- Разработана в ИКИ РАН в 2011 г.
- Модифицируется и поддерживается совместно отделами "Технологий спутникового мониторинга" и "Исследования Земли из космоса" при поддержке РФФИ и темы «Мониторинг»
- Использует инфраструктуру и архивы данных, накопленные в ЦКП «ИКИ-Мониторинг»
- Основана на платформе GEOSMIS
- Используется при выполнении научных работ по грантам РФФИ, гранта РФФИ № 14-17-00555, темы «Мониторинг»
- Получено Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016617278 Лупян Е.А., Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Уваров И.А. «Интерфейс программирования приложений (API) для ведения и доступа к базе знаний о процессах и явлениях, наблюдаемых в Мировом океане» (дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 29 июня 2016 г.)
- Доступ в сети Интернет <http://ocean.smislab.ru>

Основные сведения об информационной системе STS

- Основной целью спутникового сервиса STS является обеспечение исследователей возможностями доступа и инструментами анализа информации, полученной на основе данных спутниковых наблюдений (как оперативных, так и из накопленных архивов), для изучения различных процессов происходящих в океане и атмосфере над ним.
- Особое внимание при создании STS уделялось вопросу обеспечения возможности совместного хранения и комплексного использования данных, различных по своей физической природе (активное и пассивное микроволновое зондирование, многоспектральные оптические, гиперспектральные и ИК данные), пространственному разрешению, размерности и времени получения.
- В STS предусмотрены возможности описания различных процессов и явлений, происходящих в Мировом океане, и ведения долговременных баз данных таких описаний

Архивы спутниковых данных, интегрированных в STS

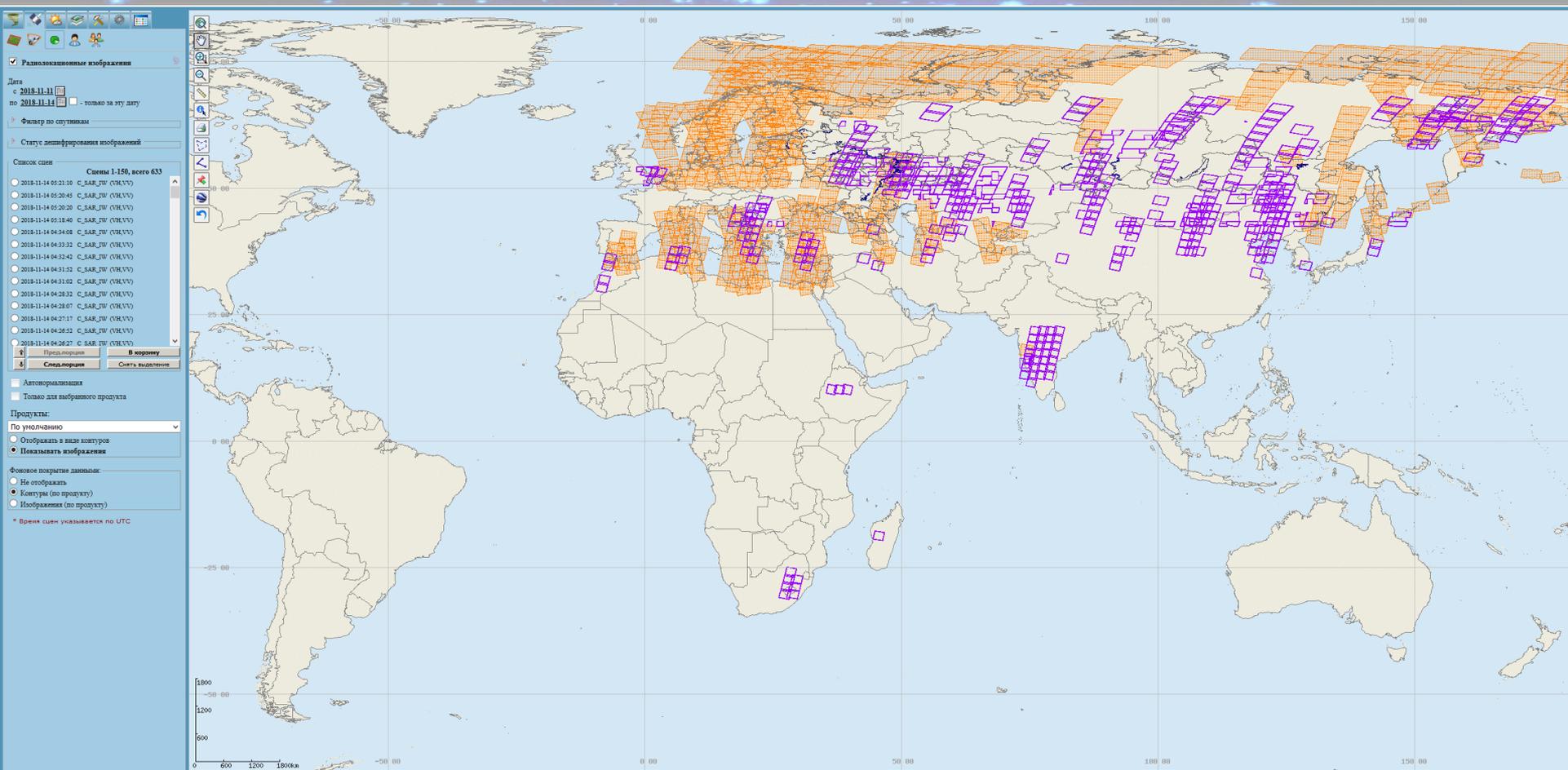
- Основная ценность – наличие **архива радиолокационных данных ERS-1/2 SAR и Envisat ASAR** за период 1995 – 2012 гг. и результатов их интерпретации

В автоматическом режиме в STS поступают данные:

- Радиолокационные данные Sentinel –1A, -1B
- MSI Sentinel –2A, -2B
- Данные сенсоров спутников серии Landsat 5/7/8
- Modis Terra/Aqua
- OLCI/SLSTR Sentinel 3A
- Гиперспектрометра Hyperion
- Гиперспектрометра NICO – проводилась съемка по заказу ИКИ РАН в рамках совместного договора между ИКИ РАН и Naval Research Lab

STS – открытая система. Предусмотрена возможность интегрирования в систему открытых данных новых сенсоров вновь запускаемых спутников

Картографический интерфейс

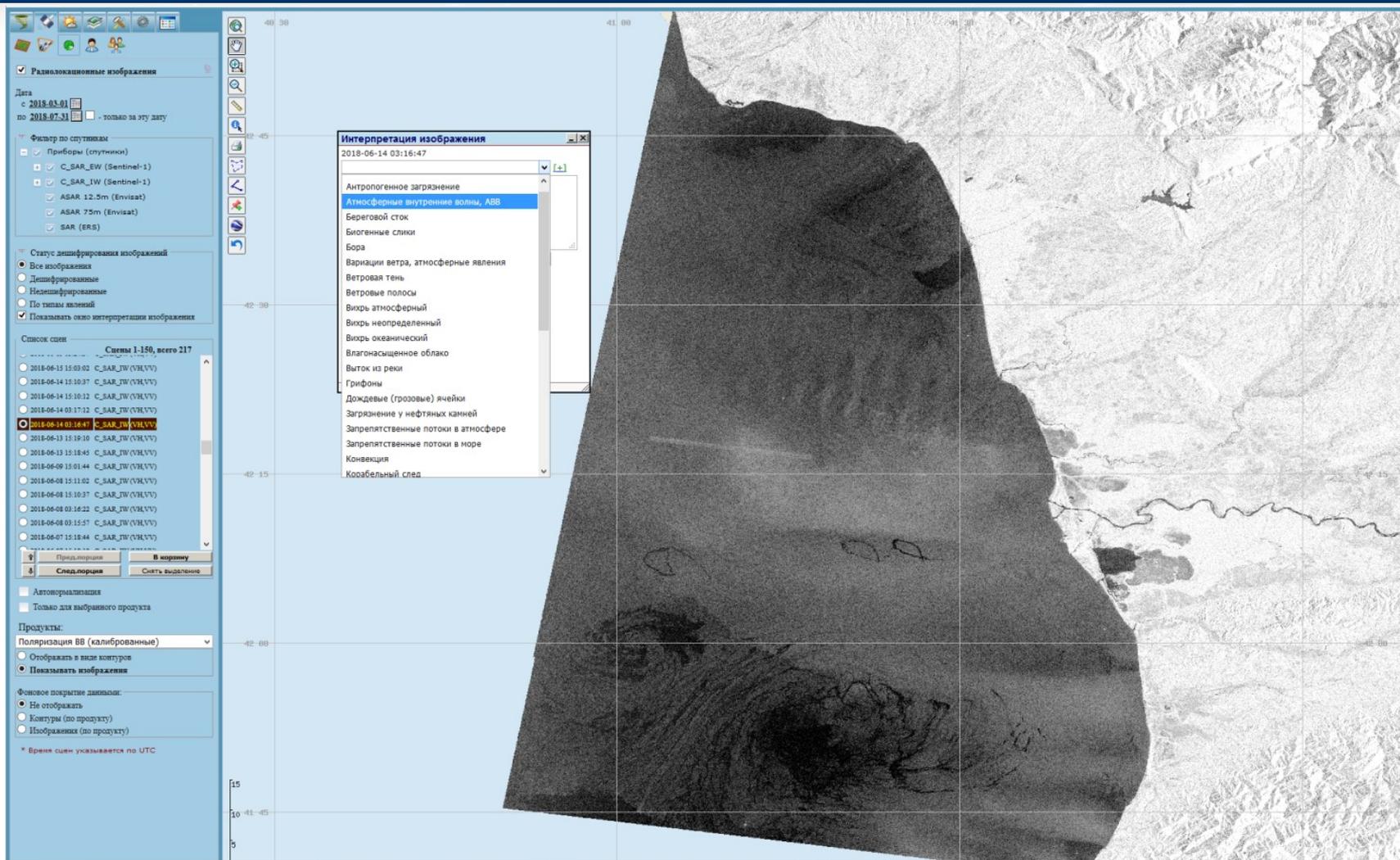


Контуры спутниковых изображений, интегрированных в STS 11-14 ноября 2018.

Оранжевые – радиолокационные изображения Sentinel -1A, - 1B

Фиолетовые – данные MSI Sentinel-2A,-B, OLI Landsat-8, ETM+ Landsat-7 с облачностью не более 10%

Отличительные особенности STS (интерпретация РЛИ)



Окно интерпретации: выбор явлений из списка

Отличительные особенности STS (интерпретация РЛИ)

The screenshot displays the STS web interface for SAR image processing. The main window shows a grayscale SAR image of a coastal area with a grid overlay. A pink marker on the image indicates a depth of 224 m and an azimuth of 294°. The left sidebar contains various processing tools, including a histogram and automatic correction options. The right sidebar shows the interpretation results for the selected image.

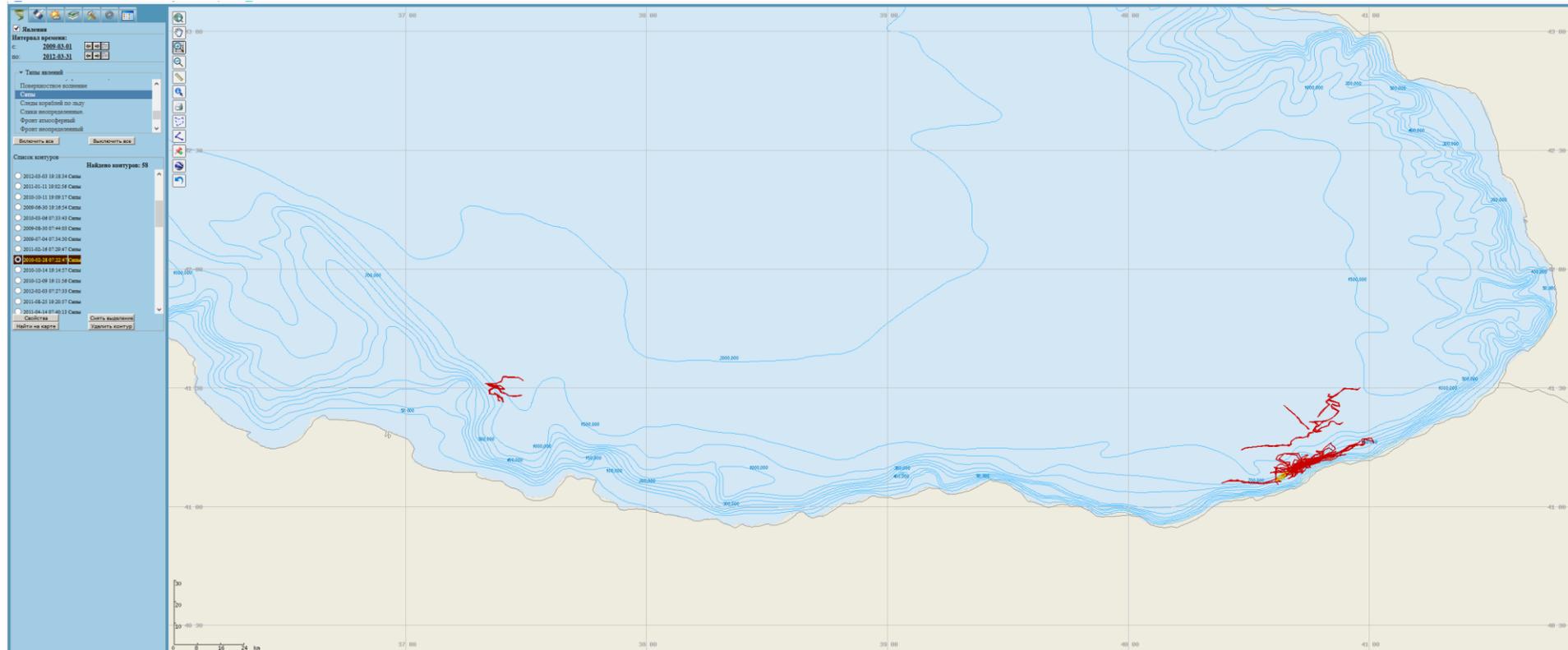
Интерпретация изображения
2017-07-11 03:32:41
Биогенные слики [\[x\]](#)
Океанические внутренние волны, ОВВ [\[x\]](#)
Ветровая тень [\[x\]](#)

Дуг внутренних волн, состоящий из 6 волн, длина волны 227 м, распространяется на юго-восток параллельно берегу

[Сохранить](#) [Изображение в корзину](#)

Все РЛИ до 2012 г. аннотированы

Выбор данных из архива по явлениям



Сипы в юго-восточной части Черного моря

Инструменты для работы с радиолокационными изображениями – выделение интересующих объектов

The screenshot displays the 'See the Sea' software interface. On the left, there is a control panel with the following sections:

- Цветовая коррекция изображения** (Image Color Correction): Includes a 'Режим работы' (Work Mode) dropdown set to 'Монохромный' (Monochrome), an image selection dropdown, a 'канал:' (channel) dropdown, and a '1' dropdown. It features a 'Применить комбинацию' (Apply combination) button, a 'Яркость:' (Brightness) slider at 0, and a 'Контрастность:' (Contrast) slider at 1. Below these is a histogram and a 'Сбросить' (Reset) button.
- Автоматическая коррекция** (Automatic Correction): Includes 'По площади' (By area) and 'По СКО' (By RMS) options, both set to '100%', and an 'Эквализация' (Equalization) dropdown set to 'За'. There are 'применить' (apply) buttons for each.

The main window shows a grayscale SAR image of a coastal area with a grid overlay. A yellow polygon highlights a specific object in the lower-middle part of the image. A toolbar on the left side of the image contains various navigation and analysis tools. A button labeled 'Добавить полигон в БД' (Add polygon to DB) is visible near the highlighted object.

On the right side, an 'Интерпретация изображения' (Image Interpretation) window is open, displaying the following information:

- 2011-08-18 18:33:01 MM
- Нитевидные слики [x]
- Грифоны [x]
- Вихрь океанский [x]
- Нефтяное пятно (корабельный сброс) [x]

Below the list is a dropdown menu and a '+[-]' button. A descriptive text reads: 'В северо-западной части - вихри, нитевидные слики. В центре - корабельный сброс. При умеренном ветре очень характерные и иллюстративные загрязнения около НК - исходят от платформы и расширяются факелом. В юго-западной части - грифоны'. At the bottom of the window are 'Сохранить' (Save) and 'Изображение в корзину' (Image to trash) buttons.

At the bottom center of the main window, the 'GEOSMIS' logo is visible, along with the text 'Геоинформационная система мониторинга морской среды' (Geoinformation system for monitoring the marine environment). A small world map in the bottom right corner shows the location of the image area.

Инструменты для работы с радиолокационными изображениями – занесение (извлечение) параметров объекта в БД

See the Sea
Радиолокационные данные спутника Sentinel-1

Явления

Интервал времени:
с: 2009-09-06
по: 2014-09-05

Типы явлений:
Нефтяное пятно (корабельный сброс)
Океанические внутренние волны, ОВВ
Вихрь атмосферный
Фронт атмосферный
Атмосферные внутренние волны

Включить все Выключить все

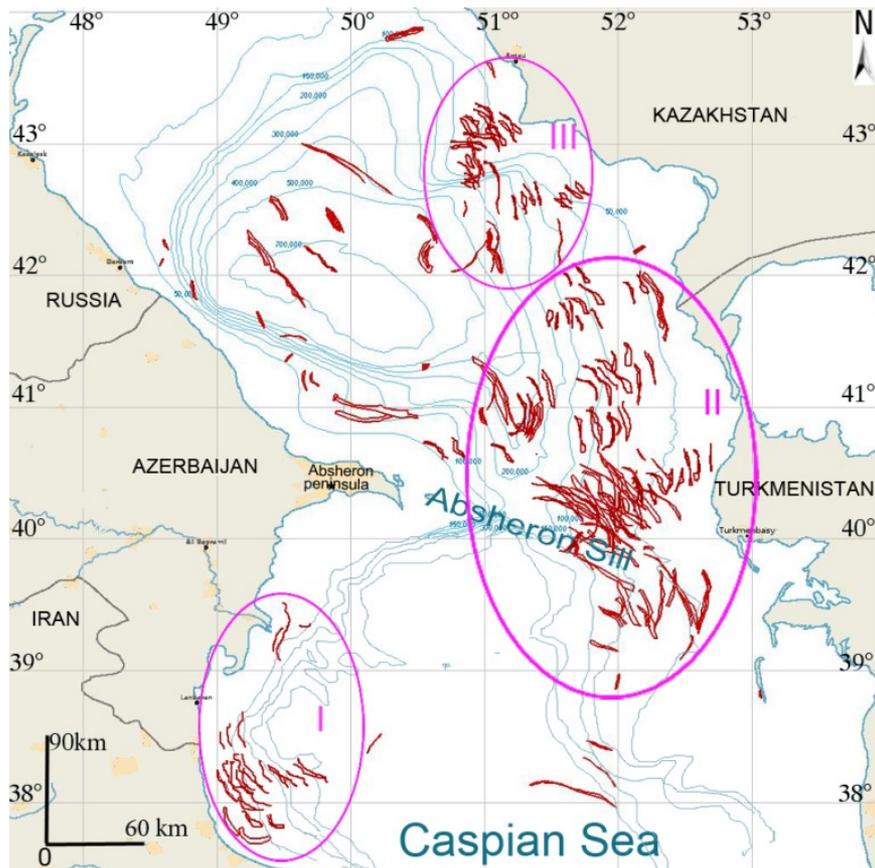
Список контуров
Найдено контуров: 49

- 2011-05-09 18:37:01 Нефтяное пятно (корабельный сброс)
- 2011-06-09 06:47:06 Нефтяное пятно (корабельный сброс)
- 2011-06-18 18:33:06 Нефтяное пятно (корабельный сброс)
- 2011-07-19 18:32:42 Нефтяное пятно (корабельный сброс)
- 2011-06-09 06:47:06 Нефтяное пятно (корабельный сброс)
- 2011-12-01 18:41:22 Нефтяное пятно (корабельный сброс)
- 2011-07-30 18:29:29 Нефтяное пятно (корабельный сброс)
- 2011-05-09 18:37:01 Нефтяное пятно (корабельный сброс)

Свойства Снять выделение
Найти на карте Удалить контур

GEOSMIS
Система геоинформационного обеспечения морской деятельности

Инструменты для работы со спутниковыми изображениями – занесение (извлечение) параметров объекта в (из) БД. Построение сводных карт



Основные районы регулярных наблюдений ВВ в Каспийском море на спутниковых изображениях:

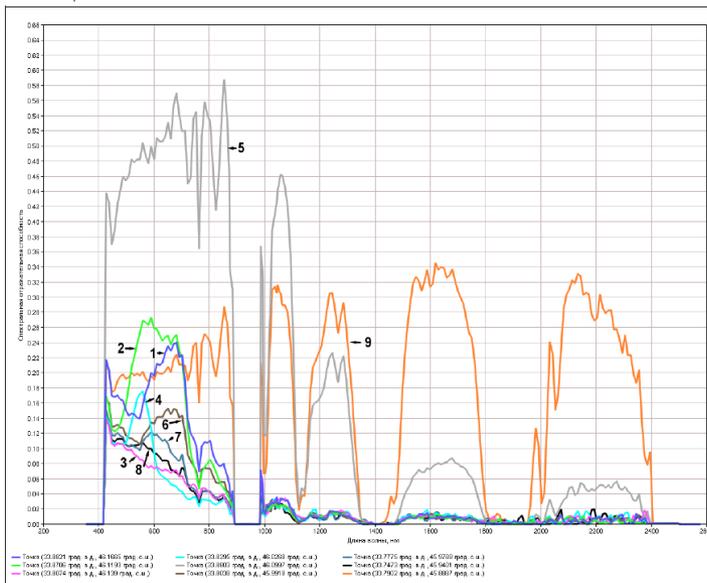
I – западная часть Южного Каспия;

II – Апшеронский порог;

III – северо-восточная часть Каспия

Работа с гиперспектральными данными

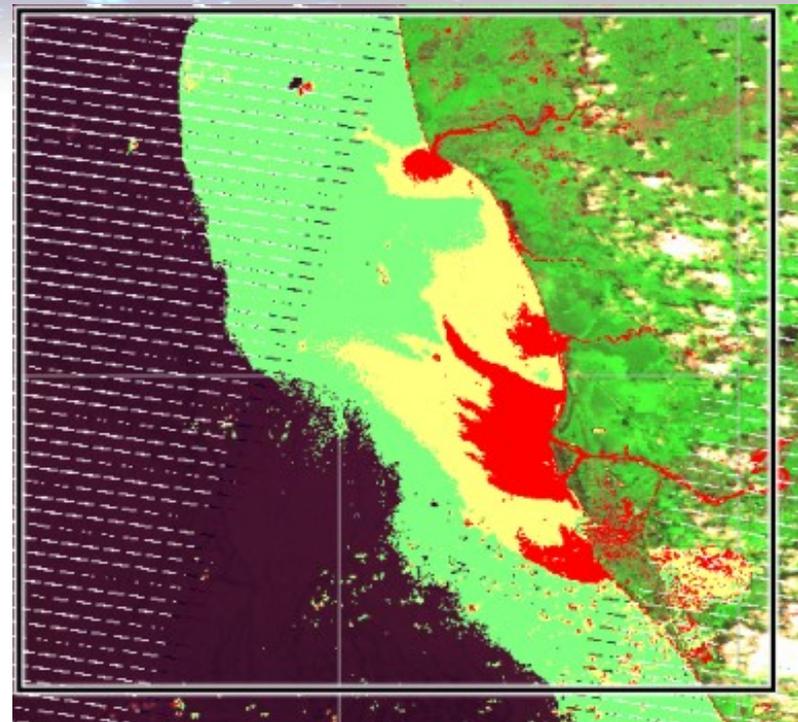
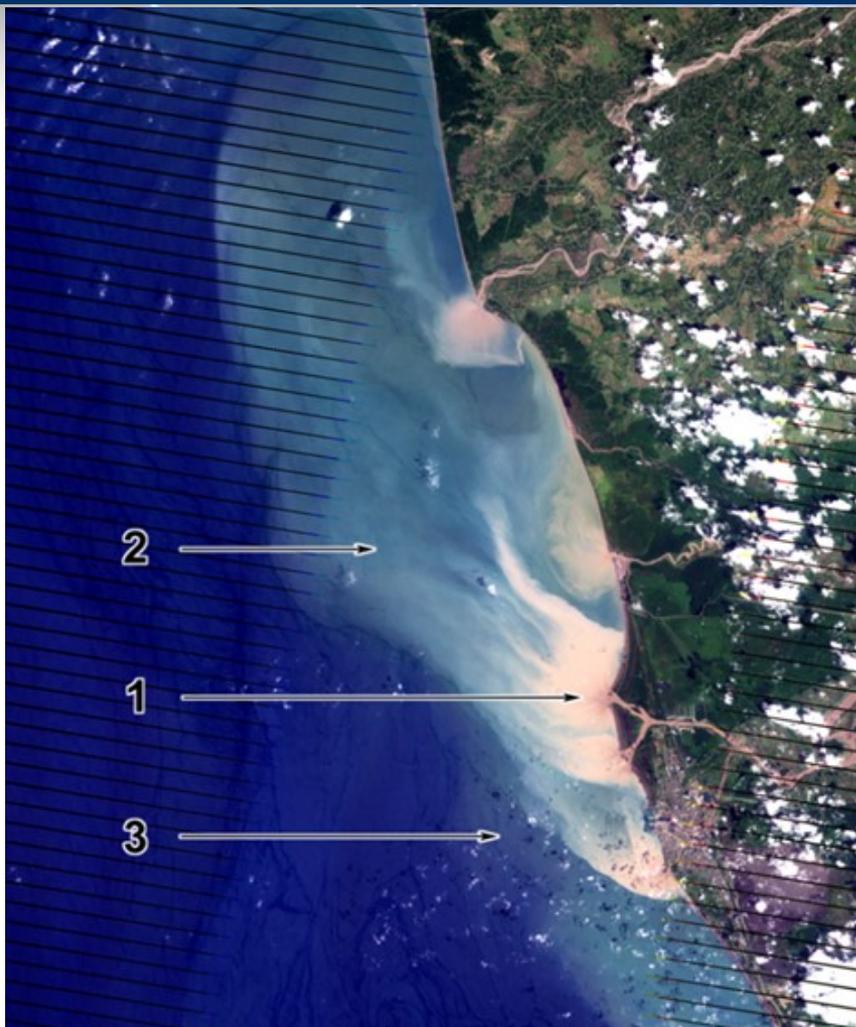
Цветосинтезированное изображение сенсора Hyperion от 30.08.2003



Графики спектральной отражательной способности 9-ти различных типов вод, восстановленной по данным гиперспектрального сенсора Hyperion от 30.08 2003 г. Цифры – соответствуют графикам, полученным в 9-ти точках, выбранных в различных водоемах

- 1 – западная часть Сиваша, где находится отстойник-накопитель опасных сернисто-кислых отходов от производства диоксида титана ГАК «Крымский титан»;
- 2 – отделенная от отстойника (1) плотиной акватория, также отстойник;
- 3 – залив Сиваша с относительно чистой водой;
- 4 – северо-западная часть озера Красное, используемое ОАО «Крымский содовый завод» в качестве накопителя-испарителя промстоков;
- 5 – мелкий залив Сиваша, в котором резко повышена концентрация солей;
- 6,7 – разделенные дамбой северная и южная акватории озера Старое, используемые как сырьевая база для бромного и содового заводов;
- 8 – прибрежная часть Каркинитского залива Черного моря;
- 9 – восточная часть запруды реки Воронцовка, мелкий, сильно прогреваемый водоем

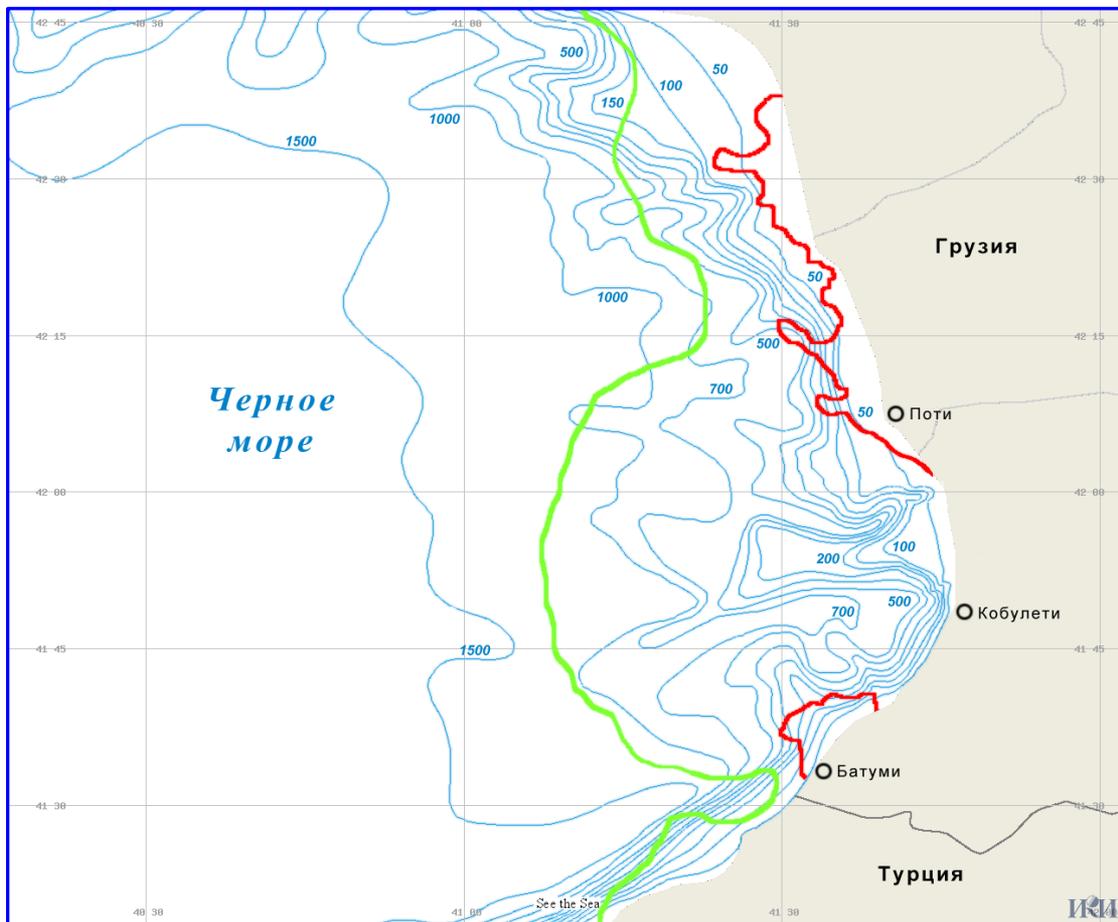
Инструменты для работы со спутниковыми изображениями - классификация



Результат классификации, выполненной в STS. Красный цвет соответствует области 1, жёлтый — области 2, зелёный — области 3.

Результаты классификации позволили в STS оценивать площади с различным количеством взвешенного вещества, строить карты, оценить межгодовую и сезонную изменчивость.

На основе результатов классификации оценены площади максимального распространения взвешенного вещества



Максимальная площадь области 1 - 175 км². Типична для периода март-апрель и некоторых дней в ноябре.

Максимальная площадь распространения взвешенного вещества, выносимого всеми реками, наблюдается в апреле-мае, составляет - 2200 км²

Области максимального распространения взвешенного вещества в восточной части Черного моря: зеленая линия – граница области 3; красная линия – граница области 1.

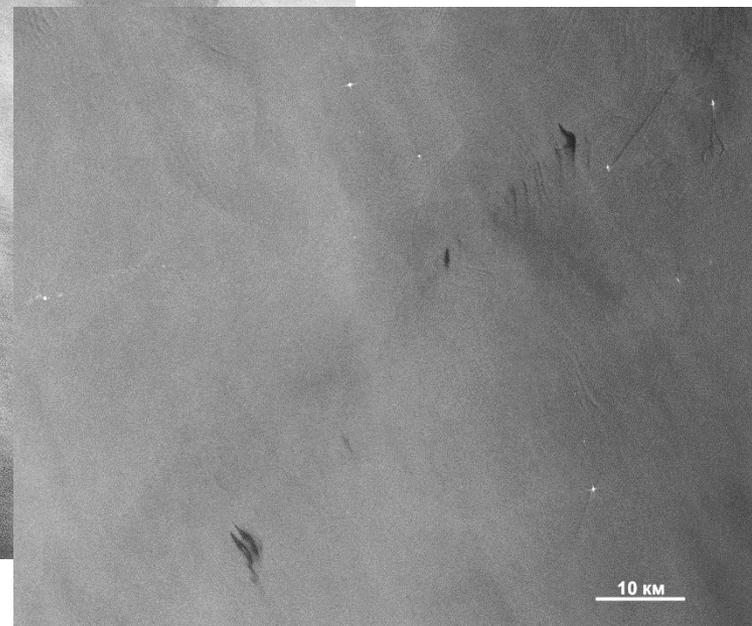
Совместный анализ разнородных данных. Эволюция нефтяного пятна в Лионском заливе



**SAR-C Sentinel-1B;
05:43:30 UTC**

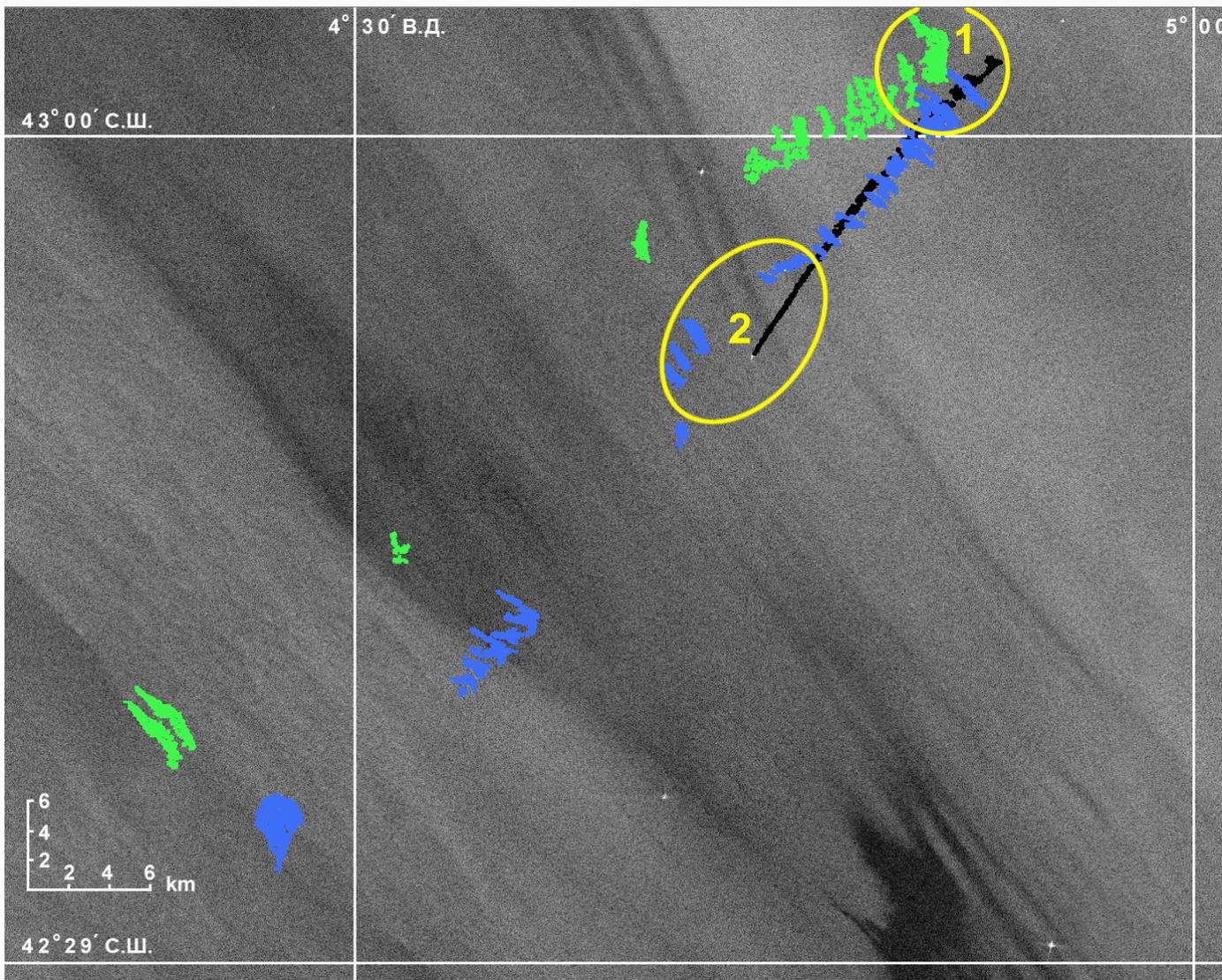


**MSI Sentinel-2A
10:30:21 UTC;
(band 2)
5 часов спустя**

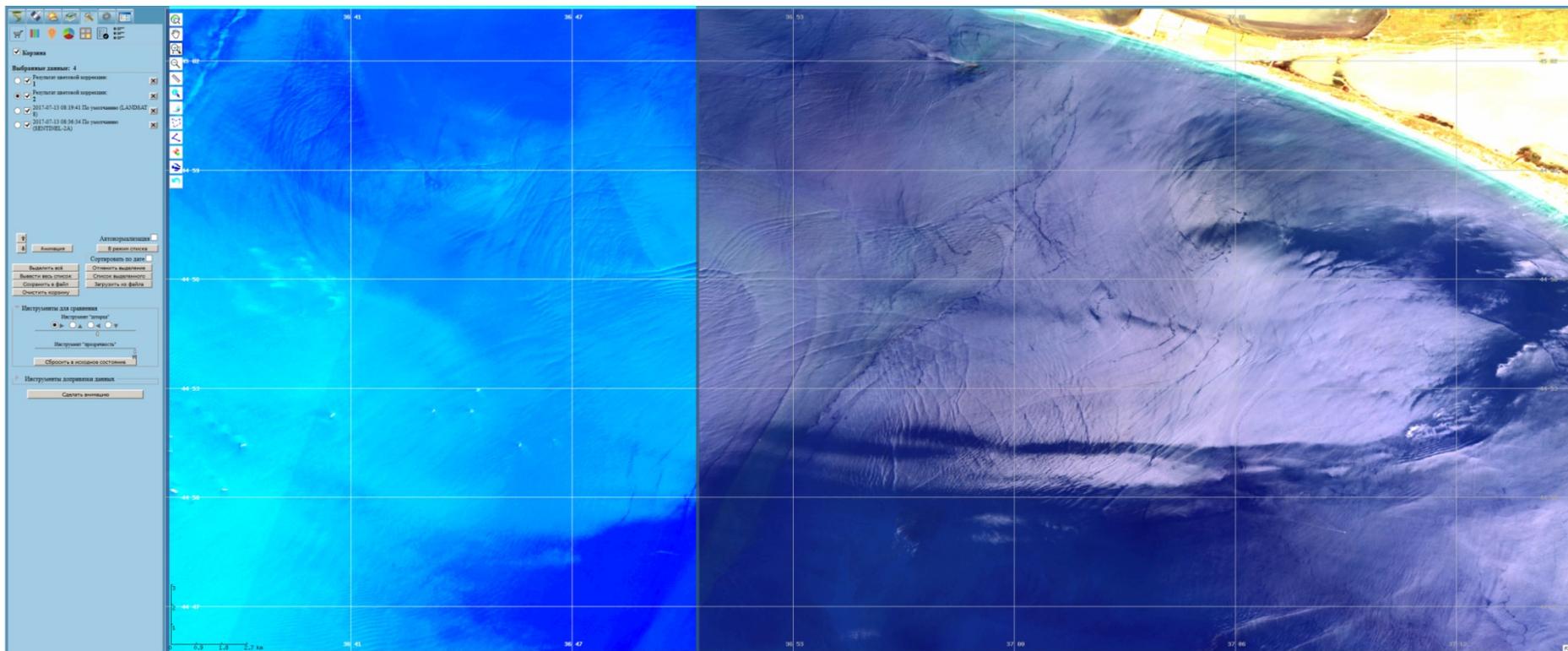
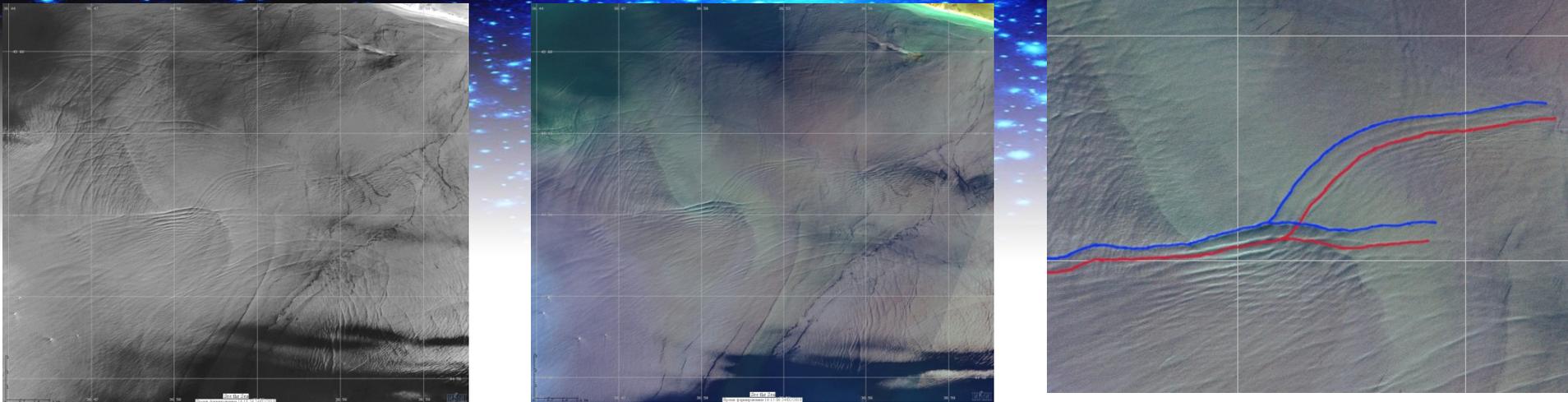


**SAR-C Sentinel-1A;
17:38:35 UTC
12 часов спустя**

Совместный анализ разнородных данных. Получение общей картины распространения нефтяного загрязнения

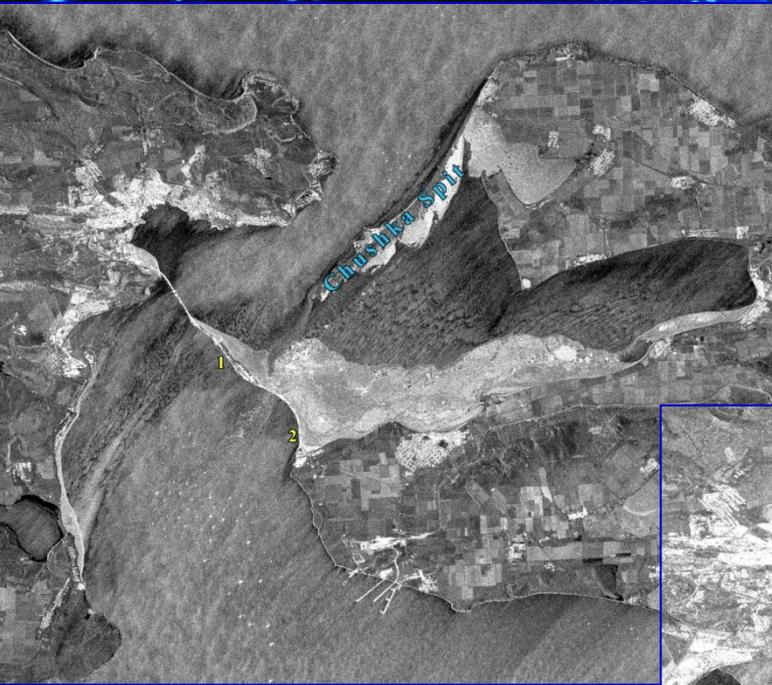


Черный - 05:43 UTC;
Голубой - 10:30 UTC;
Зеленый - 17:38 UTC



**Совместный анализ разнородных данных:
распространения цугов внутренних волн**

Формирование ледяного покрова в Керченском проливе в 2017 г.

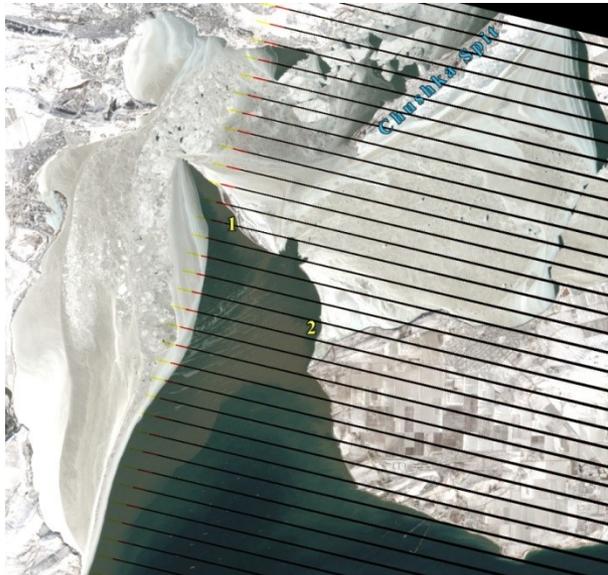


**Sentinel-1A SAR-C,
11.02.2017**



**MSI Sentinel-2,
13.02.2017**

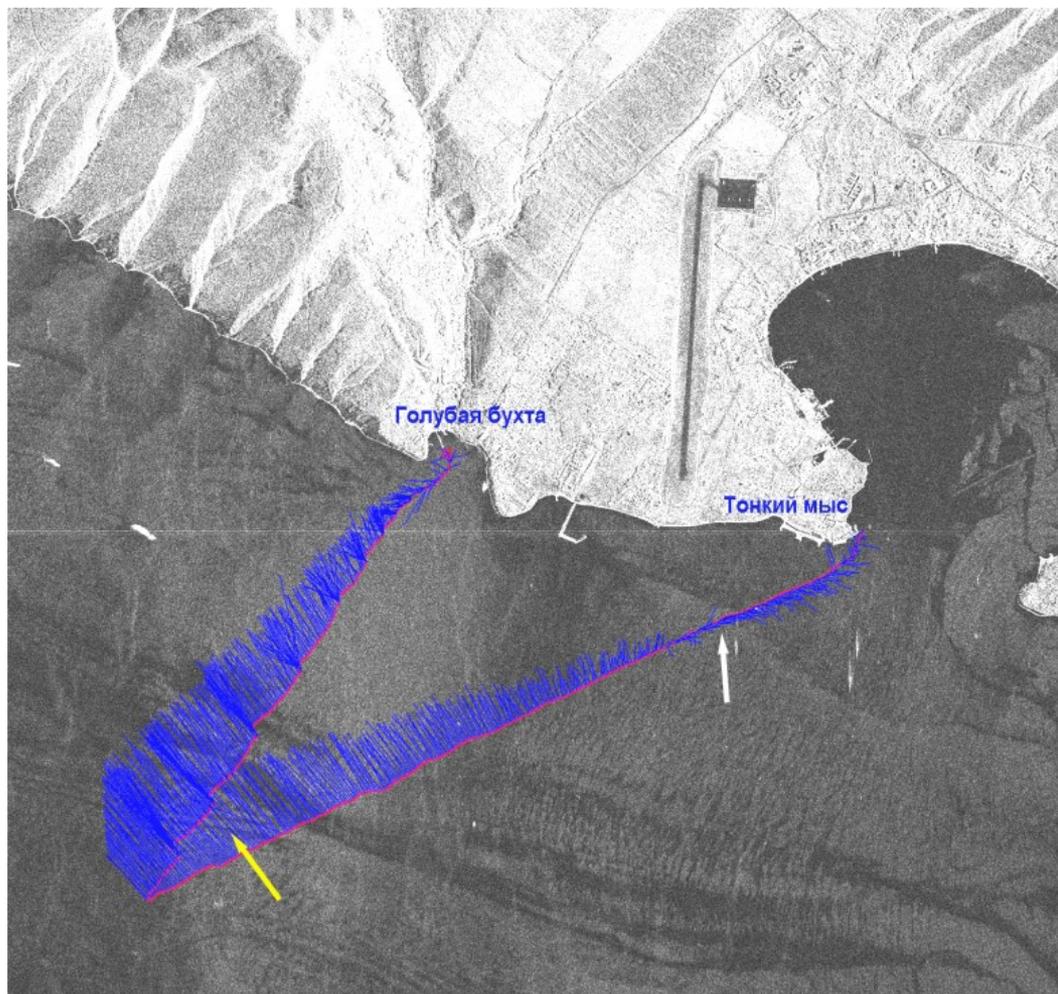
**Sentinel-1A SAR-C,
30.01.2017**



**ETM+ Landsat-7
03.02.2014**



Совместный анализ спутниковых данных и измерений *in-situ*



Фрагмент РЛИ TerraSAR-X от 16.09.2012 г. Синим цветом отмечены скорость и направление течения по данным ADCP. Белая стрелка указывает на снимок, расположенный в области смены направления течения. Желтая – на проявление ВВ

Перспективы развития

- **Интегрирование в STS данных наших контактных измерений;**
- **создание инструментария для совместной обработки спутниковых данных и измерений *in-situ*;**
- **создание инструментария для совместной обработки спутниковых данных и данных буев *Argo*;**
- **интегрирование в STS данных спутниковой альтиметрии и разработка инструментария для работы с альтиметрическими данными**
- **внедрение в STS численных моделей**

Выводы

- В современных условиях работа с многолетними архивами спутниковых данных, изучение пространственно-временной изменчивости, выявление трендов и построение прогнозов и т.п. невозможно без использования информационных систем типа STS.
- Оперативная оценка состояния морской среды: определение параметров течений, выносов рек, нефтяных загрязнений, ледовой обстановки и многое другое, требует проведение комплексного анализа всех доступных спутниковых данных совместно с гидрометеорологической информацией. Без использования информационных систем типа STS невозможна оперативная работа с изображениями больших размерностей (несколько Гб) и различных по пространственному разрешению.
- Удобный инструментарий, возможность сохранения результатов анализа и обработки и использование их в дальнейших исследованиях, построение различных информационных продуктов и т.п. сделало STS незаменимым помощником в наших исследованиях

Благодарности

- Мы благодарим все фонды, чья финансовая поддержка способствовала созданию и модернизации информационной системы «See the Sea» и наращиванию технических средств для хранения огромных архивов спутниковой информации и результатов ее обработки и анализа.
- От лица пользователей системы STS хочу выразить благодарность разработчикам – нашим коллегам из отдела «Технологии спутникового мониторинга»
- Выражаем благодарность магистрантам факультета космических исследований МГУ им. М.В. Ломоносова набора 2017 г. за подготовку подробной инструкции по работе с STS

Спасибо за внимание

olavrova@iki.rssi.ru

