

Спутниковый мониторинг катастрофических разливов нефти

Лаврова О.Ю.

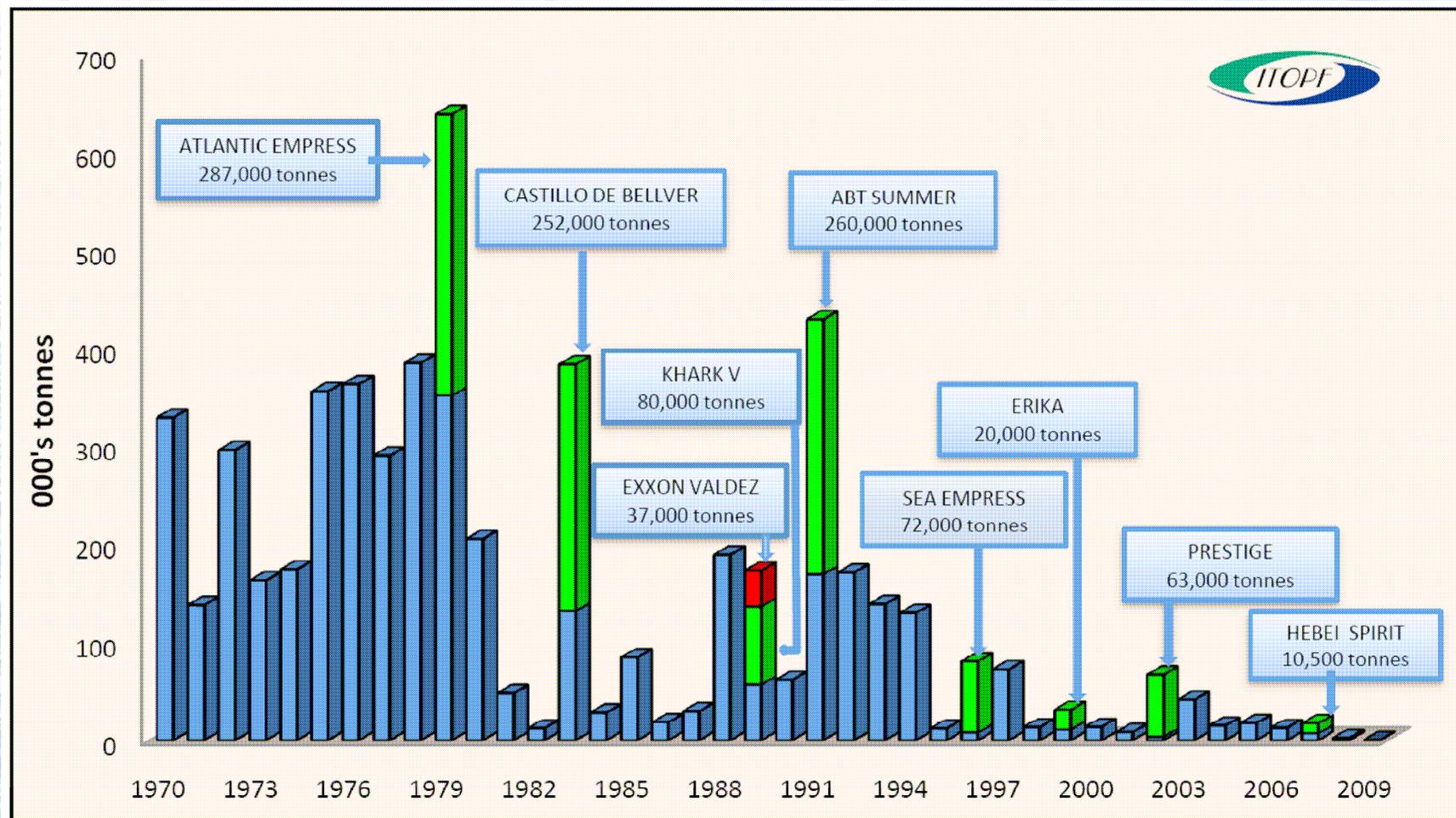
Институт космических исследований РАН

Костяной А.Г.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

olavrova@iki.rssi.ru

Количество нефтяных разливов нефти на морской поверхности (>7 тонн) с 1970 по 2009 г.г.

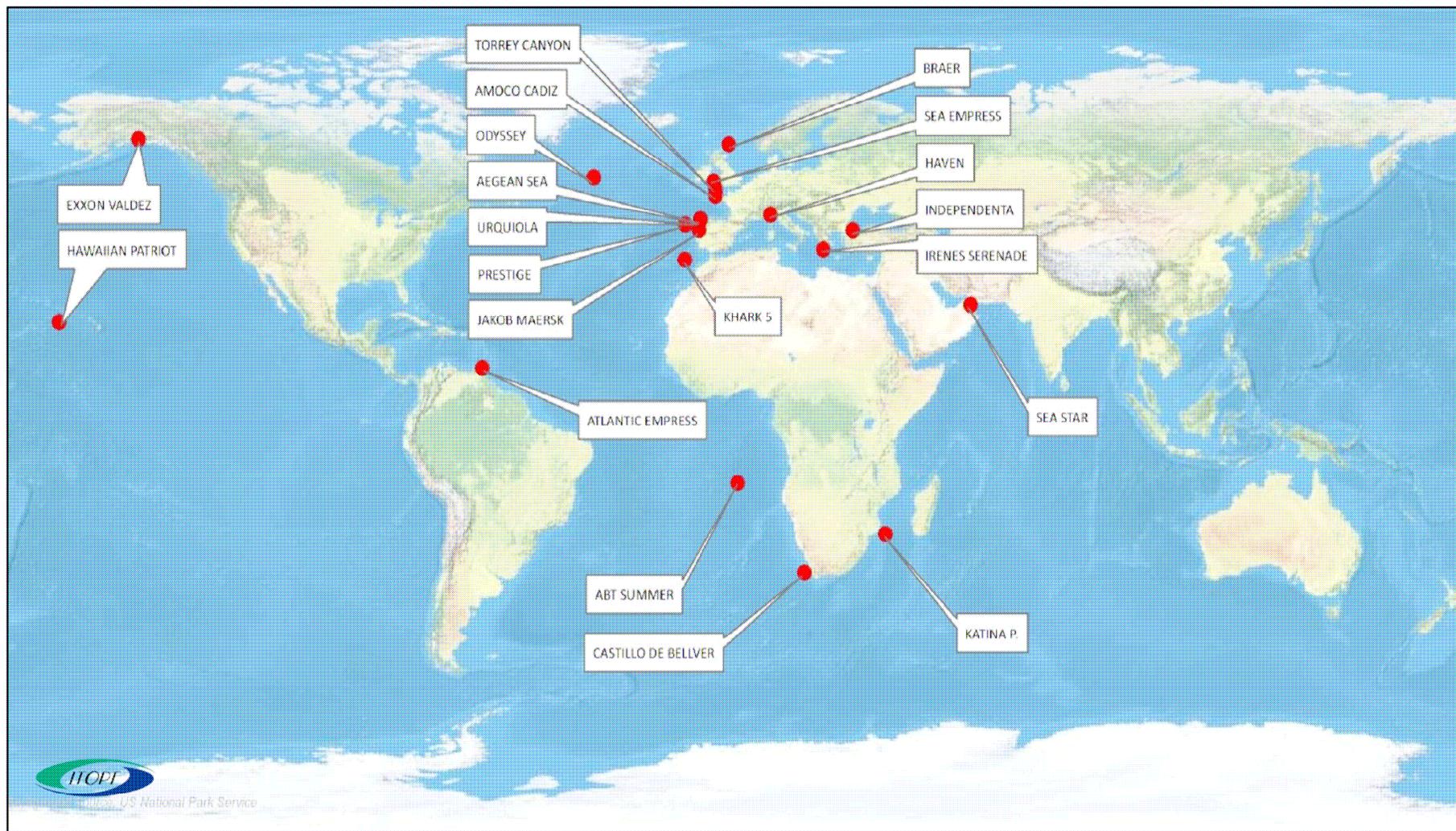


© ITOPF (<http://www.itopf.com/>)

THE INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED

Крупнейшие нефтяные разливы с 1967 г.

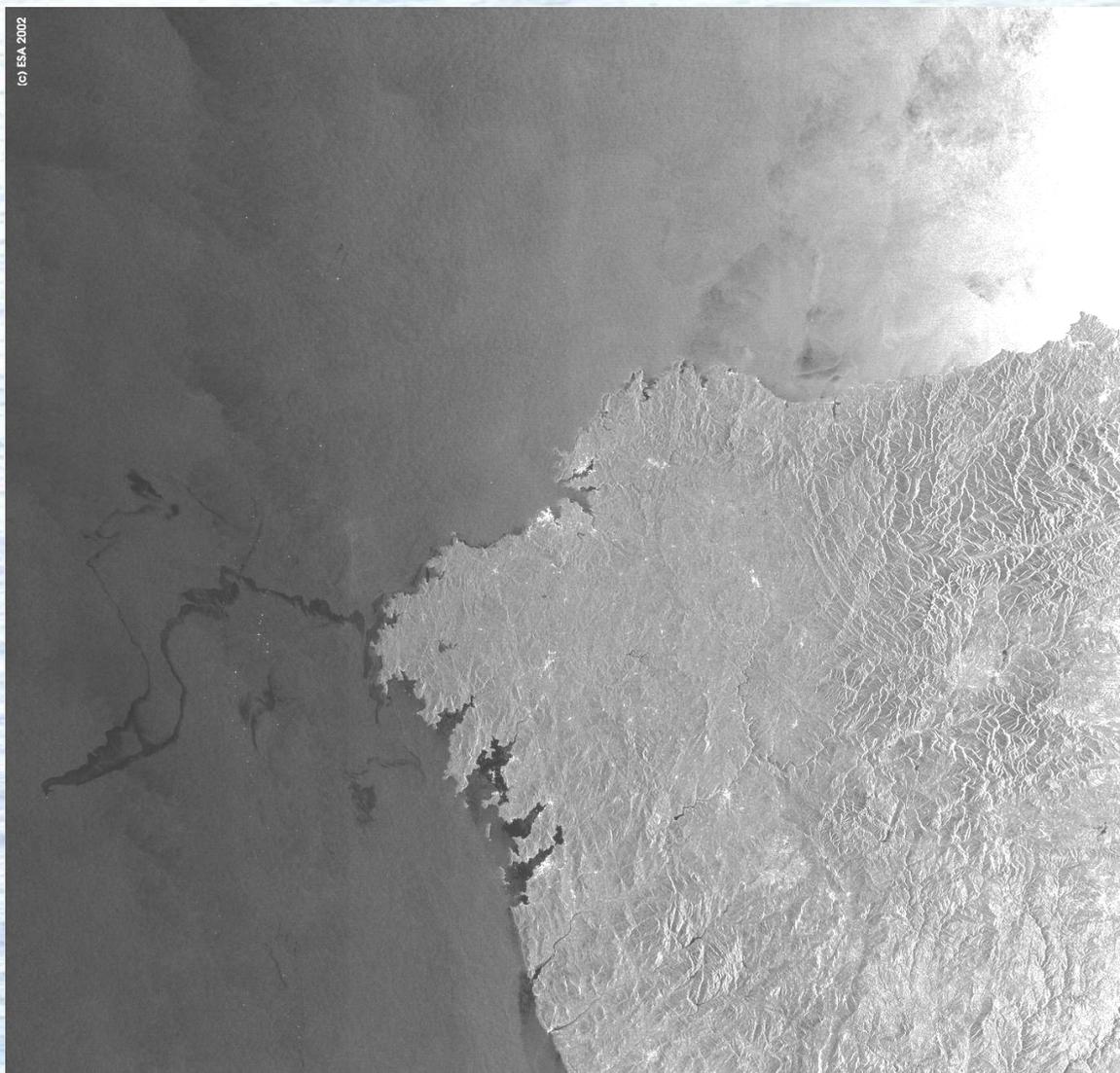
Position	Shipname	Year	Location	Spill Size (tonnes)
1	ATLANTIC EMPRESS	1979	Off Tobago, West Indies	287,000
2	ABT SUMMER	1991	700 nautical miles off Angola	260,000
3	CASTILLO DE BELLVER	1983	Off Saldanha Bay, South Africa	252,000
4	AMOCO CADIZ	1978	Off Brittany, France	223,000
5	HAVEN	1991	Genoa, Italy	144,000
6	ODYSSEY	1988	700 nautical miles off Nova Scotia, Canada	132,000
7	TORREY CANYON	1967	Scilly Isles, UK	119,000
8	SEA STAR	1972	Gulf of Oman	115,000
9	IRENES SERENADE	1980	Navarino Bay, Greece	100,000
10	URQUIOLA	1976	La Coruna, Spain	100,000
11	HAWAIIAN PATRIOT	1977	300 nautical miles off Honolulu	95,000
12	INDEPENDENTA	1979	Bosphorus, Turkey	95,000
13	JAKOB MAERSK	1975	Oporto, Portugal	88,000
14	BRAER	1993	Shetland Islands, UK	85,000
15	KHARK 5	1989	120 nautical miles off Atlantic coast of Morocco	80,000
16	AEGEAN SEA	1992	La Coruna, Spain	74,000
17	SEA EMPRESS	1996	Milford Haven, UK	72,000
18	NOVA	1985	Off Kharg Island, Gulf of Iran	70,000
19	KATINA P.	1992	Off Maputo, Mozambique	66,700
20	PRESTIGE	2002	Off Spanish coast	63,000
35	EXXON VALDEZ	1989	Prince William Sound, Alaska, USA	37,000



Местоположение наиболее крупных нефтяных разливов

© ITOPF (<http://www.itopf.com/>)

Авария танкера Prestige 14 ноября 2002 г.



Нефтяное загрязнение у берегов Испании, вызванное аварией танкера Prestige, через 3 дня после катастрофы.
ASAR Envisat WSM 2002/11/17 10:44:31 UTC

Member

 [European Space Agency \(ESA\)](#)

 [Centre national d'études spatiales \(CNES\)](#)

 [Spotimage](#)

 [NSPO](#)

 [Canadian Space Agency \(CSA\)](#)

 [Indian Space Research Organisation \(ISRO\)](#)

 [National Oceanic and Atmospheric Administration \(NOAA\)](#)

 [Argentina's Comisión Nacional de Actividades Espaciales \(CONAE\)](#)

 [Japan Aerospace Exploration Agency \(JAXA\)](#)

 [United States Geological Survey \(USGS\)](#)

 [Digital Globe](#)

 [GeoEye](#)

 [DMC International Imaging \(DMC\)](#)

 [Centre National des Techniques Spatiales \(Algeria\)](#)

 [National Space Research and Development \(Nigeria\)](#)

 [Tübitak-BILTEN \(Turkey\)](#)

 [BNSC/Surrey Satellite Technology Limited \(UK\)](#)

 [BNSC/Qinetiq \(UK\)](#)

 [China National Space Administration \(CNSA\)](#)

Space Resources

ERS, ENVISAT

SPOT

Formosat

RADARSAT

IRS

POES, GOES

SAC-C

ALOS

Landsat

Quickbird

GeoEye-1

Международная Хартия «Космос и крупные бедствия»

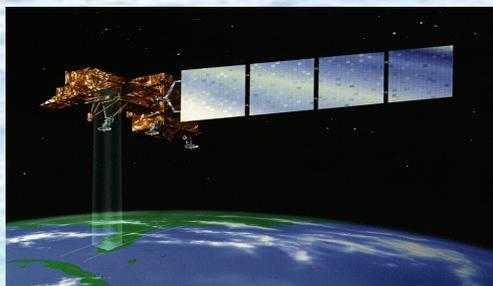
*(The International Charter "Space
and Major Disasters")*

Европейское и французское
космические агентства (ESA
and CNES) по инициативе
канадского космического
агентства (CSA) 20 октября
2000 подписали хартию



Спутники и сенсоры, используемые для мониторинга нефтяных катастроф

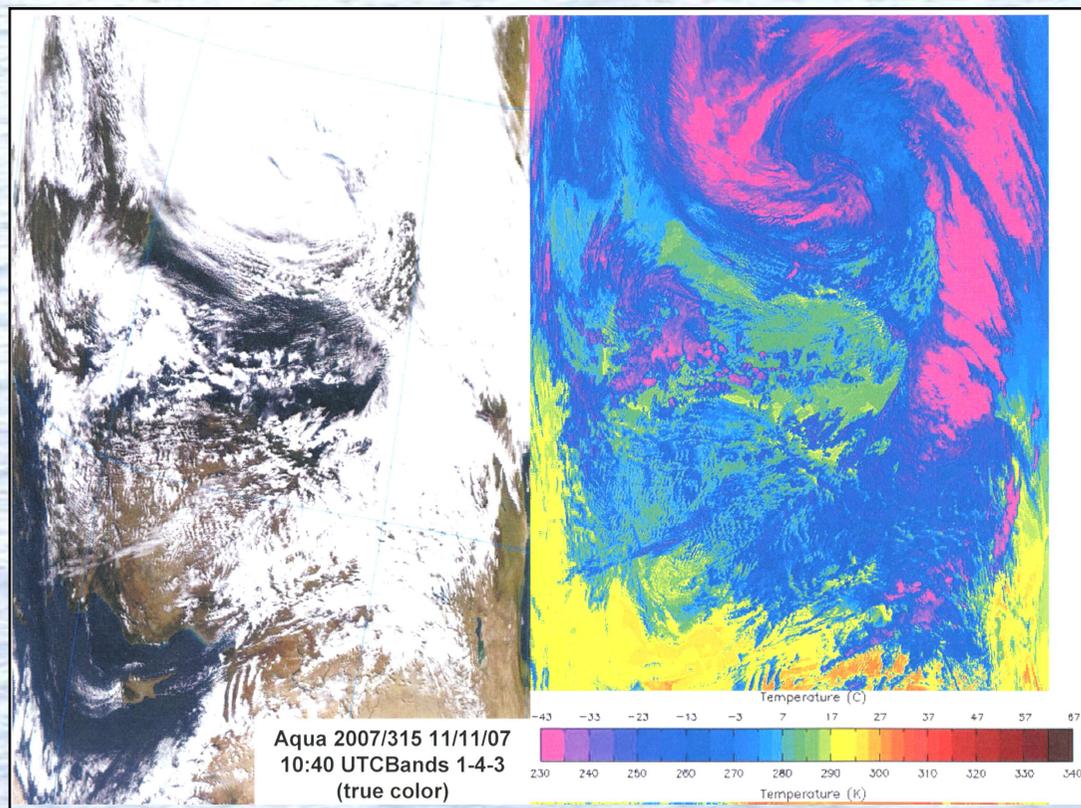
- *Радиолокаторы с синтезированной апертурой ASAR ИСЗ Envisat, SAR ИСЗ ERS-2, SAR ИСЗ RADARSAT-1/2, TerraSAR-X, ALOS PALSAR пространственное разрешение 3 - 75 м; вертикальная и горизонтальная поляризации*
- *Многоканальный спектрометр MERIS ИСЗ Envisat; 36 спектральных каналов, разрешение на местности 260 м;*
- *Радиометры AVHRR ИСЗ серии NOAA; спектральный канал 10,3 -11,3 мкм, разрешение на местности около 1 км;*
- *Сканирующие спектрорадиометры MODIS ИСЗ Terra/Aqua; спектральные каналы: 0,622-0,672 мкм, 0,546-0,556 мкм и 0,438 -0, 448 мкм, разрешение на местности 250 м*
- *Радиометры ETM+ (TM) ИСЗ Landsat -7 (5), пространственное разрешение 30 м, панхроматический канал 15 м.*



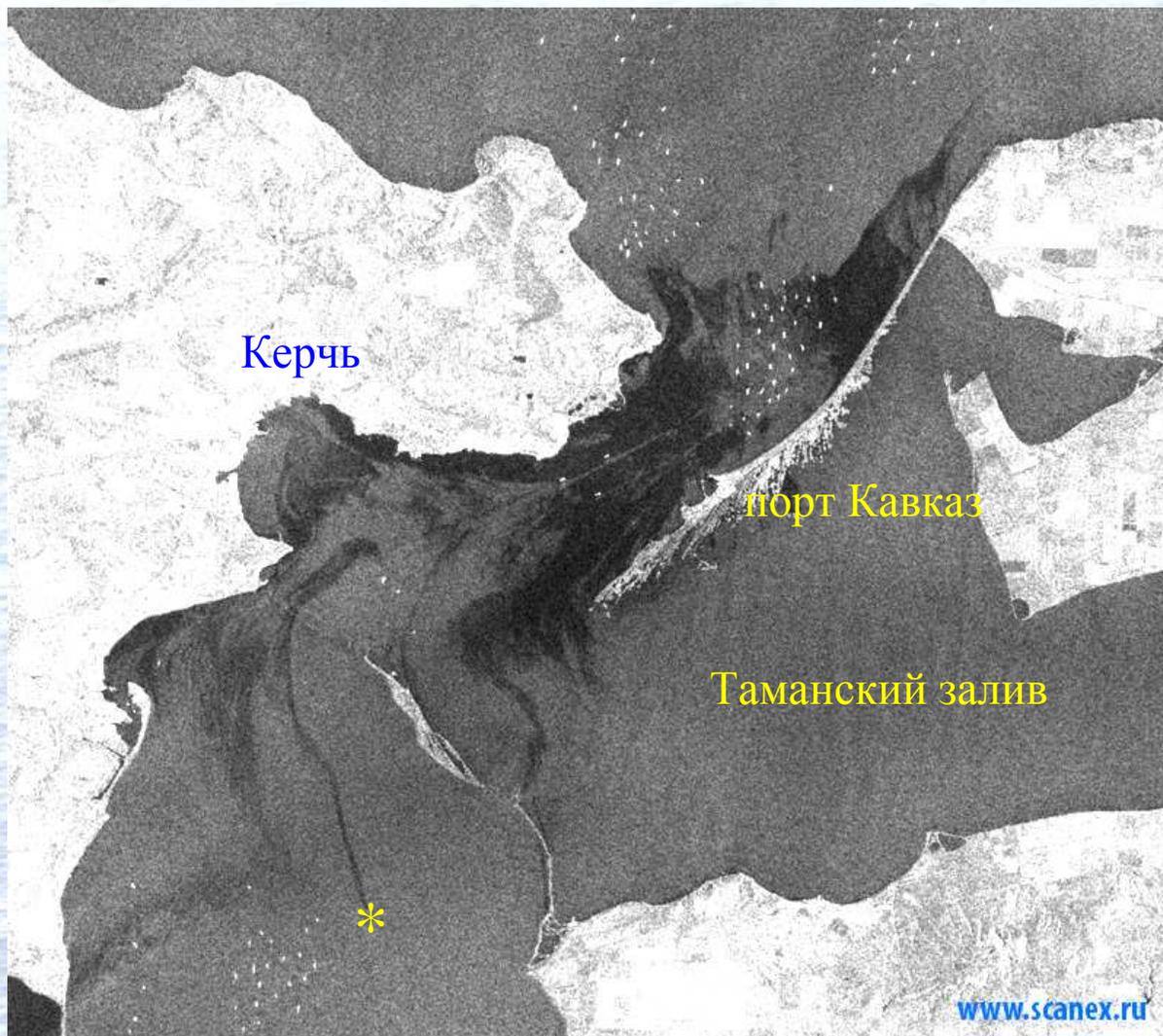
Катастрофический разлив нефтепродуктов в Керченском проливе 11 ноября 2007



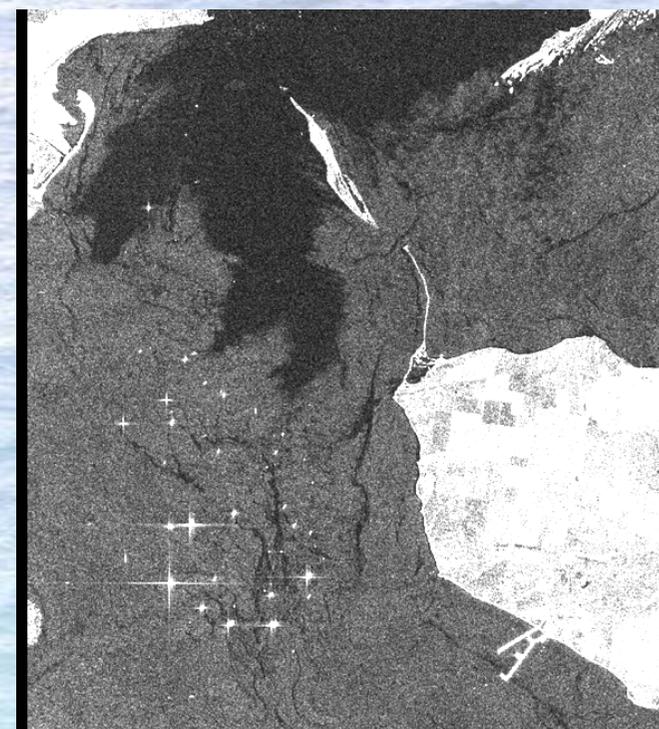
**Затонувший танкер
«Волgoneфть-139»**



В период перед катастрофой сильный юго-западный ветер господствовал над Черным морем в течение длительного времени, что привело к аномальному шторму в Керченском проливе. 11 ноября скорость ветра достигала 35 м/с, высота волн составляла более 6 м. Танкер «Волgoneфть-139» с 3463 т мазута на борту разломился пополам



Прогноз дрейфа нефтяного пятна в Керченском проливе 11-15.11.2007 г. по модели SPILLMOD, ГОИН, Москва



Radarsat-1 16.11.2007 03:45 UTC. Звездочкой отмечено место аварии

Трудность в различении радиолокационных образов нефтяных загрязнений и областей ветрового затишья. Для примера: ветровое затишье. Envisat ASAR 19.04.06

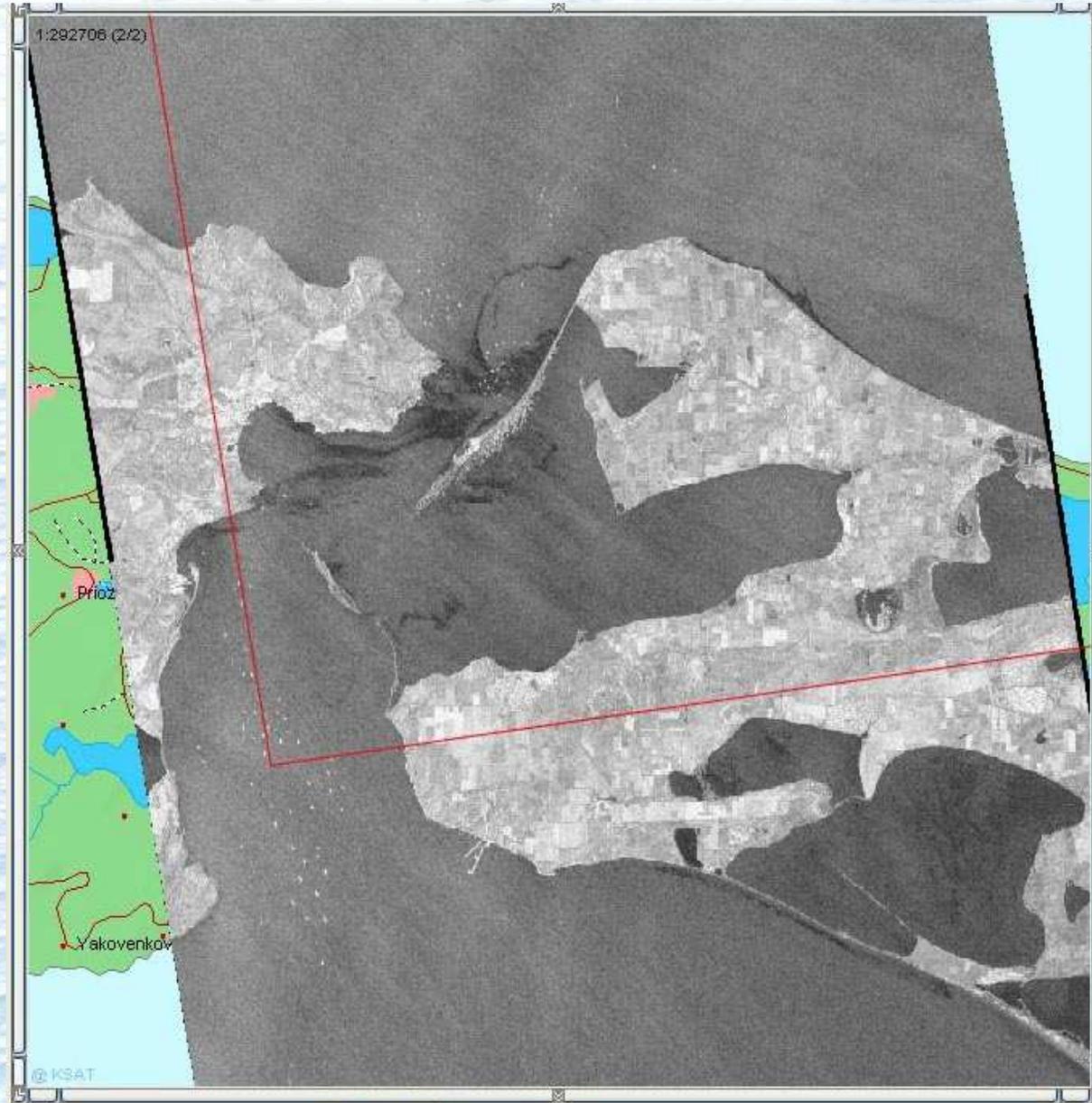


TerraSAR-X 16.11.2007 03:52 UTC

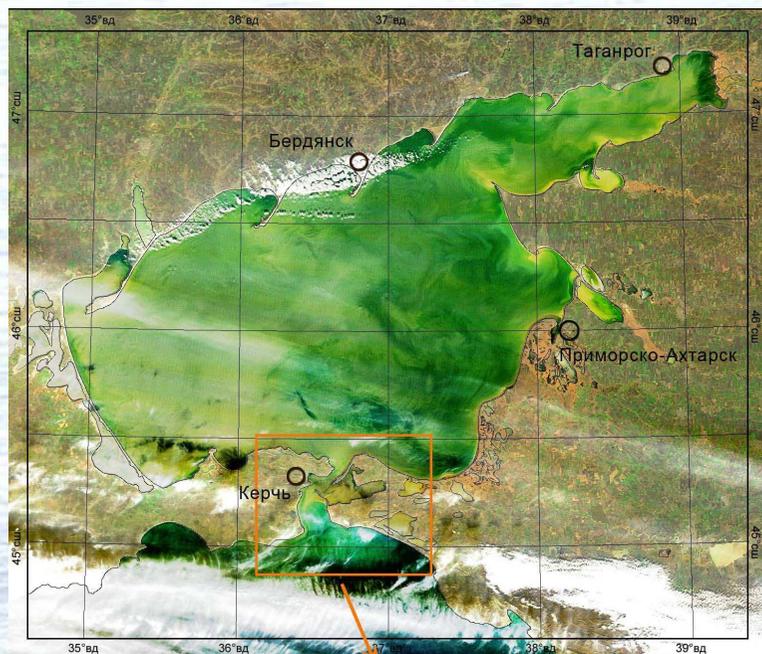




Envisat ASAR 16.11.2007 19:25 UTC



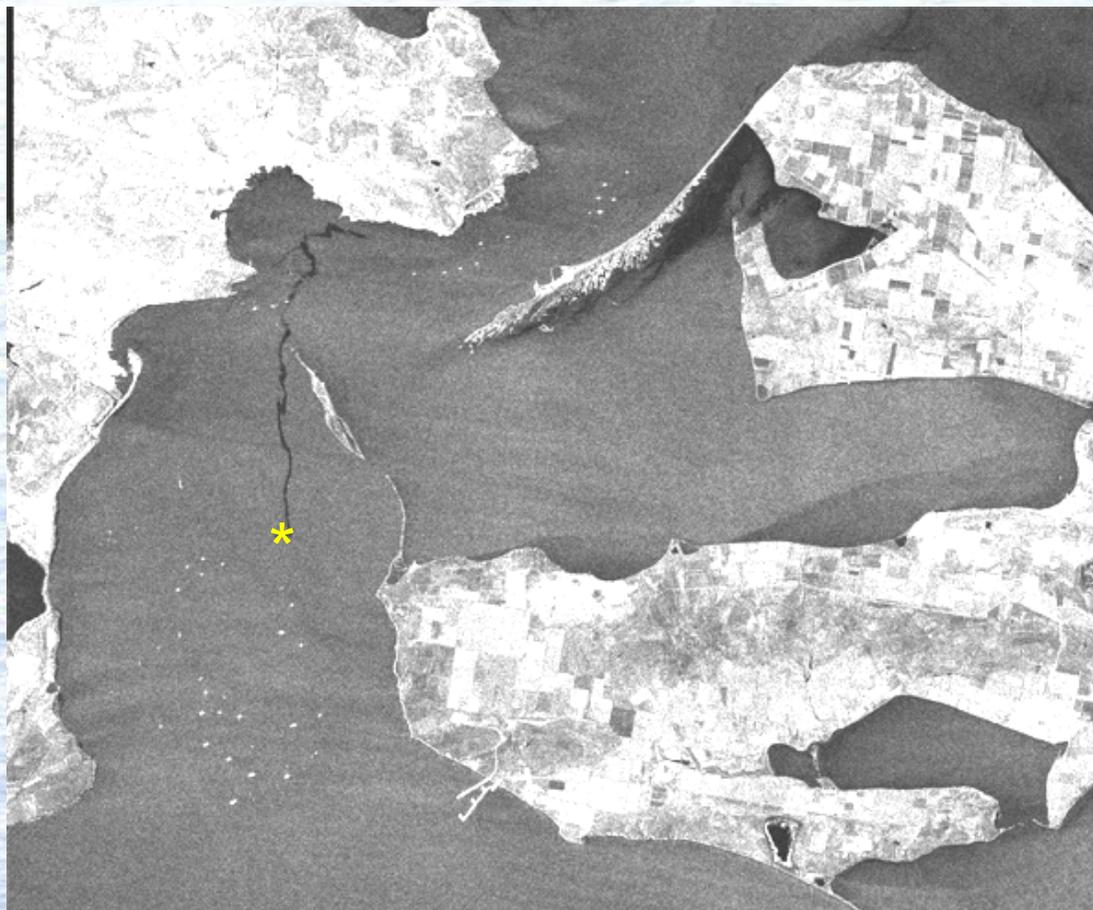
8 - 9 дни после катастрофического разлива



Фрагмент изображения MODIS-Terra от 19 ноября 2007 г. Композит 1, 4, 3 каналов. Темные воды в Таманском заливе возможно связаны с нефтяным загрязнением. Рисунок любезно предоставлен НИЦ «Планета»

Envisat ASAR 20.11.07 07:40 UTC. Скорость северо-восточного ветра по данным метеостанции Керчь составляла 8 м/с. Практически никаких следов загрязнений не видно

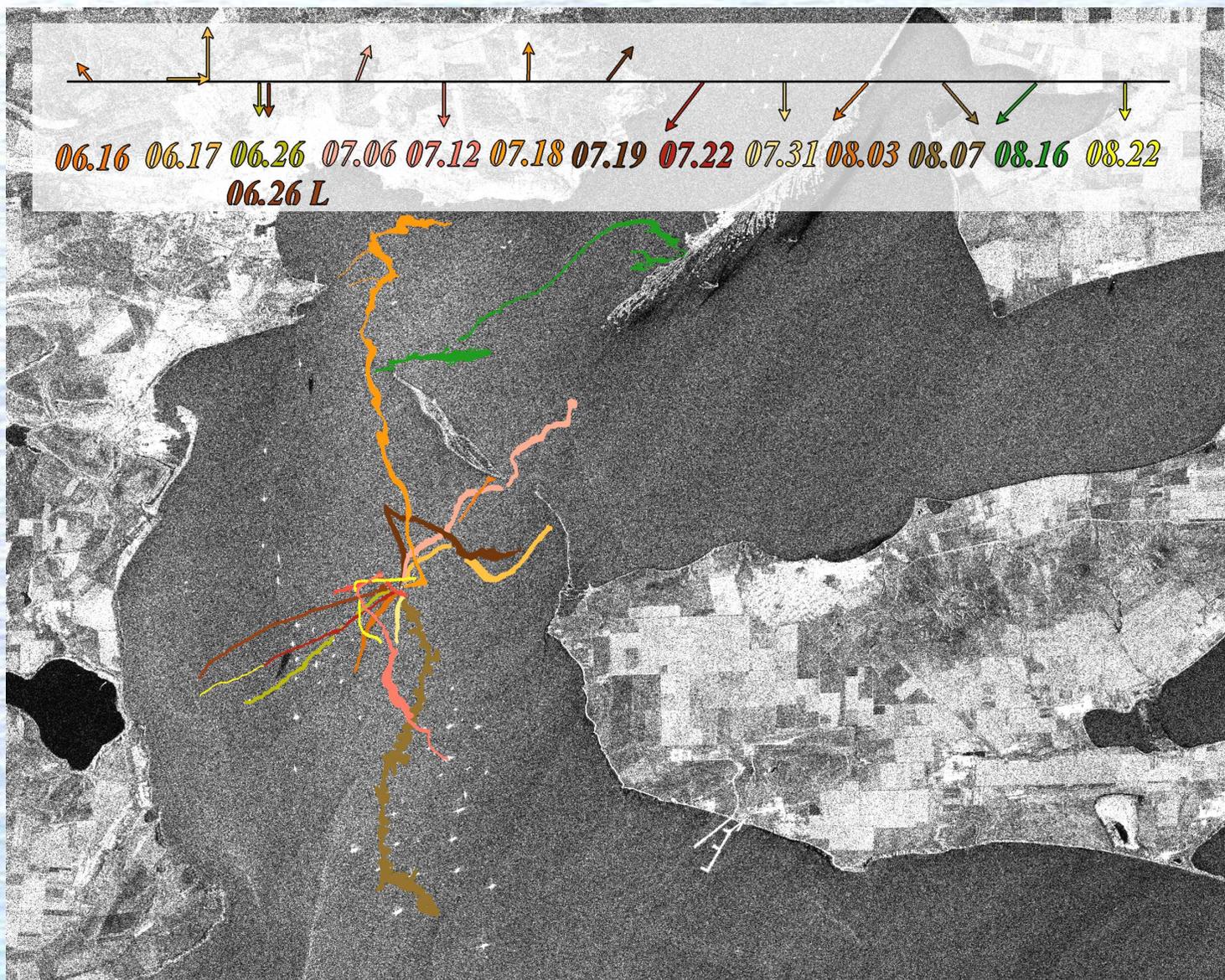
**Envisat ASAR 18.07.08 19:25 UTC
разрешение 12.5 м**



**Ветер южный, 6-8 м/с. Загрязнение распространяется на север практически через всю западную часть Керченского пролива. Общая длина следа более 20 км.
Источник загрязнений (*) находится примерно там, где лежит носовая часть танкера «Волгонефть-139»**



Обобщенная карта загрязнений в июне - августе 2008 года





Катастрофа в Мексиканском заливе

20 апреля 2010 г. произошла авария, а затем пожар и разрушение нефтяной платформы «Deepwater Horizon» компании Бритиш Петролеум (BP). Платформа находилась в северной части Мексиканского залива на расстоянии 210 км к юго-востоку от Нового Орлеана (штат Луизиана, США) и на расстоянии менее ста км от дельты реки Миссисипи



Тушение пожара на платформе 21 апреля 2010 г.

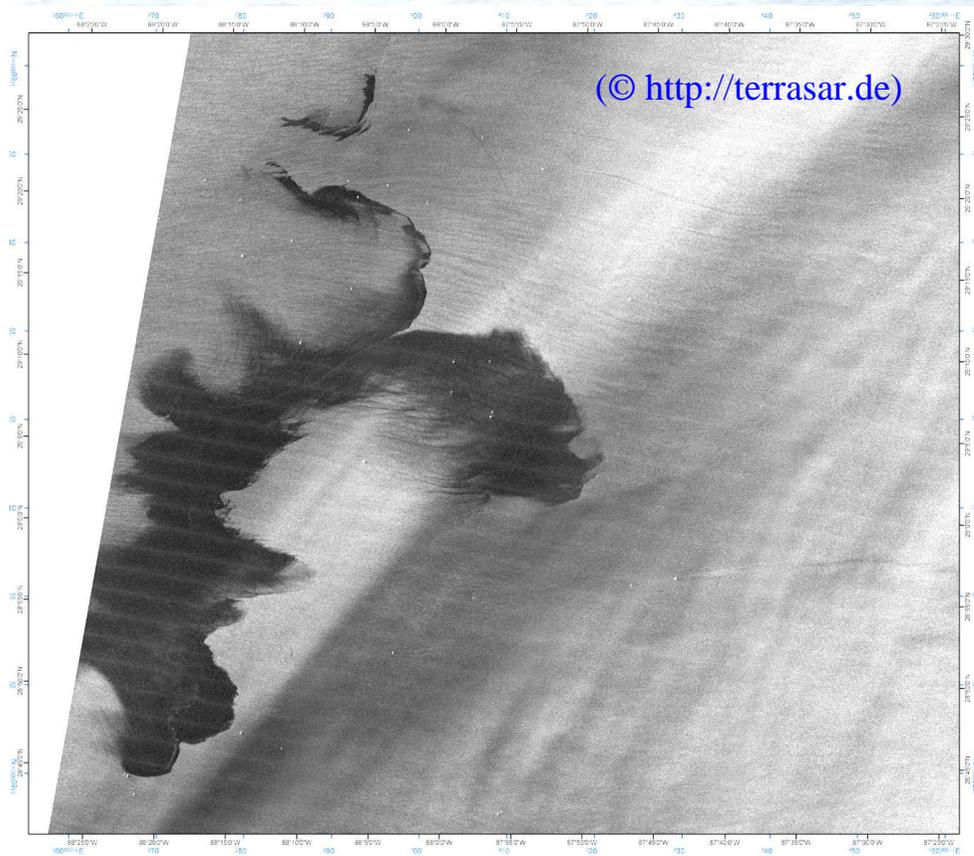




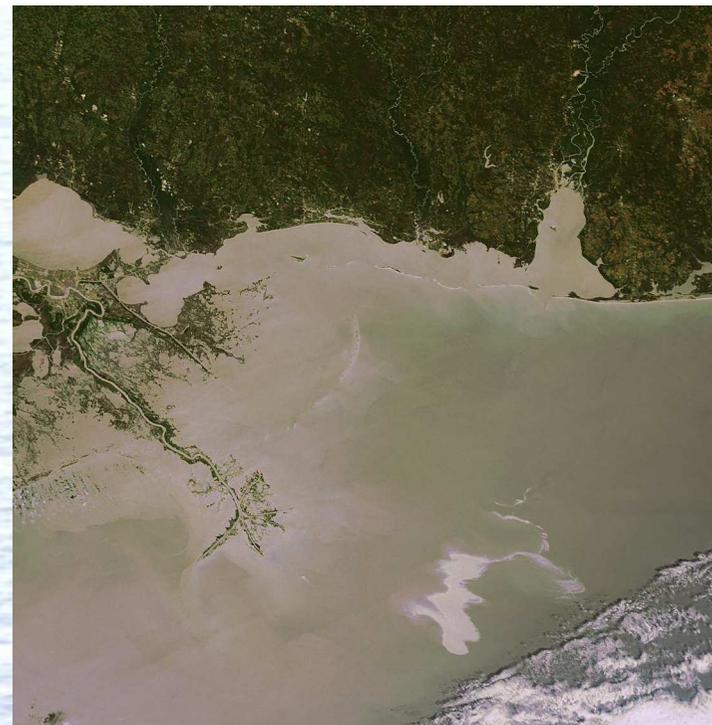
Дымовой шлейф от пожара на платформе
Фрагмент изображения MODIS Aqua (композит 1,
4, 3 каналов). Изображение получено 21 апреля
2010 в 19:20 UTC, с разрешением 250 м

Практически сразу после катастрофы руководство Геологической службы США (USGS) от имени Береговой охраны США обратилось в Международную хартию «Космос и крупные бедствия» (Space and Major Disasters) с просьбой о космическом мониторинге района бедствия всеми возможными средствами. Начиная с 22 апреля 2010 года практически все космические сенсоры были переориентированы на съемку Мексиканского залива

25 апреля 2010



а



б

а) Фрагмент изображения TerraSAR-X, полученного в 11:50 UTC с разрешением 16,8 м на вертикальной поляризации.

б) Фрагмент изображения MERIS Envisat (композит 7, 5, 2 каналов), разрешение 260 м. Изображение получено в 16:28 UTC, в зоне солнечного блика.

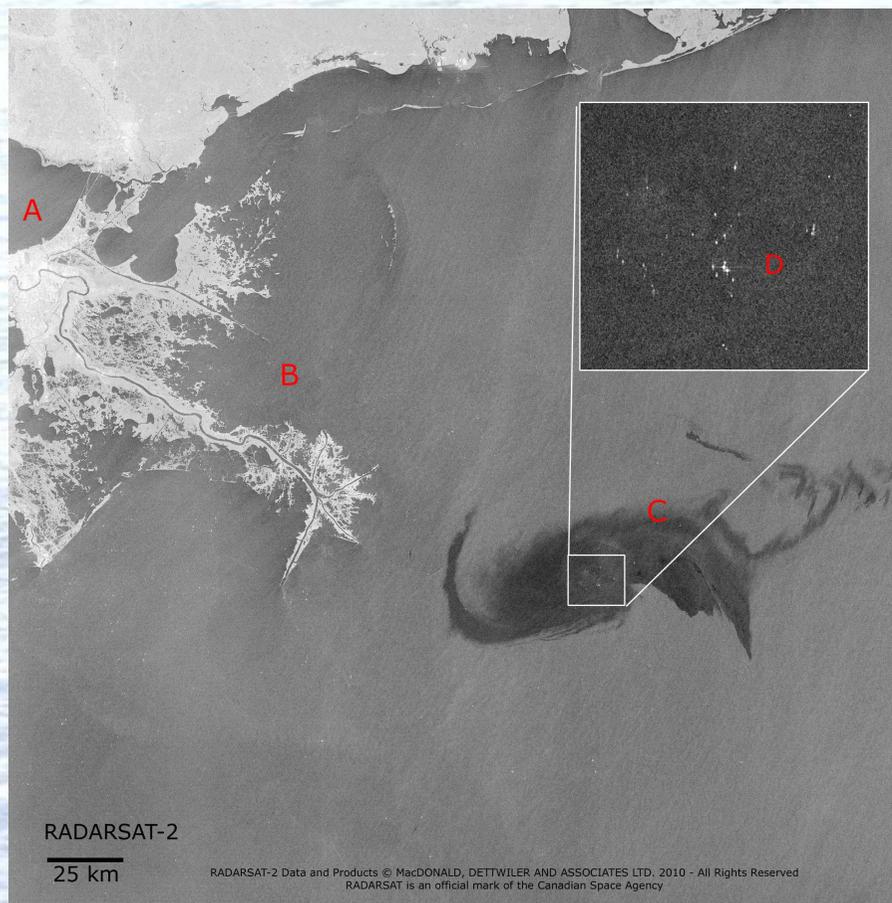
в) Фрагмент изображения MODIS Aqua (композит 1, 4, 3 каналов), разрешение 250 м. Изображение получено в 18:55 UTC в зоне солнечного блика. Хорошо видно разрастание пятна в течение 2,5 часов с момента съемки MERIS Envisat



в

28 - 29 апреля 2010 г.

Влияние мезомасштабной циркуляции



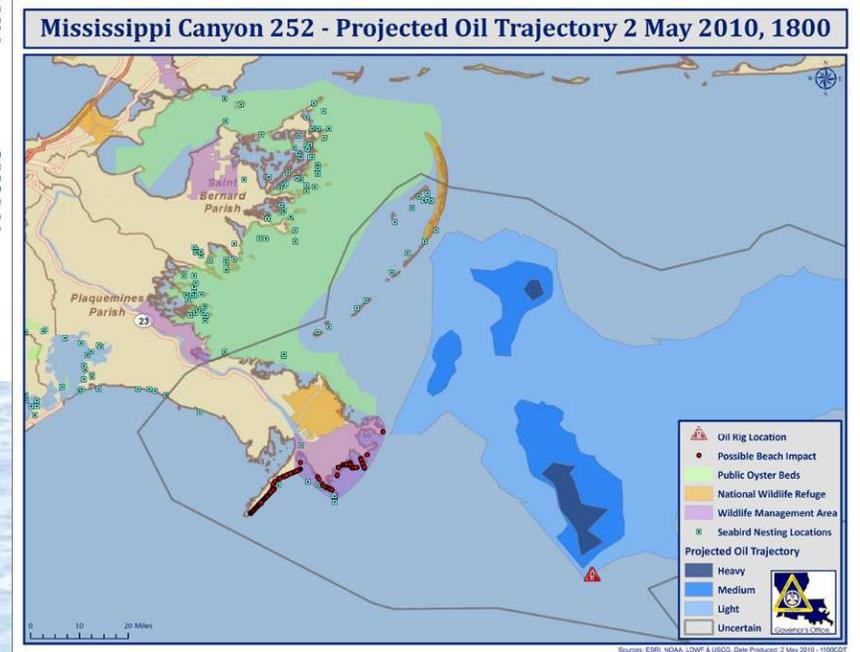
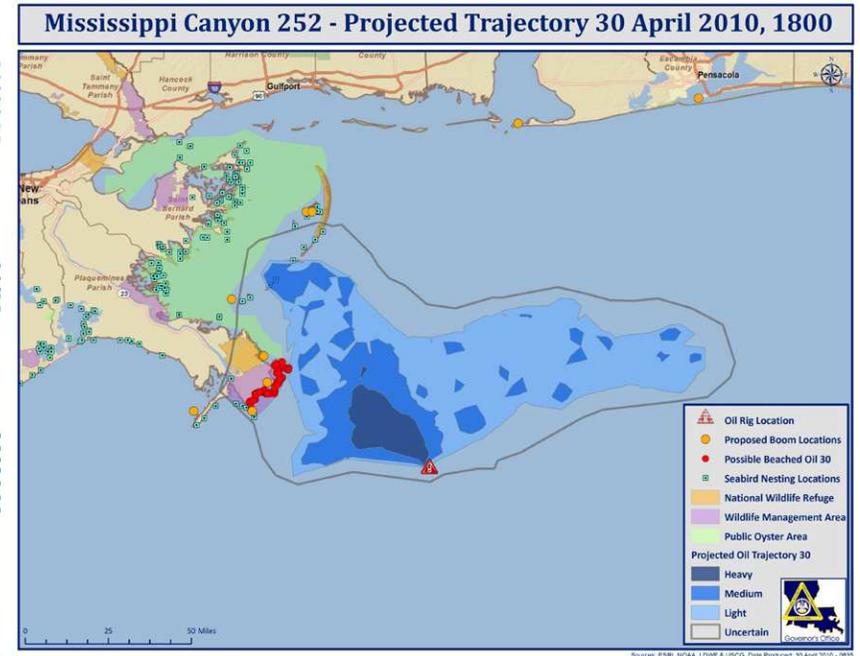
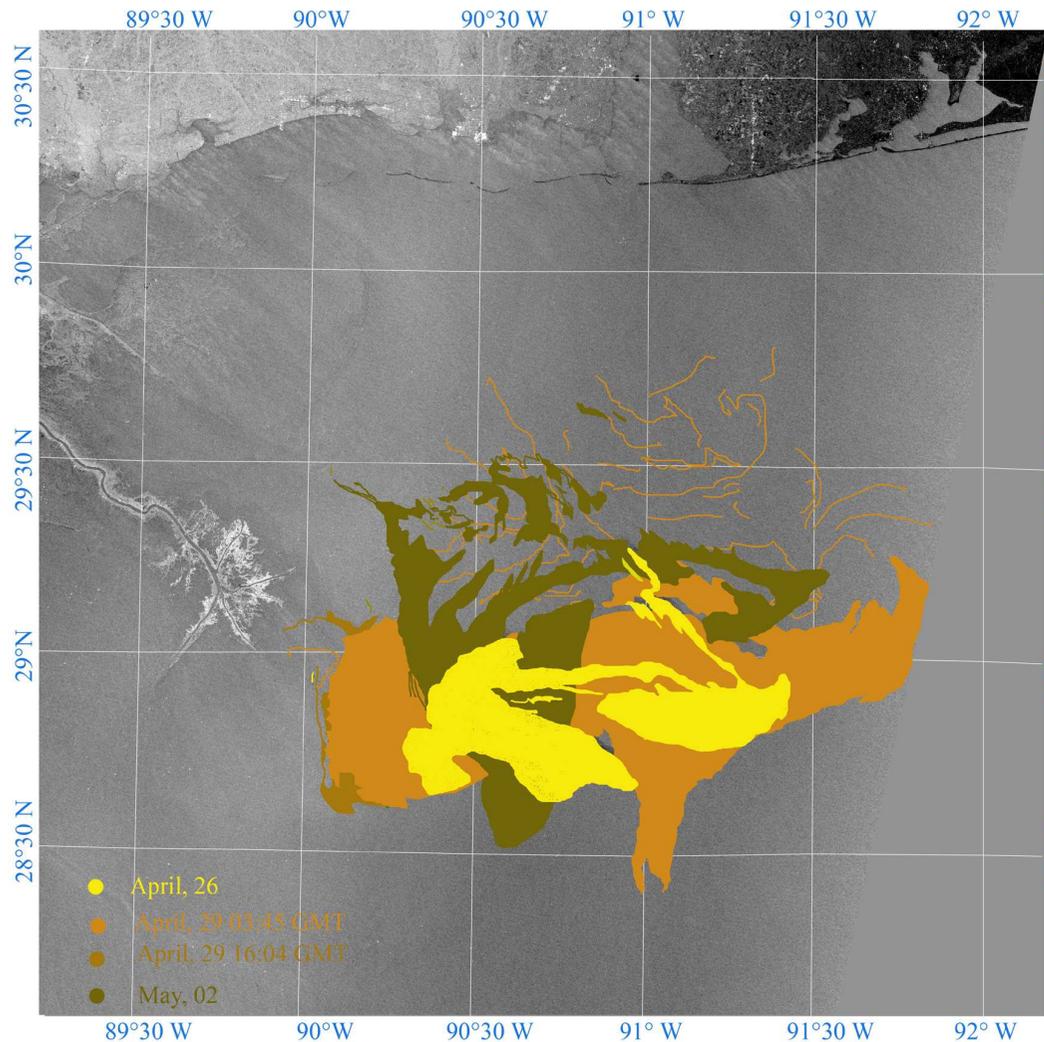
**Фрагмент изображения RADARSAT-2
ScanSAR Narrow B Beam,
от 28 апреля 2010 11:51 UTC.**

**А – г. Новый Орлеан, В – дельта реки
Миссисипи, С – нефтяное пятно, D – район
аварии. (© <http://www.asc-csa.gc.ca>)**



**Фрагмент изображения MODIS-Terra
от 29 апреля 2010 г. 16:50 UTC.**

**Композит 1, 4, 3 каналов, разрешение 250 м.
Снимок получен в зоне солнечного блика.
Звездочкой отмечено место аварии**



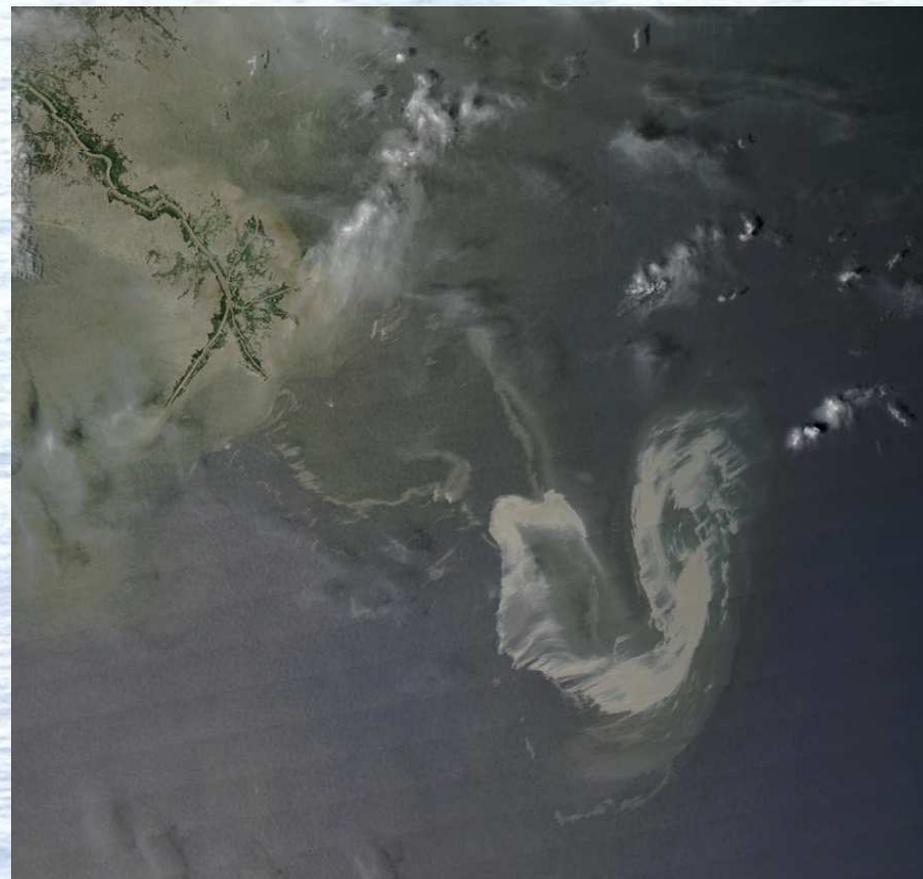
Композиция четырех радиолокационных снимков ASAR Envisat, показывающая распространение нефтяного пятна с 26 апреля по 2 мая 2010

Прогнозы распространения нефтяного загрязнения по информации Governor's Office of Homelands Security & Emergency Preparedness

9 мая 2010



Фрагмент (250 x 315 км) изображения ASAR Envisat WSM VV от 9 мая 2010 в 15:48 UTC , разрешение 75 м. (ESA, 2010)



Фрагмент изображения MODIS Aqua (композит 1, 4, 3 каналов). 9 мая 2010 в 19:10 UTC, разрешение 250 м.

Нефтяное пятно в виде дипольной структуры. Общая площадь загрязнений составила более 3 тыс. кв. км. Звездочкой обозначено место аварии

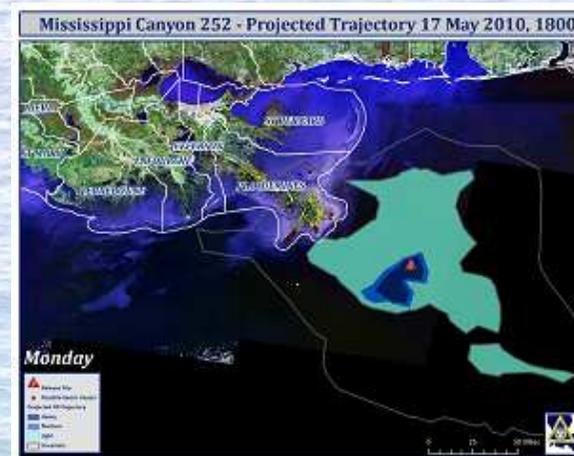
Выброс «нефтяной струи»



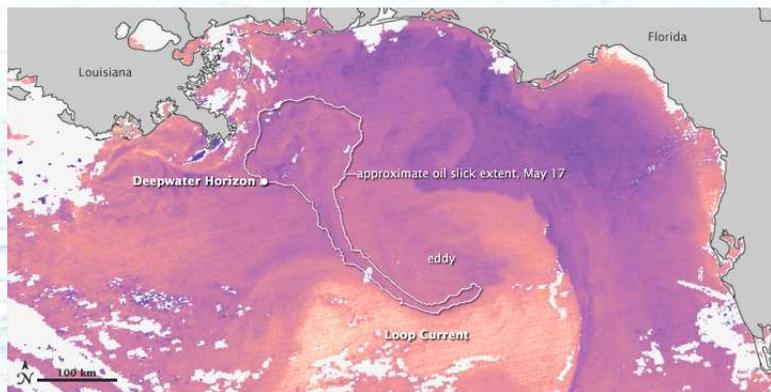
Спутниковое изображение нефтяного загрязнения с образовавшейся струей по данным MODIS-Terra от 17 мая 2010 г. 16:40 UTC



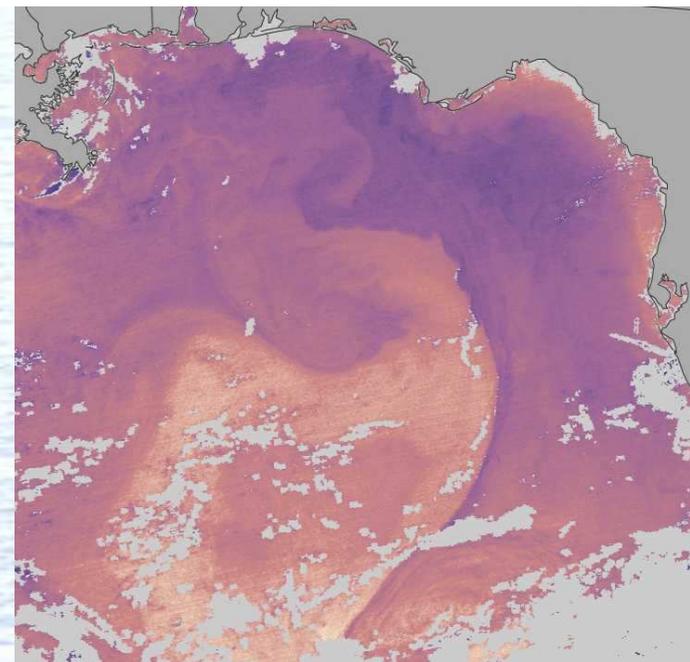
Прогноз распространения пятна на 17-ое мая, составленный 15-ого мая



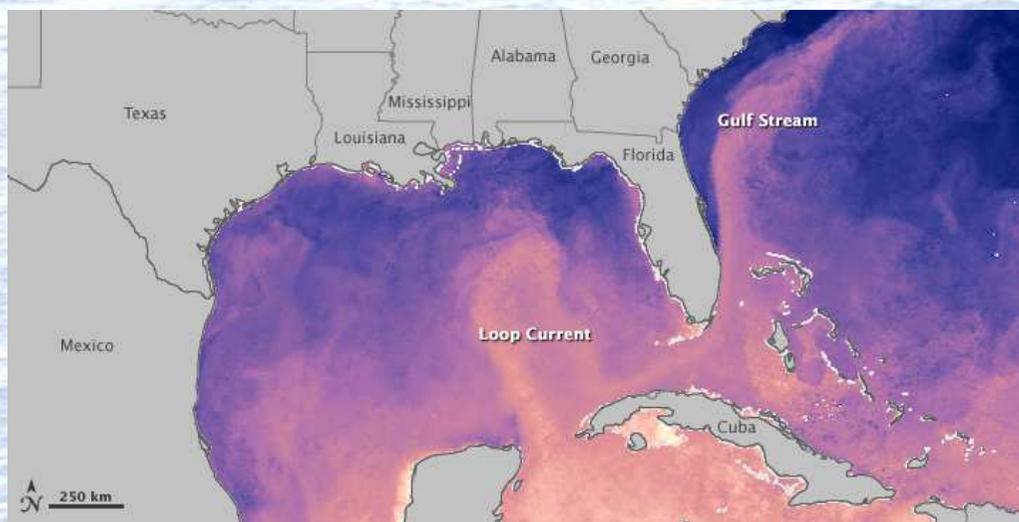
Уточненный прогноз, составленный на базе спутниковых данных 17-ого мая в 08:30 UTC



Температура поверхности северной части Мексиканского залива по данным MODIS-Terra от 18 мая 2010 г. Условно отмечена конфигурация нефтяного пятна на 17 мая



«Плотная упаковка» диполей в районе распространения нефтяной струи. Карта температуры поверхности Мексиканского залива по данным MODIS-Terra от 18 мая 2010 г.



Температура поверхности Мексиканского залива и положение Loop Current по сводным данным MODIS-Terra за 1-8 мая 2010 г.

Причина образования гигантской «нефтяной струи» возможна заключается в том, что нефтяное пятно частично попало в зону действия интенсивного и гигантского дипольного вихря общим поперечным размером 300 км, направленного на запад. Часть пятна была захвачена передним фронтом диполя и вовлечена в вихревое движение циклоническим вихрем диполя. Этот циклонический вихрь одновременно является частью другой дипольной структуры размером 350 км, расположенной южнее и направленной на восток к западному побережью Флориды

19 апреля нами были высказаны три возможных варианта развития событий:

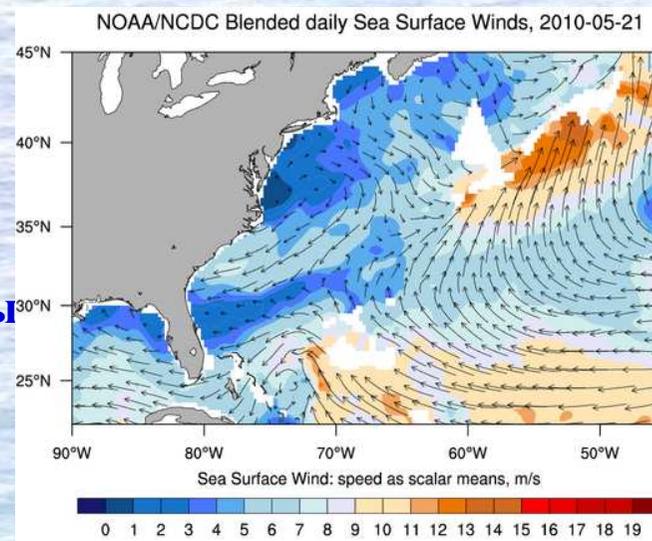
- (1) «нефтяная струя» будет захвачена циклоническим вихрем двух диполей (наиболее вероятный сценарий);**
- (2) «нефтяная струя» южным диполем будет вынесена к западным берегам Флориды (маловероятно);**
- (3) «нефтяная струя» будет захвачена петлей мощного Юкатанского течения и вынесена на юг-юго-восток (маловероятно).**

Расчеты показывали, что в худшем случае последнего сценария, теоретически, если нефтяное пятно будет захвачено самим течением, то нефтяное загрязнение может достигнуть южных и восточных берегов Флориды за 7-10 дней. Однако, процессу распространения нефтяного загрязнения на юго-восток (и восток) мешает восточный ветер со скоростями порядка 5 м/с, как показывают оперативные карты NOAA.

Последующие изображения, показали, что худший сценарий не реализовался и нефтяное пятно Флориды не достигло.



Карта-схема течений в районе катастрофы

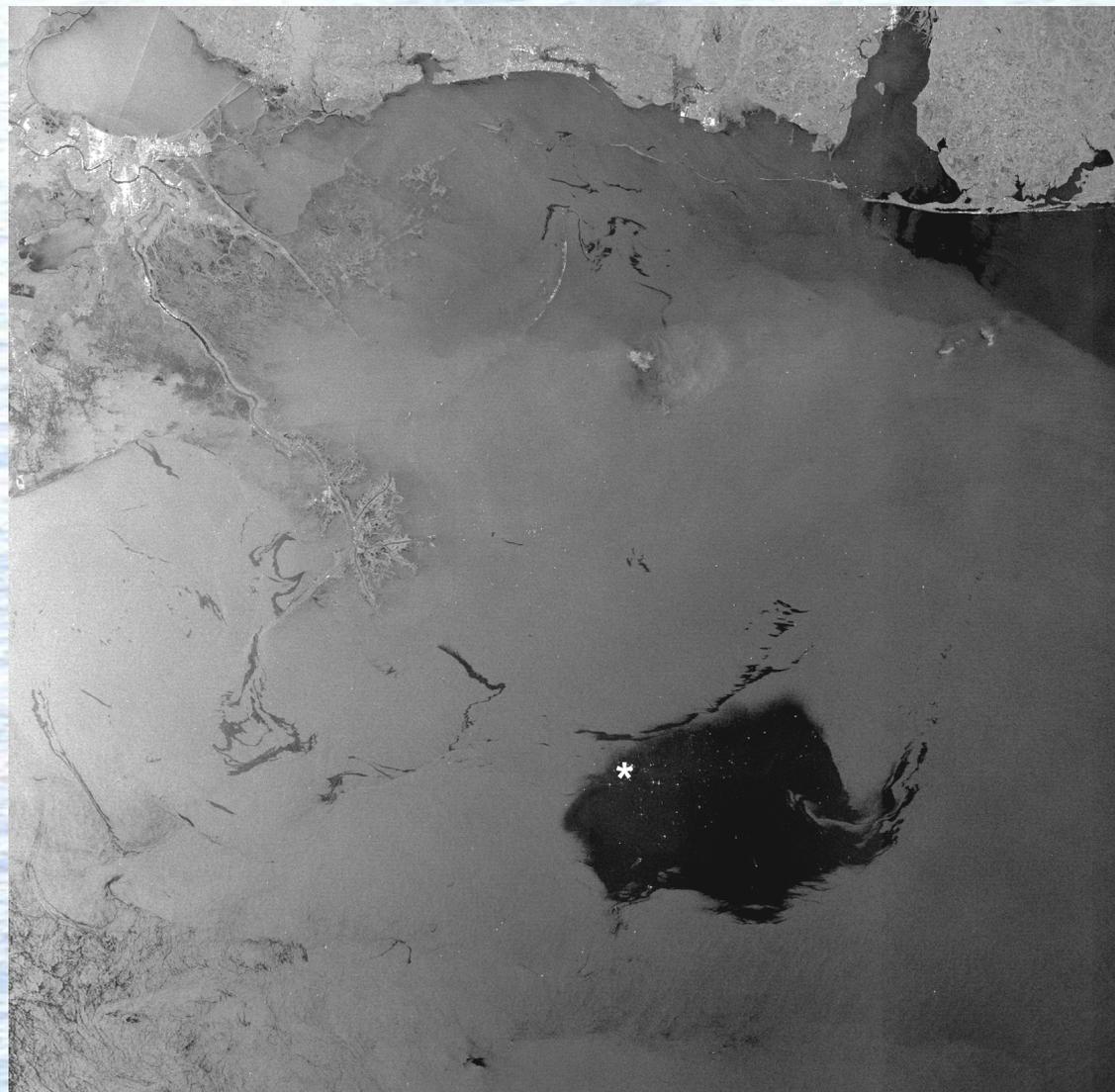


Ветер над акваторией Атлантического океана и Мексиканского залива за 21 мая 2010 г. по данным NOAA (<http://www.ncdc.noaa.gov>)

28 мая 2010 г.

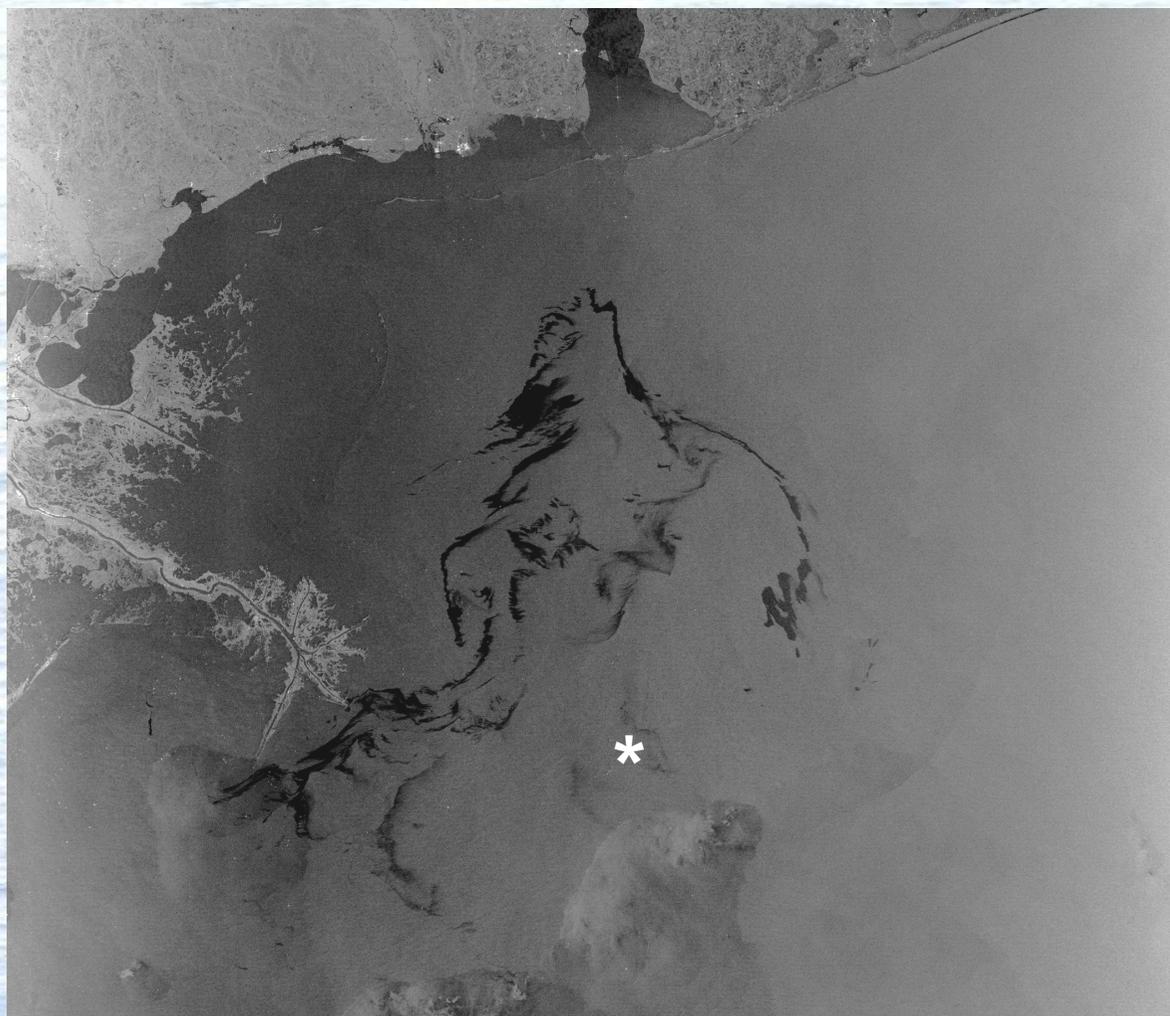


Распространение нефтяного загрязнения после попытки остановить выброс нефти из скважины путем закачки спецраствора. Общая площадь загрязнения превысила 23 тыс. км². Фрагмент изображения ASAR Envisat (307 x 335 км), полученного 28 мая 2010 в 15:52 UTC. Звездочкой отмечено место аварии (© ESA, 2010)

11 июля 2010

Нефтяное пятно локализовалось, практически прекратился выброс загрязнений на берег. Фрагмент изображения ASAR Envisat от 11 июля 2010 в 03:49 UTC. Звездочкой отмечено место аварии (© ESA, 2010)

21 июля 2010



После установки защитного купола 16 июля 2010 выбросы нефти из скважины прекратились. Фрагмент изображения ASAR Envisat от 21 июля 2010 в 15:55 UTC. Звездочкой отмечено место аварии (© ESA, 2010)

Каталог радиолокационных изображений катастрофического разлива нефтепродуктов в Керченском проливе представлен по адресу:

http://www.iki.rssi.ru/asp/dep_moni.htm

Все имеющиеся у нас спутниковые изображения района катастрофы в Мексиканском заливе представлены на сайте

http://www.iki.rssi.ru/asp/dep_mex.html

Ждет ли Каспий судьба Мексиканского залива (С.Жильцов, А. Костяной, И. Зонн. «НГ-Энергия», 14 сентября 2010, с.11)



Загрязнения акватории Каспийского моря в платформы Нефтяные камни

ФрагментLandsat 5 TM изображения, полученного в зоне солнечного блика 30.05.2009 в 07:07 UTC. Композит 7, 4 и 2 каналов. Разрешение 30 м. (<http://glovis.usgs.gov/>)

ASAR Envisat WSM HH 23.05.2010 06:42 UTC
Разрешение 75 м.
Площадь загрязнений составляет более 1 тыс.кв.км

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

Prof. Andrey Kostianoy

Dr. Aleksander Sirota

Институт космических исследований РАН

Dr. Olga Lavrova

Dr. Marina Mityagina

Dr. Konstantin Litovchenko

Tatyana Bocharova

Svetlana Karimova

Геофизический центр РАН

Dr. Sergey Lebedev

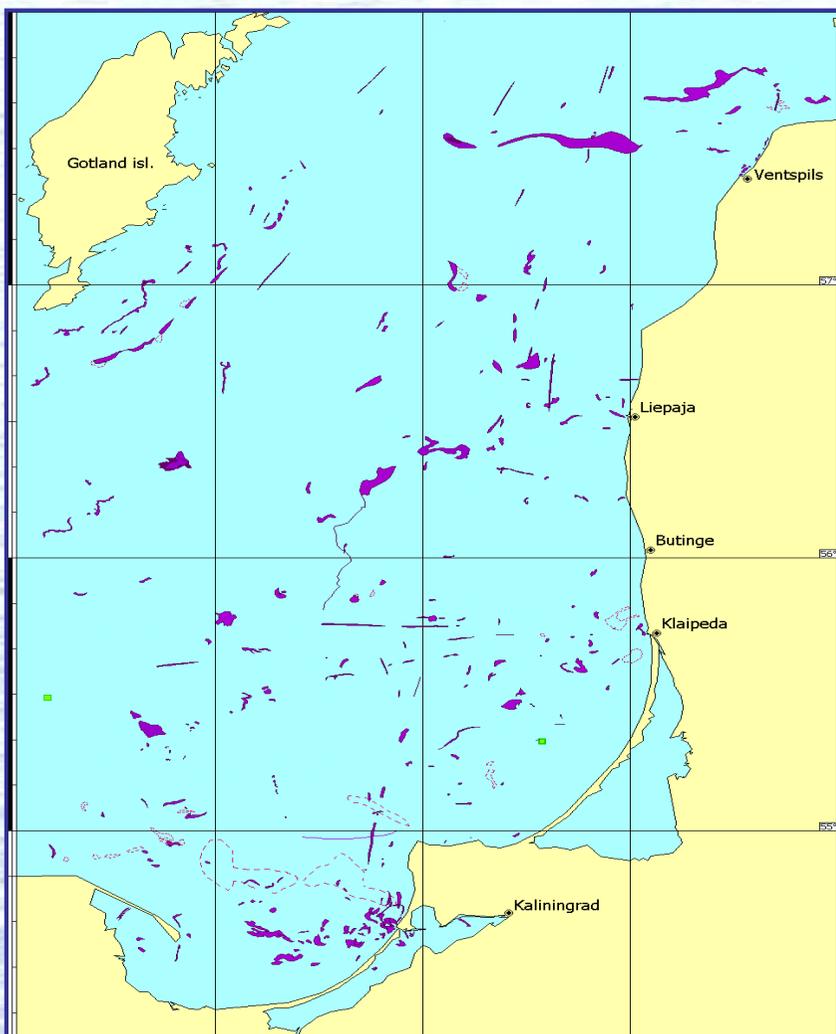
Морской гидрофизический институт НАН Украины

Dr. Sergey Stanichny

Dmitry Soloviev

**Оперативный мониторинг
нефтяного загрязнения вод в юго-
восточной части Балтийского моря
в 2004-2005 гг. инициированный
компанией ЛУКОЙЛ-
Калининградморнефть**

**231 РЛИ (Envisat + Radarsat)
270 нефтяных пятен**

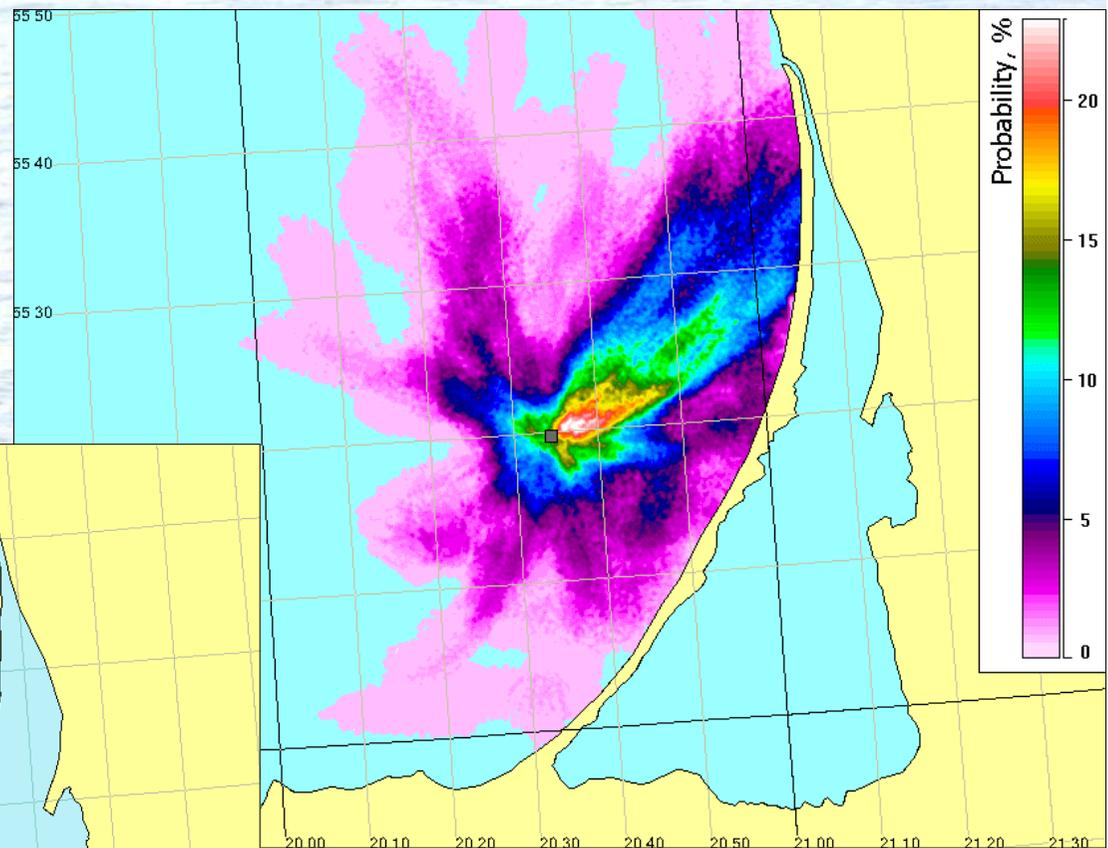
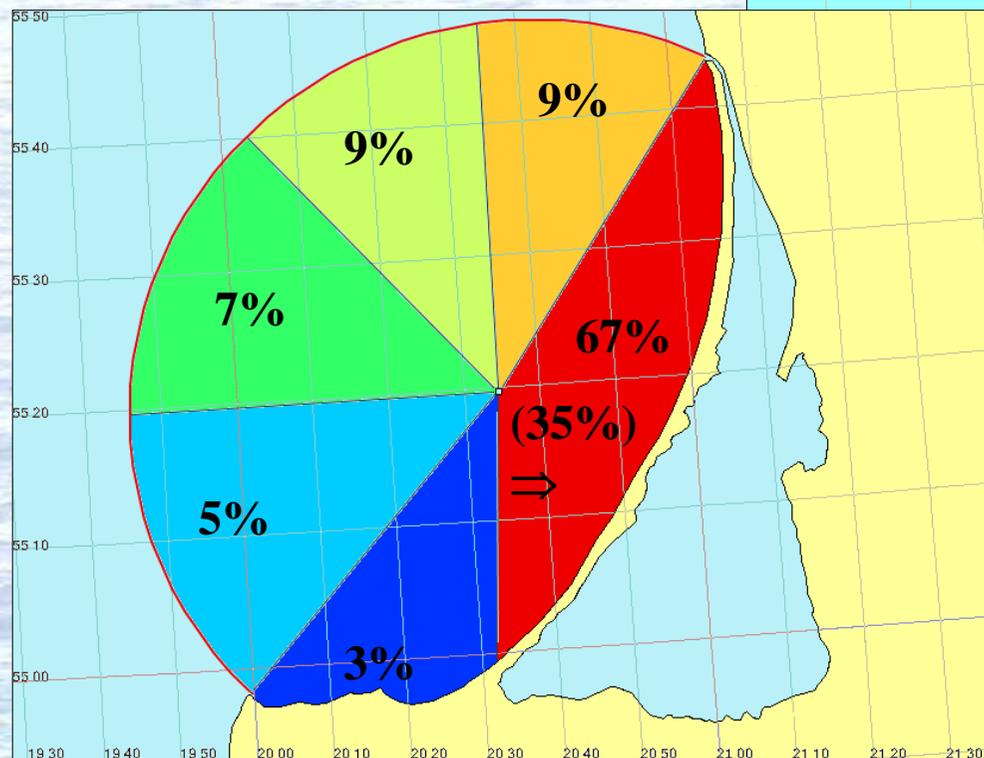


**Карта нефтяных пятен в юго-восточной
акватории Балтийского моря за период с
июня 2004 г. по ноябрь 2005 г.**

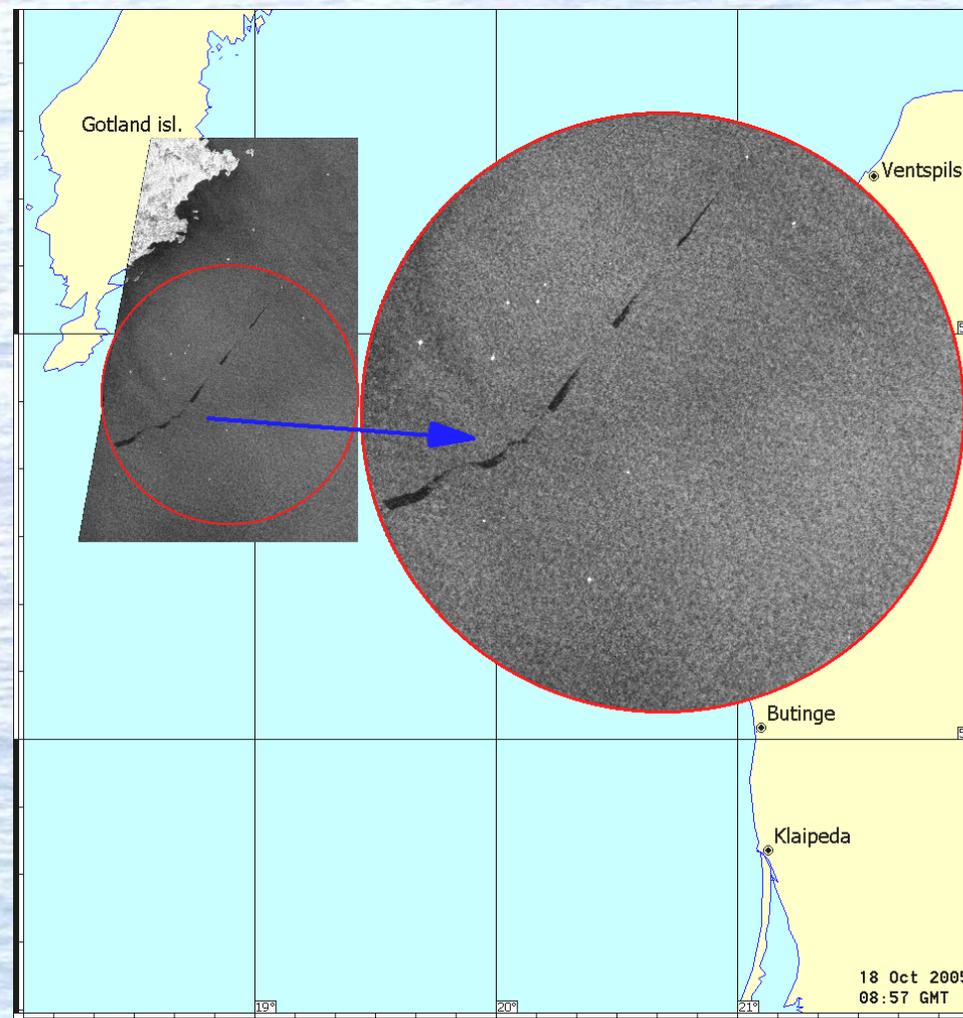
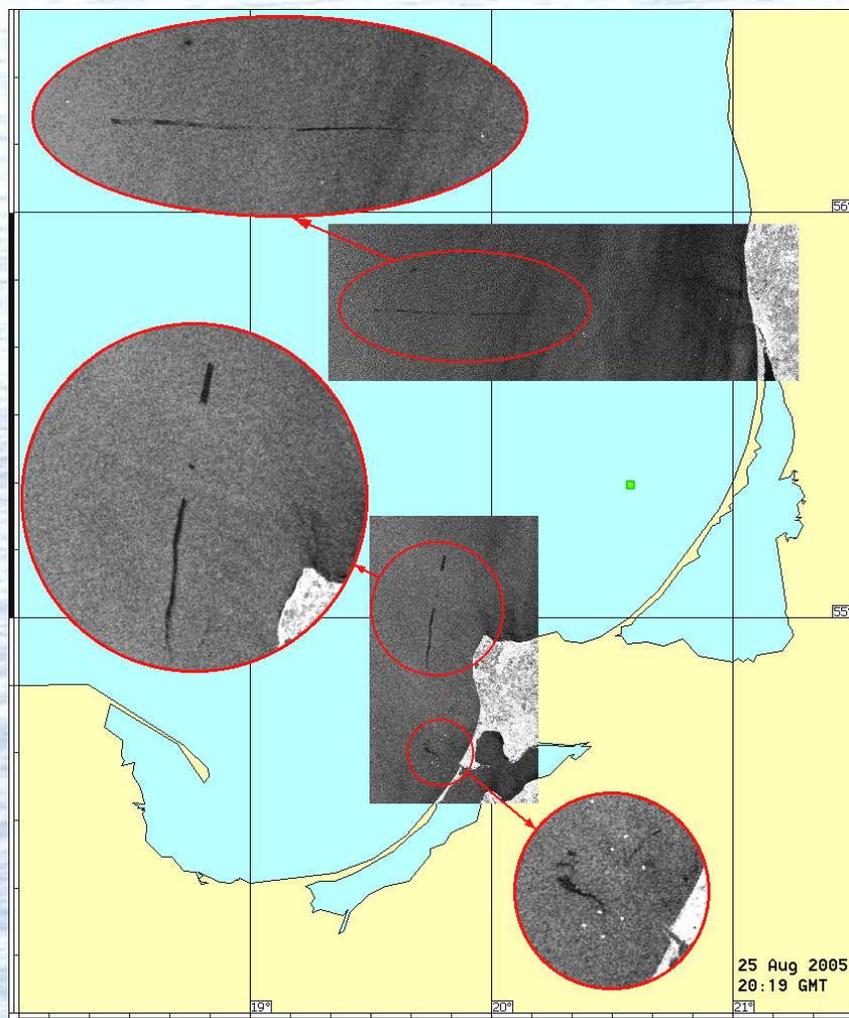


**Морская ледостойкая
платформа Д-6**

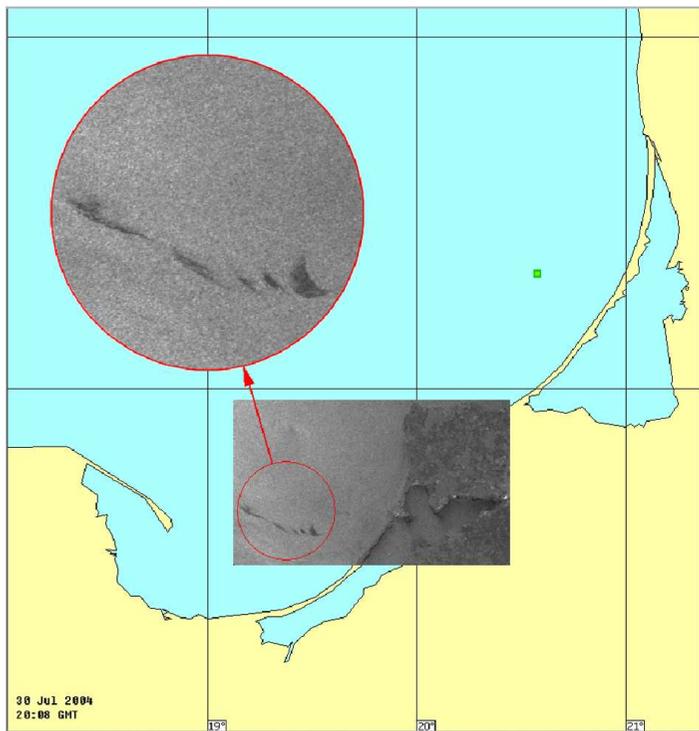
Потенциальная вероятность дрейфа нефтяных пятен с платформы Д-6



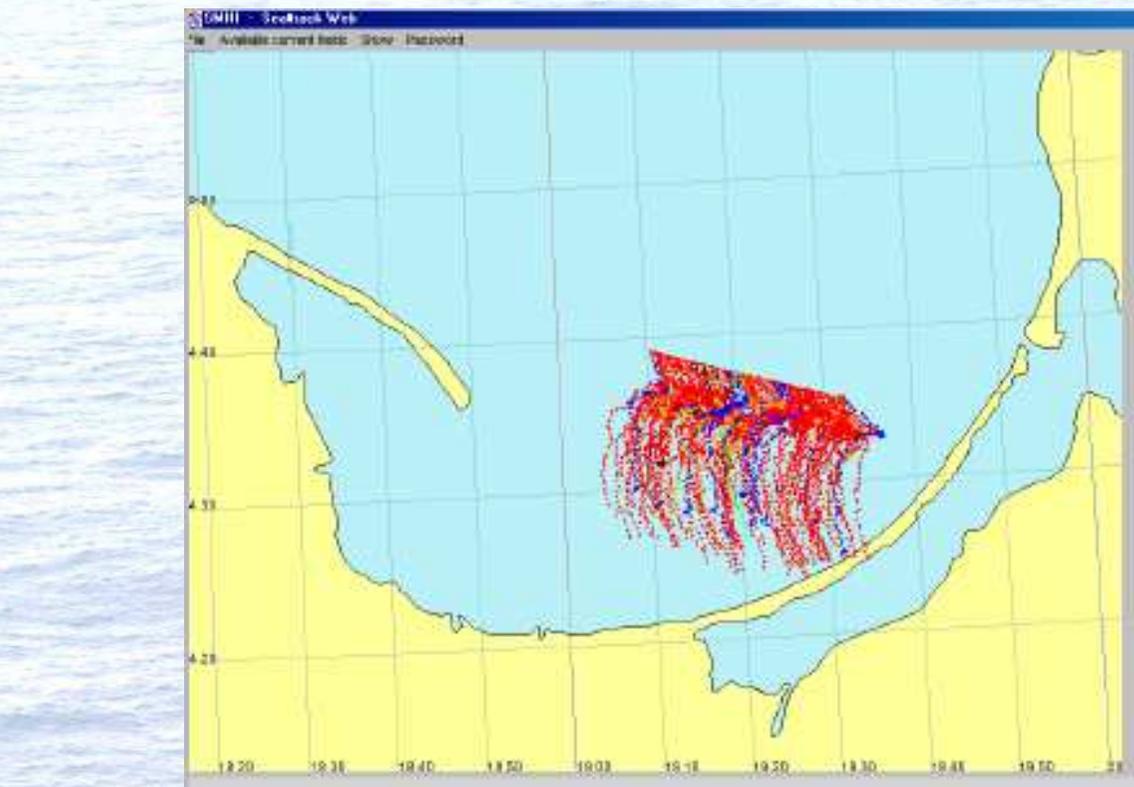
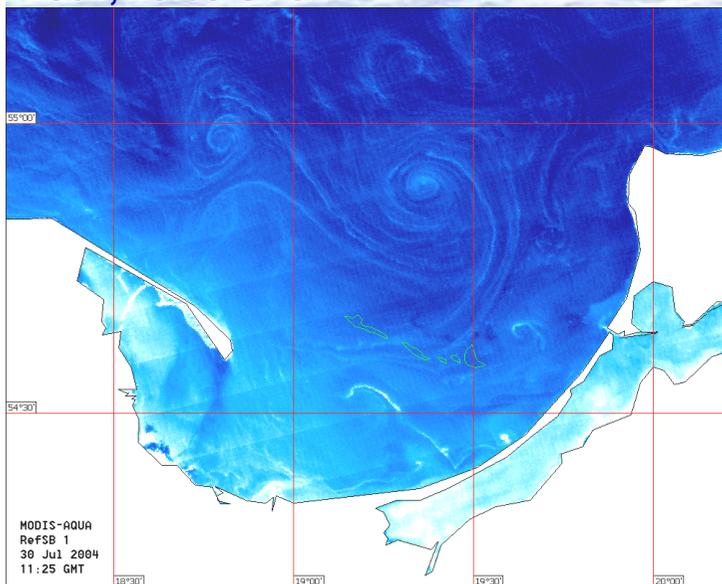
Галерея нефтяных пятен в юго-восточной Балтике



Влияние мезомасштабной циркуляции на дрейф нефтяного загрязнения



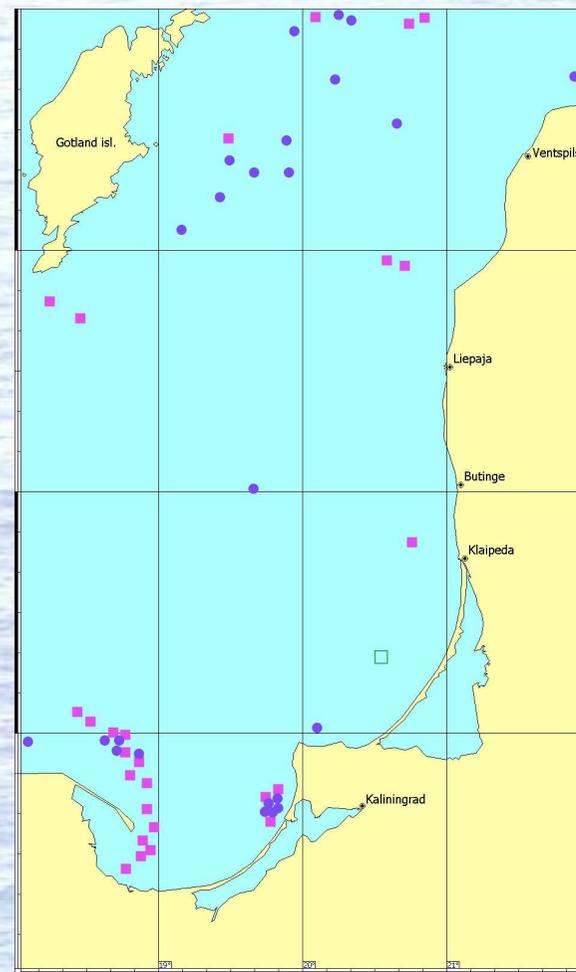
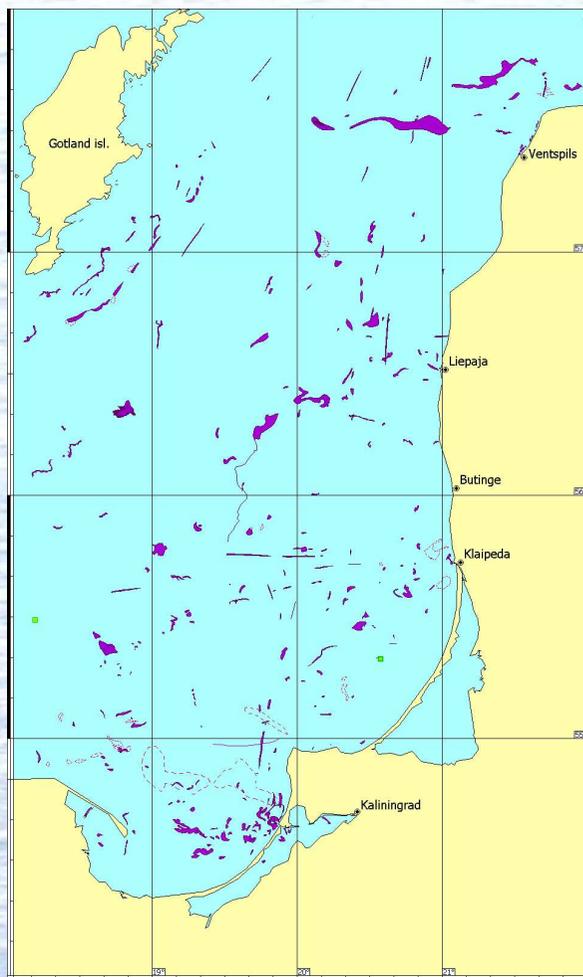
ASAR Envisat изображение юго-восточной части Балтики от 30.07 2004, 20:08 UTC



Численное моделирование дрейфа по модели SMHI SeaTrack в течение периода 30.07 – 03.08 2004 цепочки нефтяных пятен, детектированных на радиолокационном изображении ASAR Envisat от 30.07. 2004

Мезомасштабные процессы в Гданьском заливе по данным MODIS-Terra (разрешение 250 м) от 30.07 2004, 11:25 UTC. Зеленым контуром отмечено положение нефтяных пятен, выявленных на РЛИ. Цепочка пятен под влиянием вихря перемещалась в юго-западном направлении

Мониторинг антропогенных загрязнений в Балтийском море



Обобщенные карты-схемы всех нефтяных пятен, обнаруженных в результате анализа РЛИ:

а) с июня 2004 г. по ноябрь 2005 г.;

б) с января 2009 по август 2010. Кружочки – 2009 г., квадратики – 2010.

Зеленый квадратик – нефтедобывающая платформа Д-6

Выводы (1)

1) России необходимо подписать хартию «Space and Major Disaster», чтобы в случае чрезвычайных ситуаций иметь возможность получать разностороннюю спутниковую информацию со всех существующих спутников. В случае катастрофы в Керченском проливе в ноябре 2007 г., из-за того, что Россия данный документ не подписала, целенаправленная, постоянная радиолокационная съемка не проводилась, а в условиях облачности оптическая съемка была абсолютно бесполезна.

2) Необходимо проводить комплексный многосенсорный мониторинг в целях наиболее точного определения районов загрязнения морской поверхности и береговой черты. В случае мониторинга катастрофы в Мексиканском заливе совместный анализ радиолокационных и оптических изображений оказался очень эффективным, так как оптические изображения, которые были получены в условиях солнечного блика, позволили исключить из рассмотрения области ветрового затишья на РЛИ, а РЛИ дали более полную информацию о размерах областей, покрытых пленками нефти, неразличимых на оптике.

Выводы (2)

3) При составлении прогноза распространения нефтяного пятна очень важно учитывать не только ветер, волнение и постоянные течения, но и фактическую мезомасштабную циркуляцию вод, которая, как показывает ситуация в Мексиканском заливе, имеет огромное влияние на перенос загрязнений.

4) Целесообразно в потенциально опасных районах проводить постоянный спутниковый мониторинг с целью накопления данных о динамических процессах, течениях, естественных и антропогенных загрязнениях, характерных для данного района.

5) Сложившаяся кооперация учёных, занимающихся проблемами экологического мониторинга морской поверхности (ИКИ РАН, ИО РАН, МГИ НАНУ и др.), могла бы составить группу, в задачи которой входили бы оперативная обработка и интерпретация данных ДЗЗ и оперативное доведение этой информации до структур, принимающих решения

Спасибо

за

внимание!