



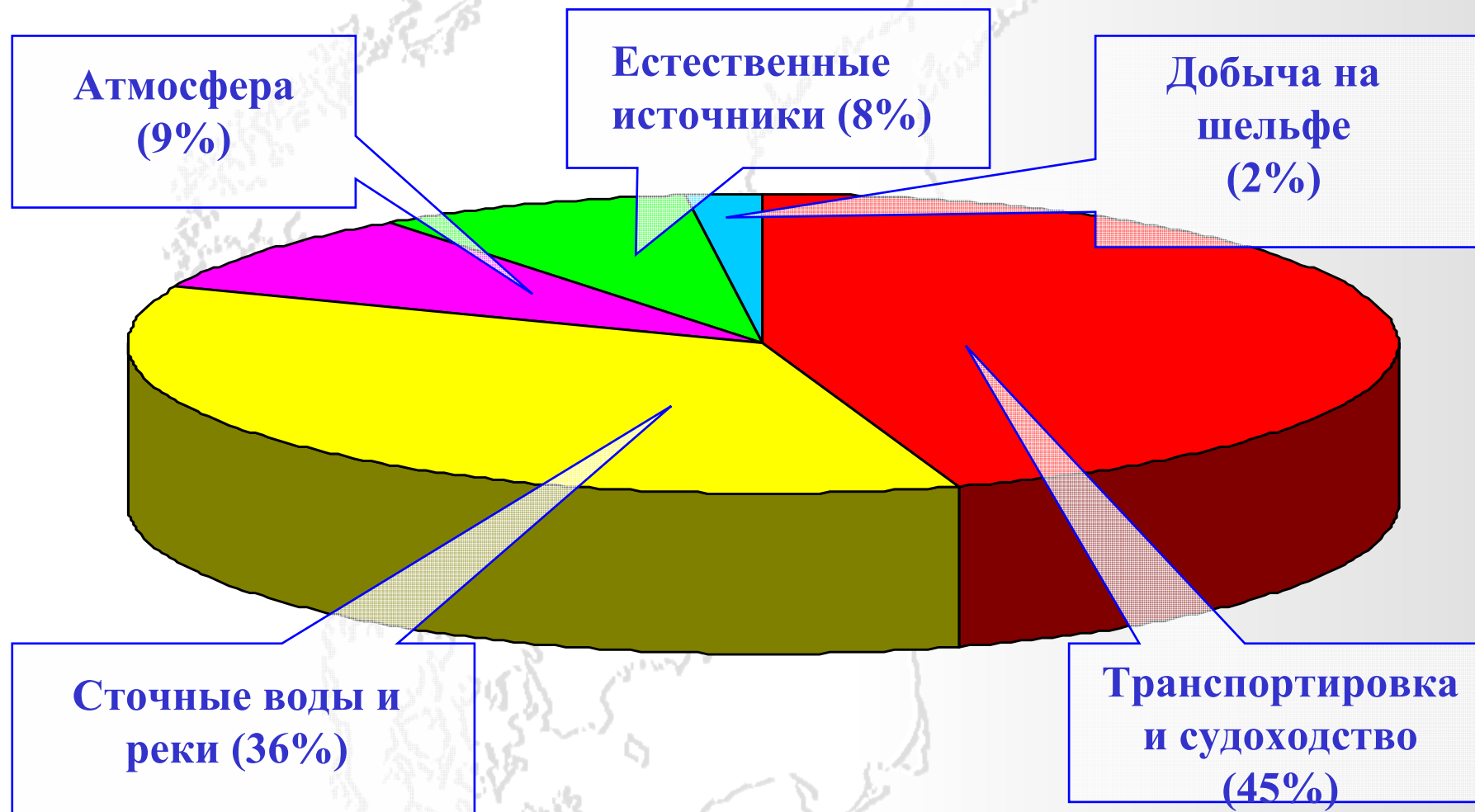
ОПЕРАТИВНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

**Костяной А.Г. (ИО РАН)
Литовченко К.Ц. (РНИИ КП)
Лаврова О.Ю. (ИКИ РАН)
Митягина М.И. (ИКИ РАН)
Бочарова Т.Ю. (ИКИ РАН)
Станичный С.В. (МГИ НАНУ)
Соловьев Д.М. (МГИ НАНУ)
Лебедев С.А. (ГЦ РАН)
Сирота А.М. (АтлантНИРО)**



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Нефть в море



Крупнейшие аварии в Балтийском море



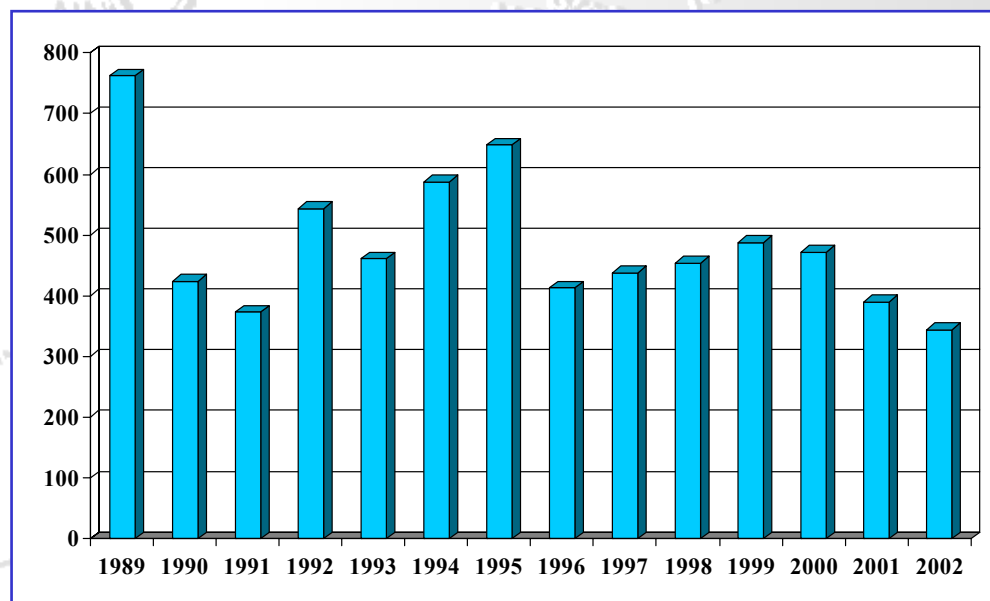
- *Tsesis* (1977, у берегов Швеции, пятно 1,000 т)
- *Antonio Gramsci* (1979, около Вентспилса, 5,500 т. Другая авария в 1985, у Порво, Финляндия, 580 т)
- *Jose Marti* (1981, у Даларё, Швеция, 1,000 т)
- *Globe Asimi* (1982, у Клайпеды, 16,000 т)
- *Sivona* (1984, у Швеции, 800 т)
- *Volgoneft* (1990, у Карлскруна, Швеция, 1,000 т)
- *Baltic Carrier* (2001, международные воды Дании и Германии, 2,700 т)



Country	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Denmark	159	34	46	18	17	30	48	36	38	53	87	68	93	54
Estonia	-	-	-	18	7	4	3	-	3	10	33	38	11	9
Finland	-	-	-	-	-	-	26	42	104	53	63	89	107	75
Germany	139	45	85	76	43	75	55	44	34	23	72	51	51	44
Lithuania	-	-	8	34	28	-	-	65	-	-	-	-	0	-
Latvia	-	73	20	15	6	-	-	-	-	33	18	17	6	21
Poland	69	88	14	92	110	104	72	50	25	33	18	51	24	25
Russia	184	-	3	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sweden	212	184	197	278	250	375	445	241	234	249	197	158	98	117
Total number	763	424	373	544	461	588	649	478	438	454	488	472	390	345

Число подтвержденных нефтяных пятен в Балтийском море в 1989- 2002 гг.

© HELCOM, 2002



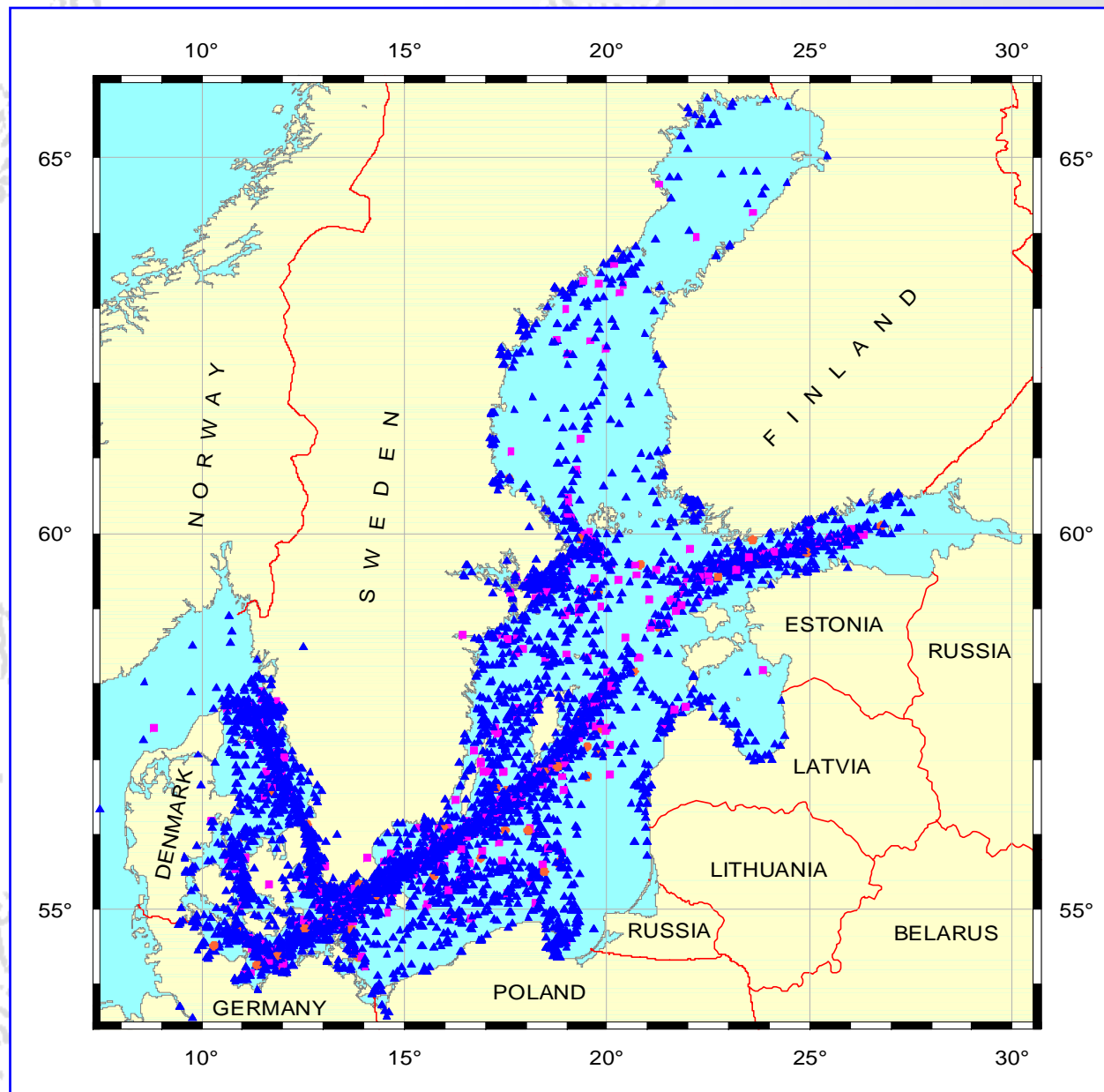
КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

Карта нефтяных пятен, зарегистрированных в Балтийском море в 1989-2002 годах по самолетным наблюдениям

- Категория 1 –  менее 1 м³
 Категория 2 –  1 м³ < 10 м³
 Категория 3 –  10 м³ < 100 м³
 Категория 4 –  более 100 м³




© HELCOM, 2002



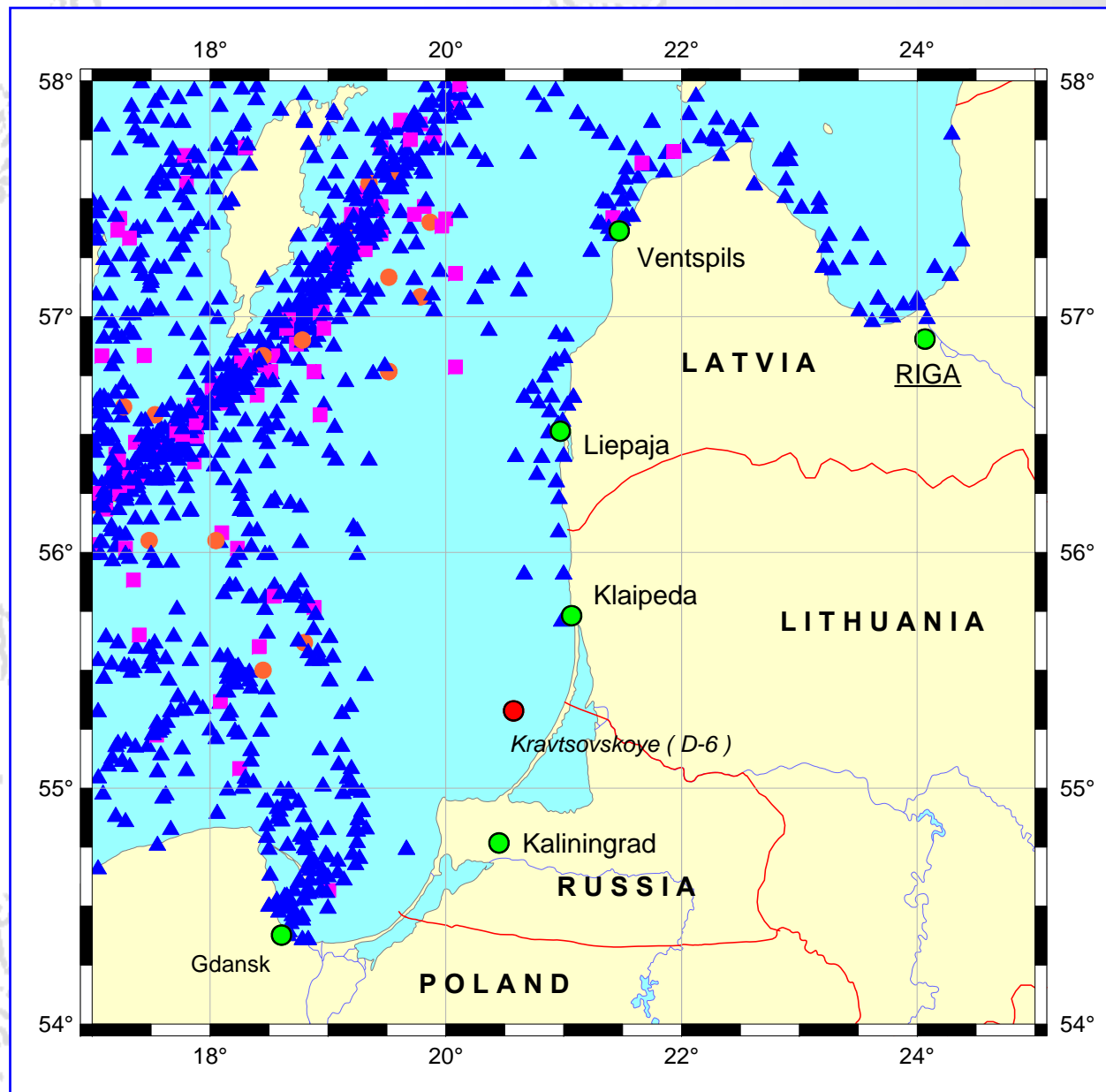
КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

Карта нефтяных пятен, зарегистрированных в Балтийском море в 1989-2002 годах по самолетным наблюдениям

- Категория 1 –  менее 1 м³
 Категория 2 –  1 м³ < 10 м³
 Категория 3 –  10 м³ < 100 м³
 Категория 4 –  более 100 м³

© HELCOM, 2002



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

Объемы транспортировки нефти через основные терминалы на Балтике в 1997, 2000 и 2015 гг.

Country / port (terminal)	1997	2000	2015
Estonia/Muuga	9.2	17.8	24.0
Finland/Hamina	1.2	1.3	1.5
Finland/Porvoo	13.3 (other 5)	13.6	15.0
Latvia/Riga	1.3	3.0	5.0
Latvia/Ventspils	19.05	26.7	30.0
Latvia/Liepaja	—	0.1	0.5
Lithuania/Klaipeda	1.7	5.2	8.0
Lithuania/Butinge	—	3.5	8.0
Russia/St. Petersburg	3.5	7.5	10.0
Russia/Primorsk	—	—	24.0
Russia/Batareinaya	—	—	6.0
Russia/Kaliningrad	0.3	1.1	2.0
Total (million tons)	54.5	79.8	134.0

© Ryttonen et al., 2002



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

Мониторинг нефтяных пятен в Балтийском море



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Состав измерительной аппаратуры на борту самолета Do228LM (Германия)

Широко-диапазонные датчики
(ширина полосы обзора: ± 30 км):

Бортовой радар бокового
обзора (SLAR)

Узко-диапазонные датчики
(ширина полосы обзора: ± 250 м):

ИК/УФ сканеры (IR/UV)

Микроволновый радиометр
(MWR)

Лидар (LFS)

ИК-камера высокого разрешения
(FLIR)



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

Национальные ресурсы контроля нефтяных пятен в распоряжении стран ЕС в 2000 году

Страна	Количество и тип самолета	Датчики
Дания	1 Gulfstream	SLAR
Финляндия	2 Do 228	SLAR, IR/UV
Германия	2 Do 228 LM	SLAR, IR/UV, MWR, LFS
Швеция	3 CASA 212	SLAR, IR/UV, MWR, видеокамера, FLIR
Греция	F406, M28	SLAR, IR/UV, MWR, видеокамера
Норвегия	Fairchild Merlin	SLAR, IR/UV, MWR, видеокамера
Португалия	5 CASA 212	SLAR, IR/UV, MWR, видеокамера
Нидерланды	Cessna 404	SLAR, IR/UV, MWR, видеокамера
Великобритания	Cessna 402	SLAR, IR/UV, MWR, видеокамера
Италия		Визуальные и специфические средства обнаружения нефтяных пятен
Франция		
Испания		Визуальное оборудование обнаружения нефтяных пятен
Ирландия и Бельгия		Нет информации



Основные датчики, используемые в странах ЕС для оперативного обнаружения нефтяных пятен

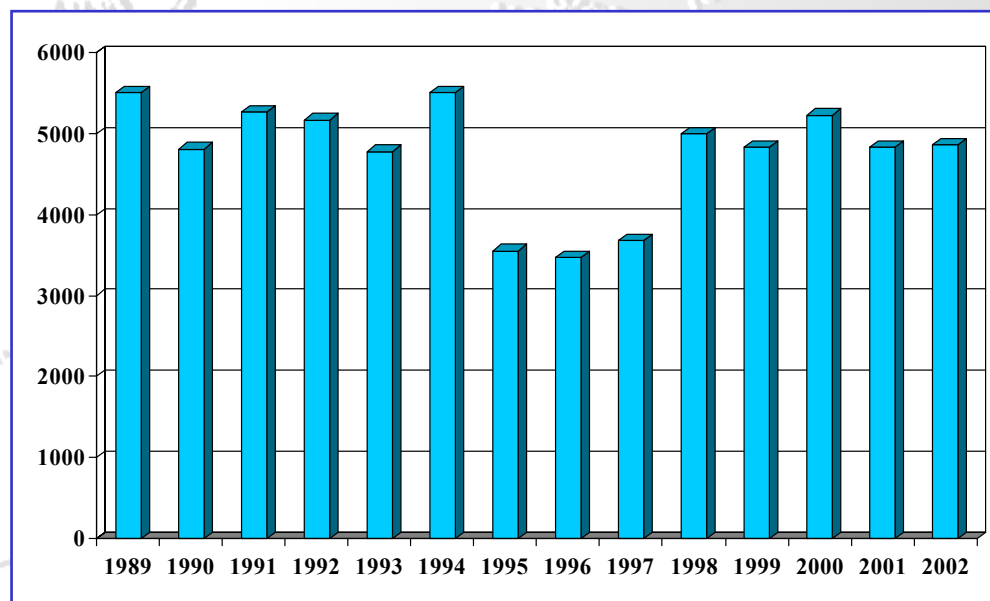
Датчик	Тип датчика (базирование)	Что измеряет?	Ширина полосы обзора	Пространственное разрешение
Бортовой радар бокового обзора (SLAR) 0.8-1.2 млн. \$	активный (самолет)	Поиск потенциального присутствия нефтяного пятна на расстояниях до 20 морских миль в обе стороны от самолета	Около 30 км при высоте полета 300 м	<ul style="list-style-type: none"> • в среднем 20 м, • 50–75 м на расстоянии 10 км от самолета, • 100–150 м на расстоянии 20 км от самолета
Радар с синтезированной апертурой (SAR) 3-7 млн. \$	активный (самолет)	Поиск потенциального присутствия нефтяного пятна и фиксирование его местоположения	Около 30 км при высоте полета 300 м	до 1 м
УФ сканер или камера (UV) 0.4-0.8 млн. \$	пассивный (самолет)	Поиск присутствия нефтяного пятна	Около 250 м при высоте полета 300 м	до 3.5 м
Комбинированный ИК/УФ сканер (IR/UV) 0.4-0.8 млн. \$	пассивный (самолет)	Хорош для измерения толщины и распределения нефтяных пятен на воде	Около 250 м при высоте полета 300 м	до 3.5 м



Country	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Denmark	–	292	199	172	153	253	225	275	209	325	416	497	463	412
Estonia	–	–	–	–	40	420	420	305	284	236	268	212	161	153
Finland	2022	2191	1820	2733	2285	2313	355	400	355	649	603	660	567	605
Germany	142	168	129	267	201	290	291	313	288	206	286	439	466	469
Lithuania	–	348	78	133	–	–	–	65	–	–	–	250	300	–
Latvia	–	400	408	127	24	18	8	8	64	577	320	436	412	387
Poland	131	164	140	62	49	179	301	345	291	465	375	362	187	320
Russia	1618	–	629	32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sweden	1600	1600	1600	1700	1900	2038	1953	1763	2189	2544	2565	2374	2281	2518
Total number	5513	4815	5273	5171	4785	5511	3553	3474	3680	5002	4833	5230	4837	4864

**Количество часов
полетов
авиационных служб
по наблюдению за
нефтяными пятнами
на Балтике в
1989-2002 гг.**

© HELCOM, 2002



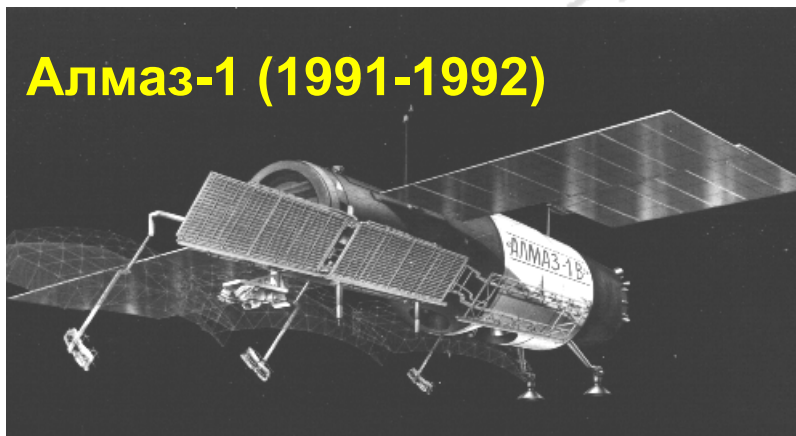
КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

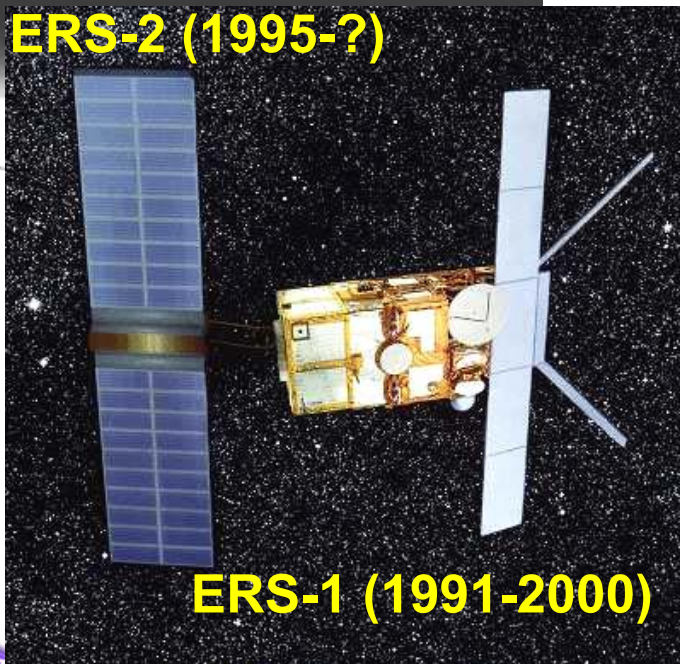
Радиолокационные спутники

© НПО машиностроения, ESA, CSA

Алмаз-1 (1991-1992)



ERS-2 (1995-?)



ERS-1 (1991-2000)



Envisat (2002-?)

Radarsat (1995-?)



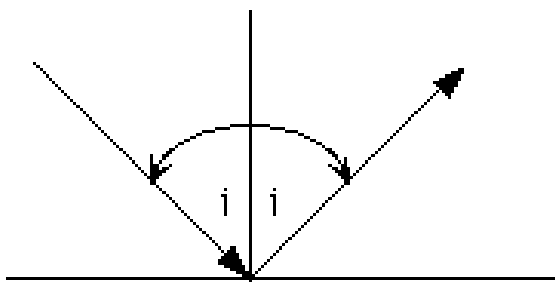
КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

Основы радиолокационных методов

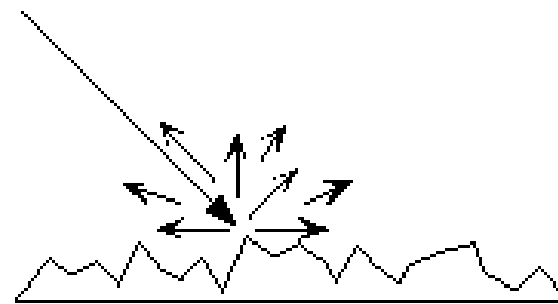
Под действием нефтяной пленки короткие гравитационно-капиллярные волны с длиной от нескольких сантиметров до одного метра, практически всегда присутствующие на поверхности океана, сглаживаются.

Scattering Mechanisms



Reflection off a smooth surface

The angle of incidence, i , equals the angle of reflection.



Scattering off a rough surface

The variation in surface height is on the order of the incoming signal's wavelength.

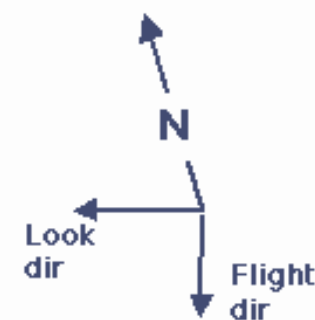




ERS-1

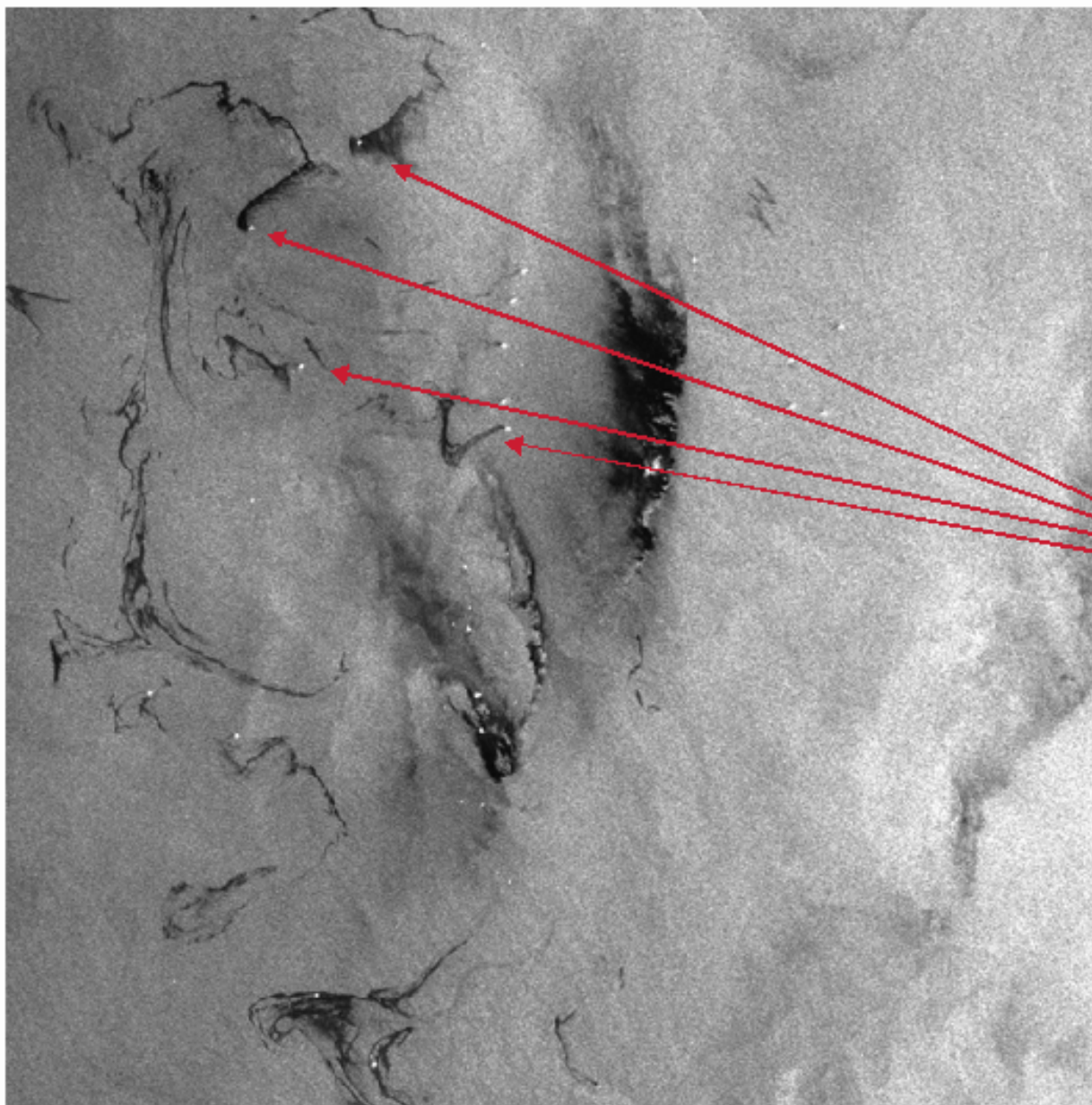
Confirmed Oil Spill
30 Oct. 1994
11:01:41 UTC

**Oil Platforms in
the North Sea**



Scale: 1 cm = 3.5 km

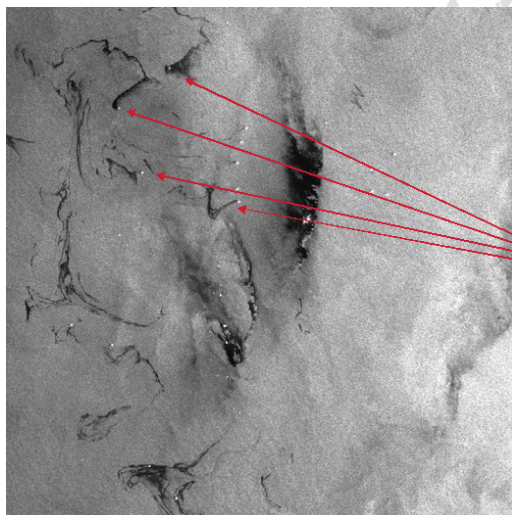
© Copyright ESA/TSS 1994



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

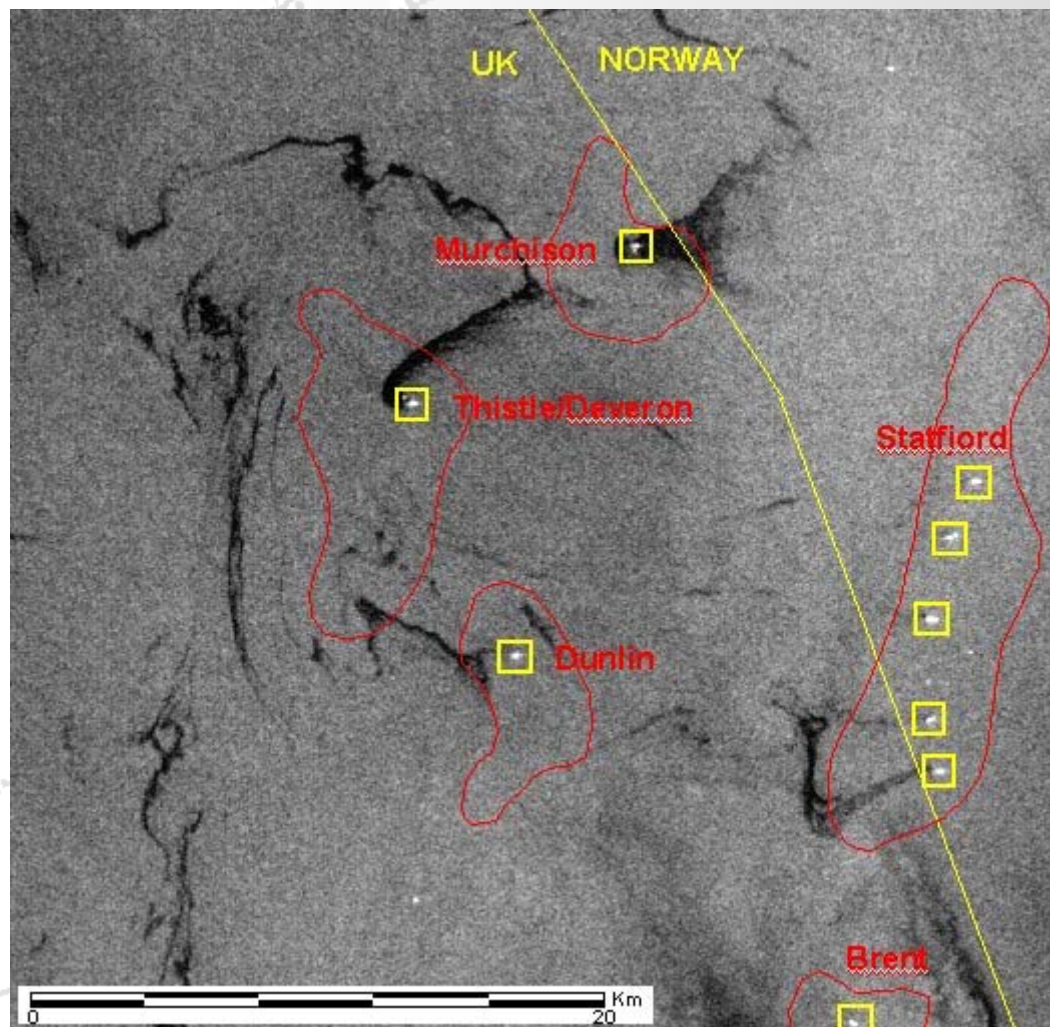
© 2005, А. Г. Костяной

Международная ответственность за разливы нефти в Северном море



нефтяные
пятна

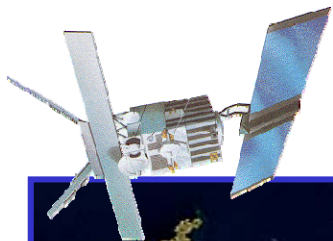
С помощью космической радиолокационной съемки можно решать вопросы международной ответственности за нефтяные разливы. Многочисленные пятна нефти на РЛИ в районе нефтяных платформ (желтые квадраты) у границы морской экономической зоны (желтая линия) между Великобританией и Норвегией в Северном море. © InfoTerra



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ



июнь 2004 - ноябрь 2005



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Задачи мониторинга

Основными задачами мониторинга нефтяного загрязнения акватории юго-восточной части Балтийского моря являются:

идентификация нефтяных пятен в районе платформы месторождения Кравцовское (Д-6),
идентификация всех “чужих” нефтяных пятен в юго-восточной Балтике,
слежение за возникновением, траекторией движения и исчезновением пятен,
прогноз направления и скорости переноса пятен.



Методы и необходимая информация

Мониторинг состояния поверхности моря по спутниковым радиолокационным изображениям (ASAR Envisat, ESA).

Ежедневный мониторинг поверхности моря по данным спутниковых изображений в инфракрасном и видимом диапазонах спектра (AVHRR NOAA, MODIS Terra и Aqua).

Анализ поверхностных течений по последовательности спутниковых изображений.

Анализ альтиметрической информации об уровне моря, высоте ветровых волн и скорости ветра (Jason-1, QuikSCAT).

Анализ результатов прогноза скорости и направления поверхностных течений и дрейфа нефтяных пятен, рассчитанных по моделям Шведского института метеорологии и гидрологии и Федерального ведомства Германии по судоходству и гидрографии.

Анализ метеорологической информации, позволяющий оценить скорость и направление дрейфа нефтяного пятна.



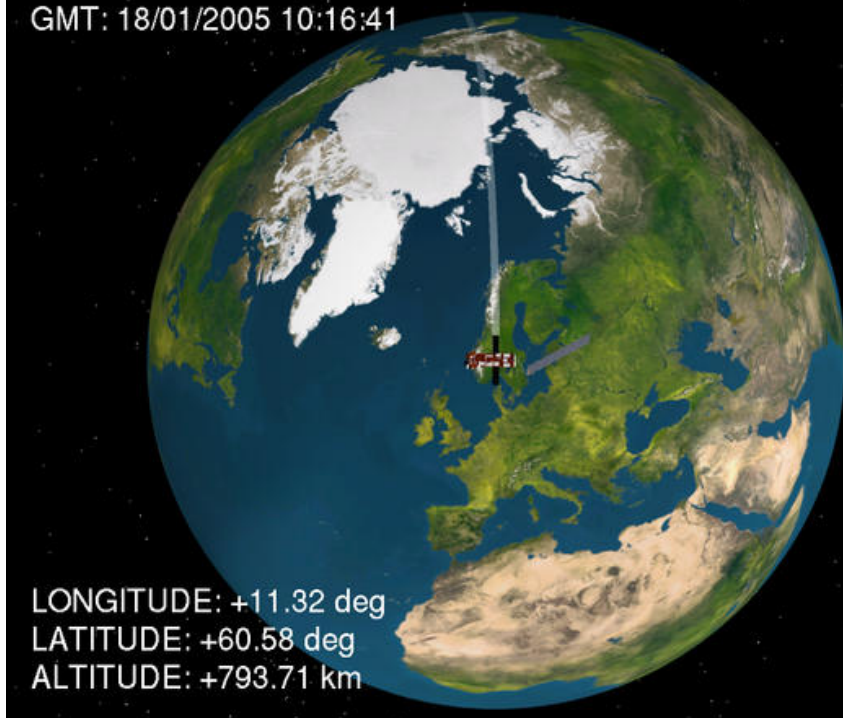


Спутник ENVISAT
Европейского Космического
Агентства
Kongsberg Satellite Services
Tromsø, Norway



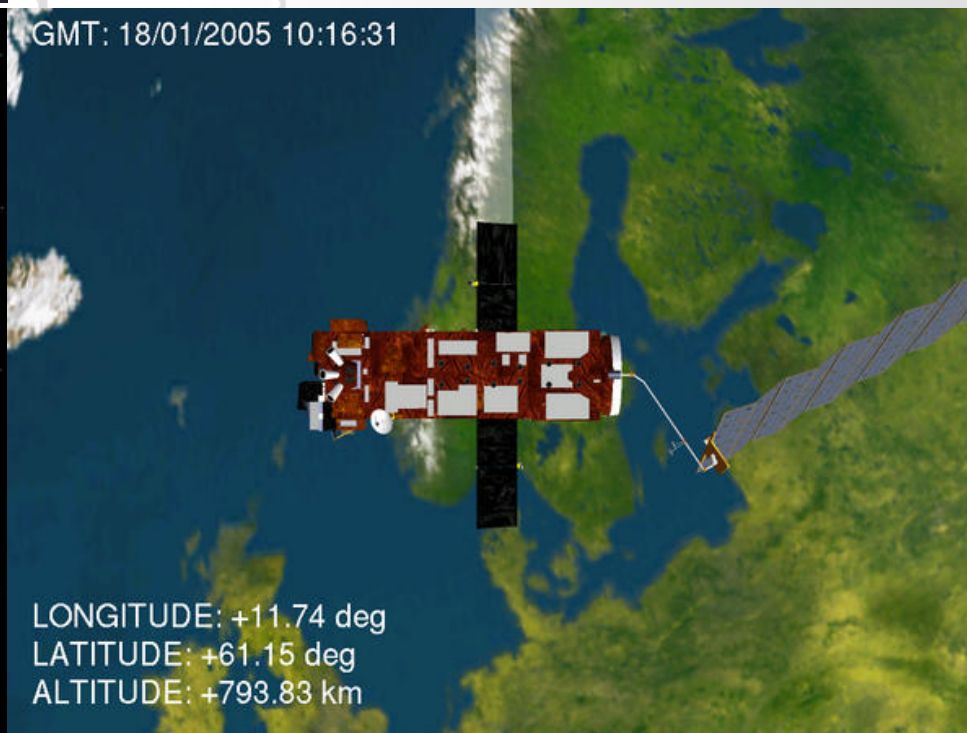
KONGSBERG

GMT: 18/01/2005 10:16:41



LONGITUDE: +11.32 deg
LATITUDE: +60.58 deg
ALTITUDE: +793.71 km

GMT: 18/01/2005 10:16:31

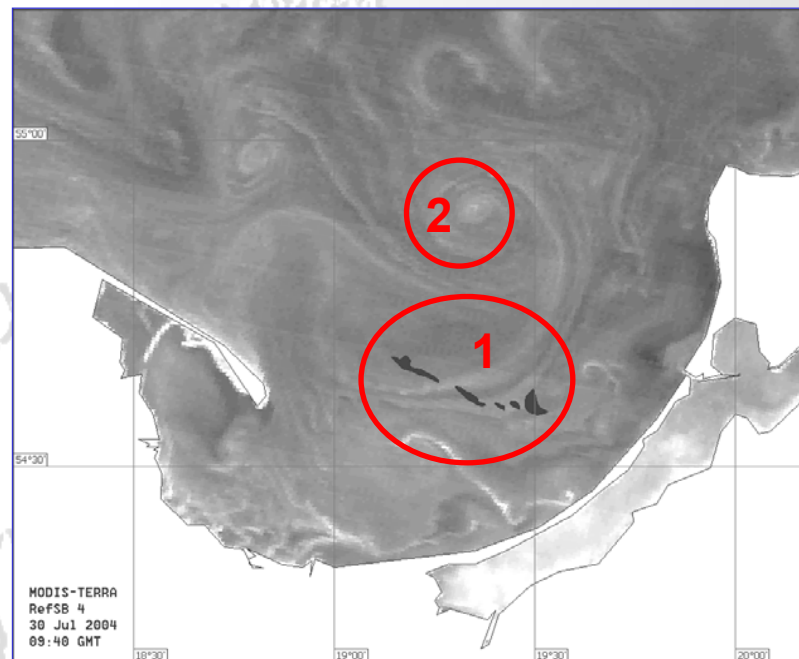
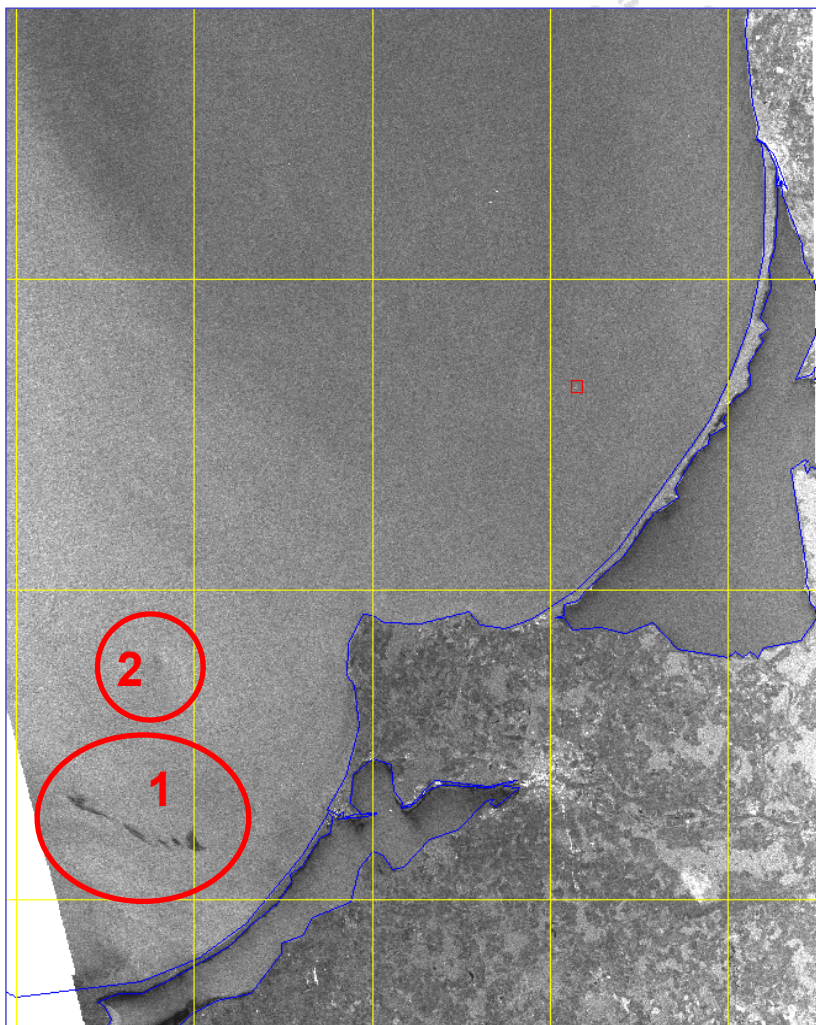


LONGITUDE: +11.74 deg
LATITUDE: +61.15 deg
ALTITUDE: +793.83 km



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

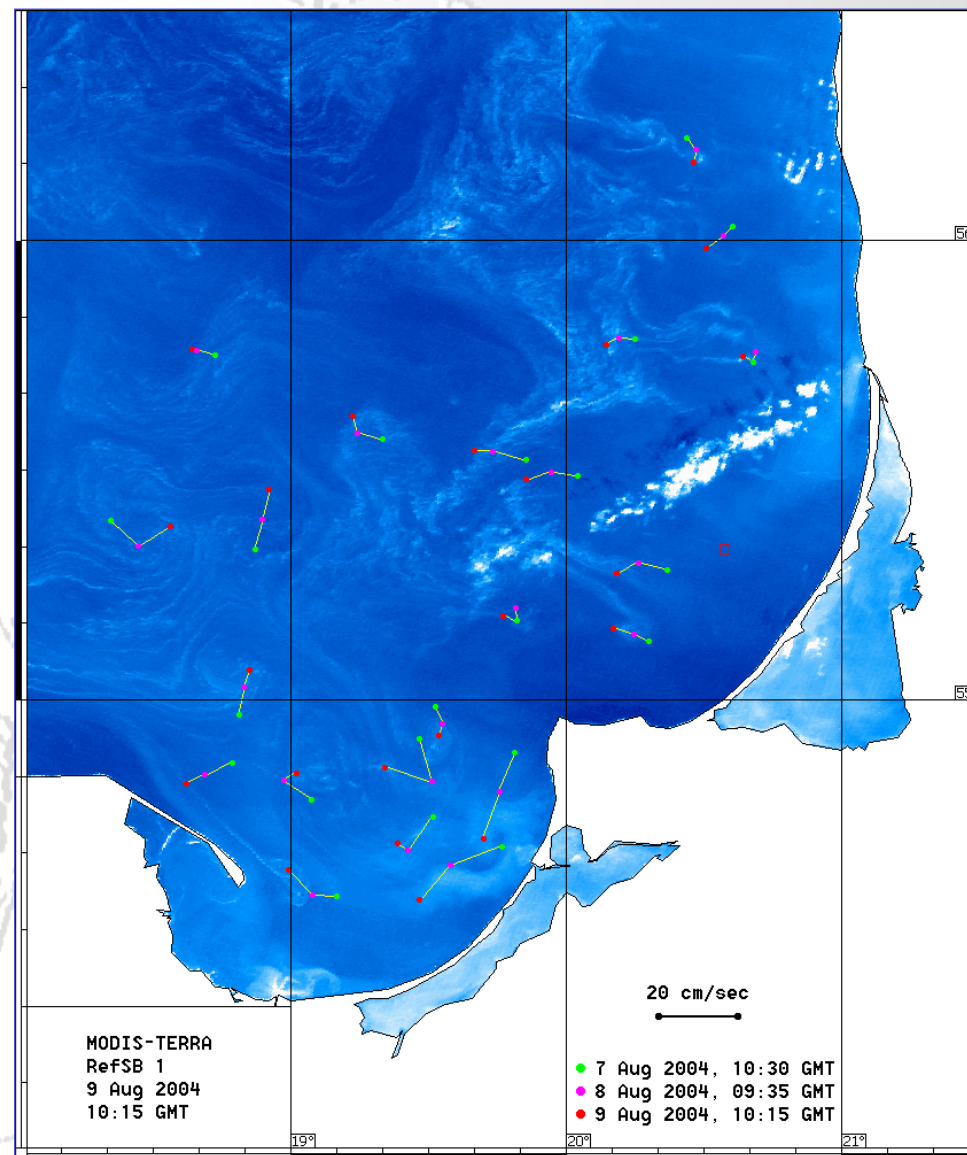
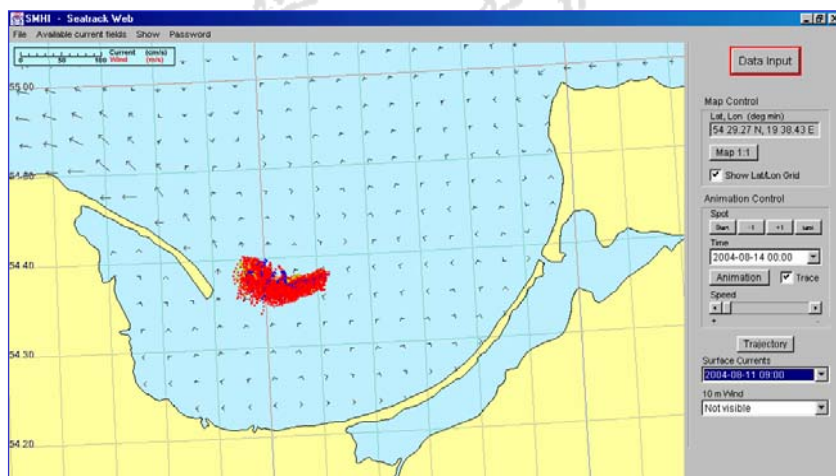
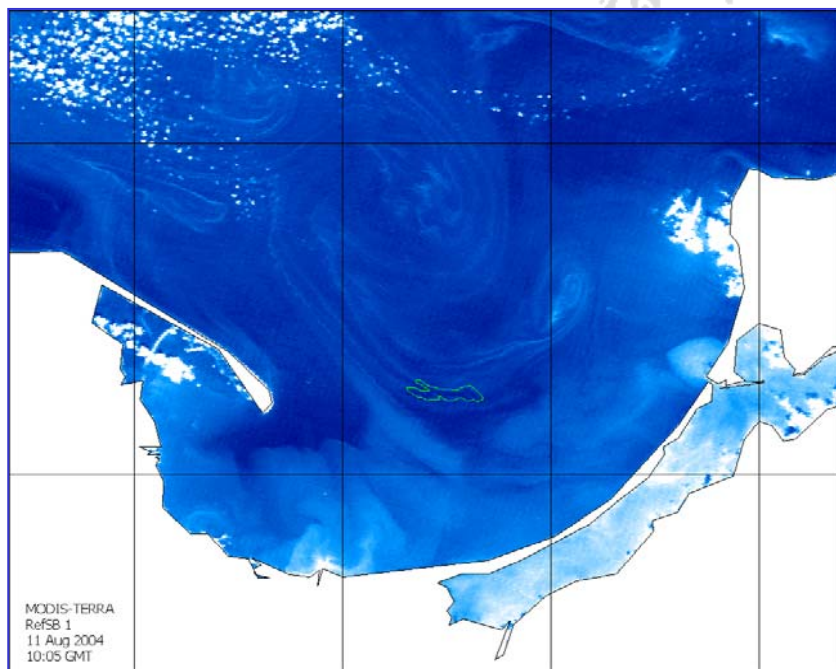
© 2005, А. Г. Костяной



**Мезомасштабная динамика вод в
Гданьском заливе по данным MODIS-
Terra (250 м) 30 июля 2004 г., 09:40 GMT**

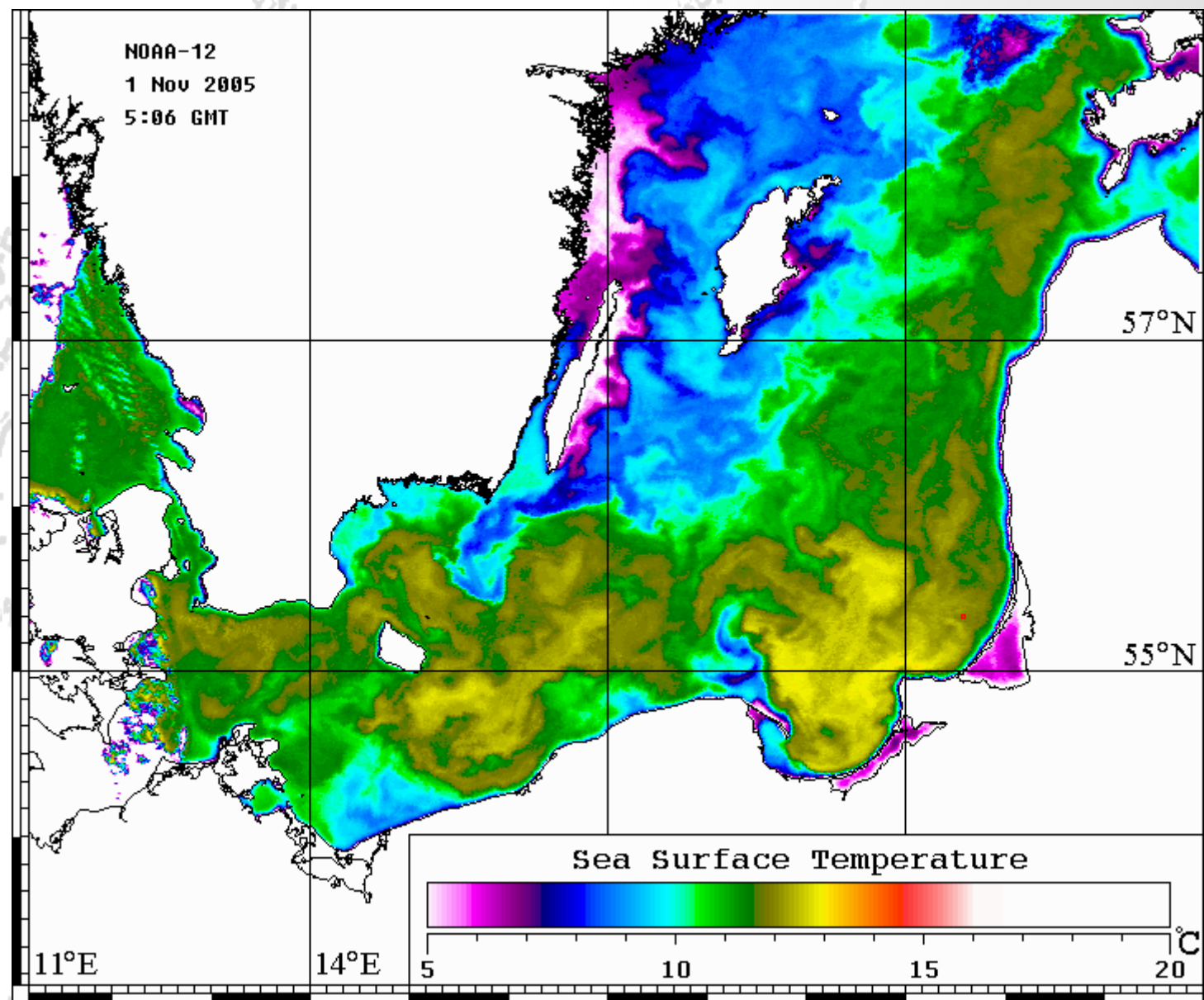
**РЛИ (ASAR ENVISAT) юго-восточной Балтики, 30 июля 2004 г., 20:08 GMT
(1) - цепочка нефтяных пятен в Гданьском заливе; (2) - пятно в циклоне**





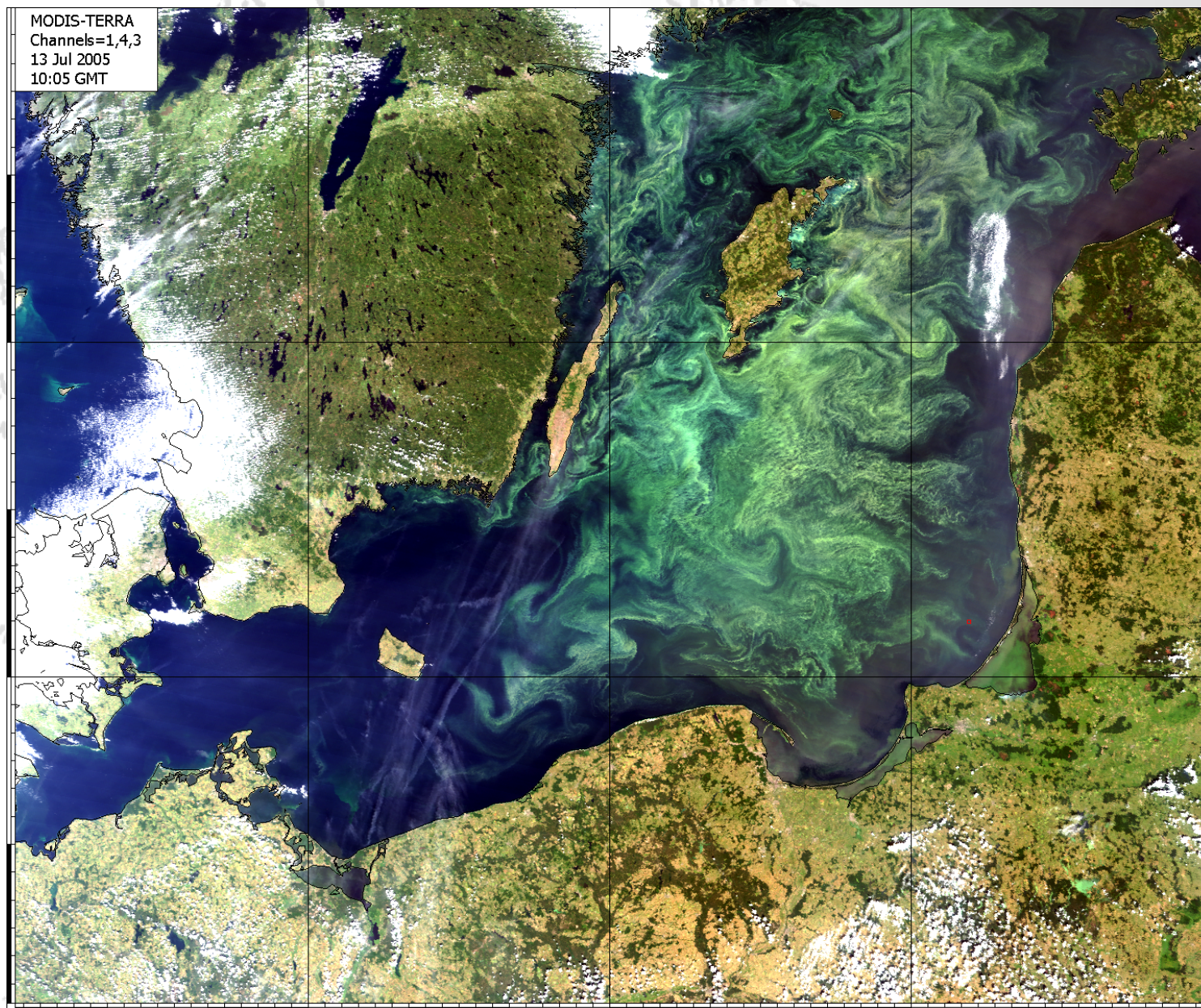
КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

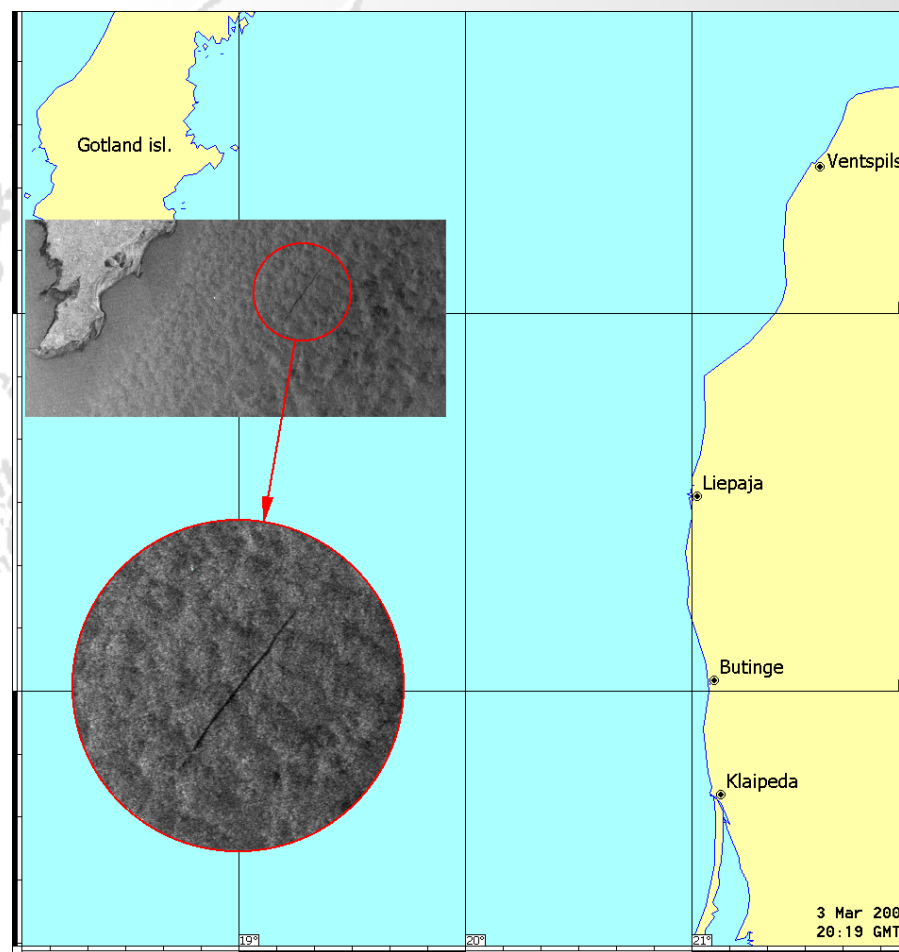
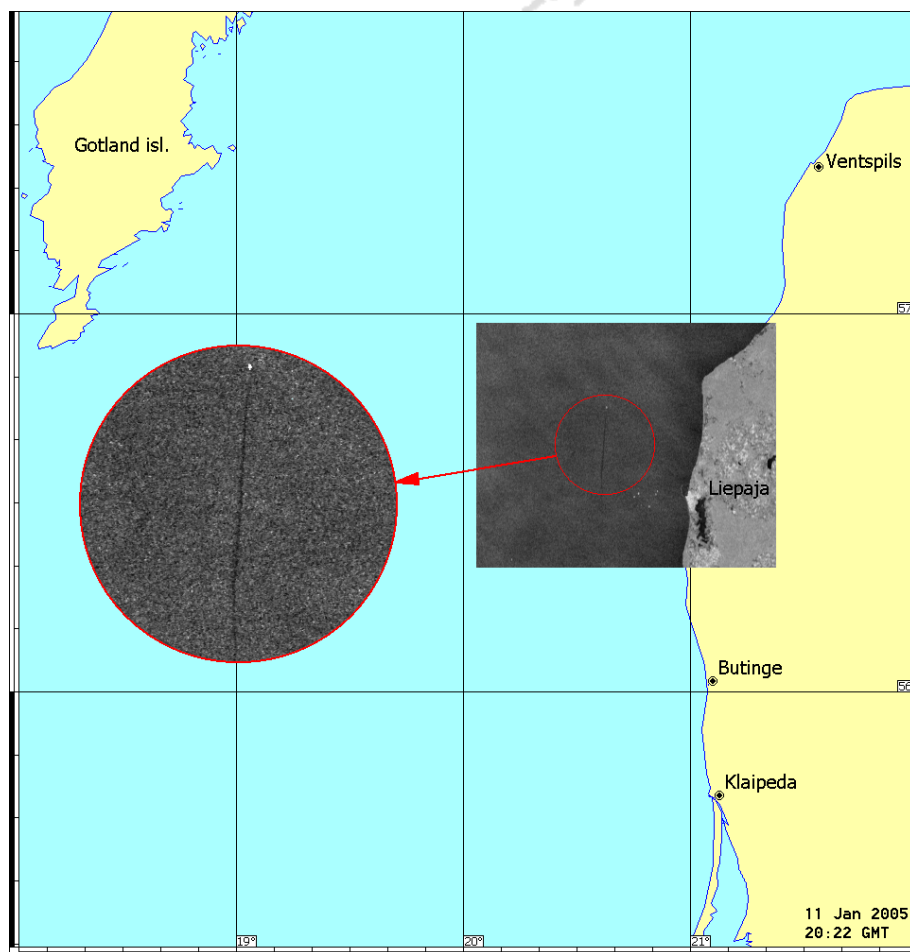
© 2005, А. Г. Костяной



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

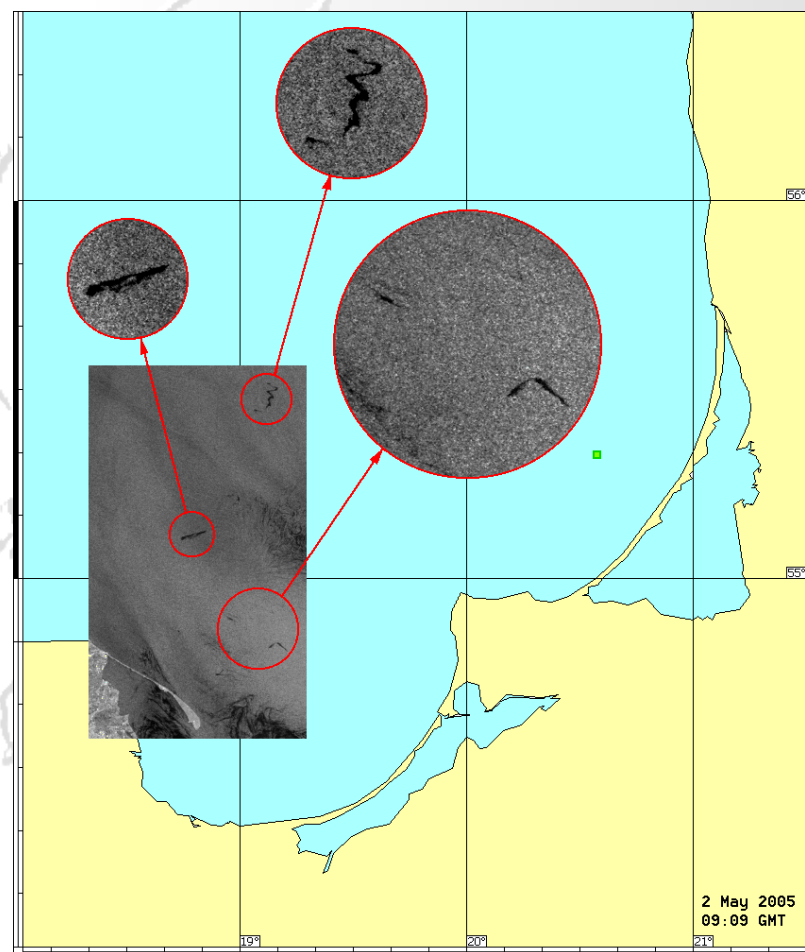
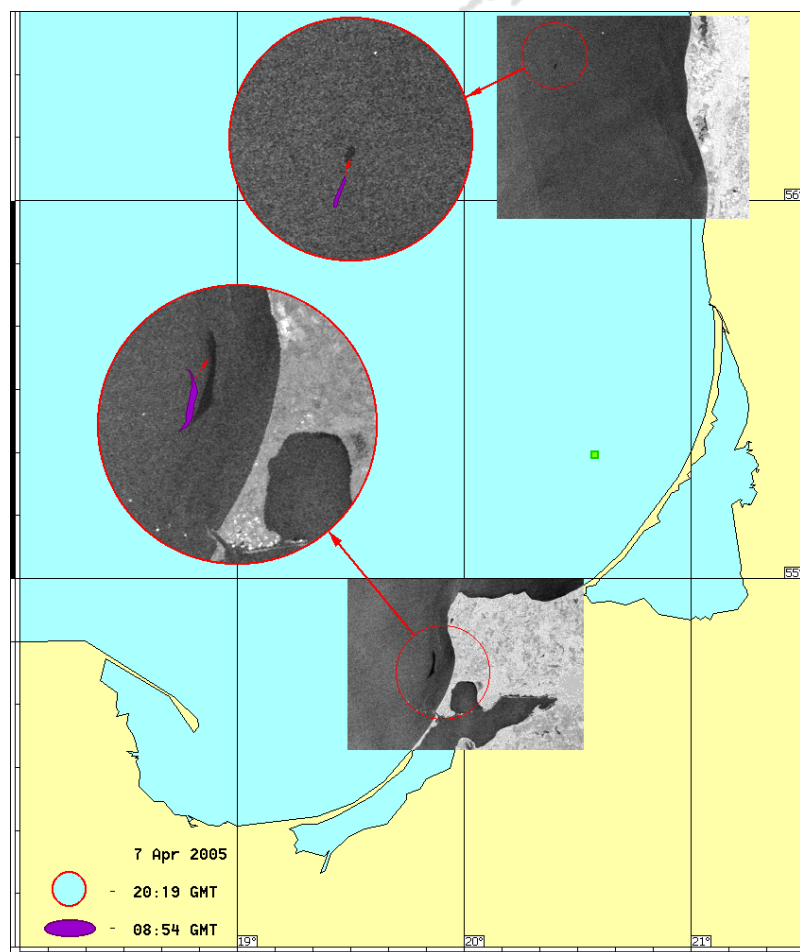
Галерея нефтяных пятен в юго-восточной Балтике



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

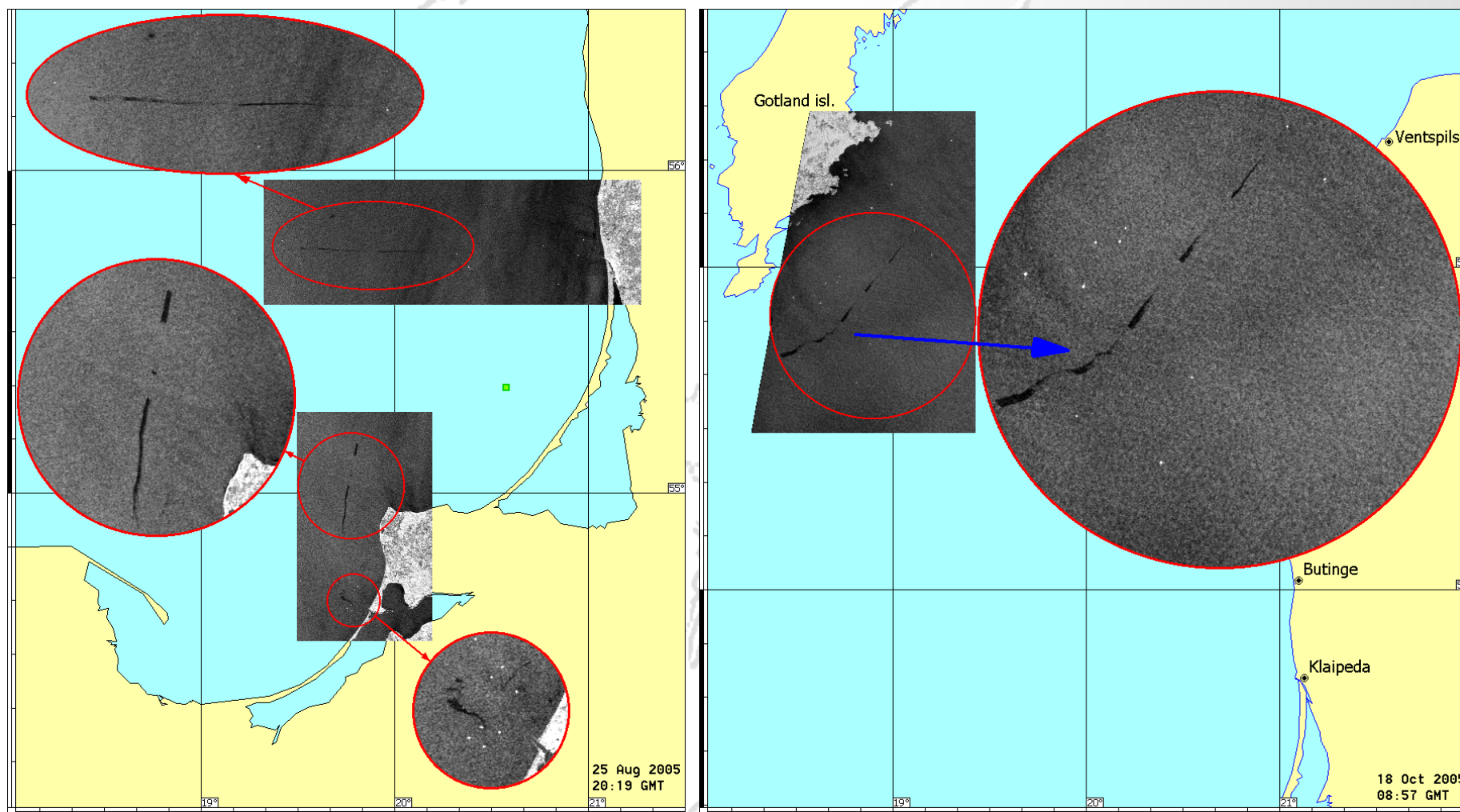
Галерея нефтяных пятен в юго-восточной Балтике



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

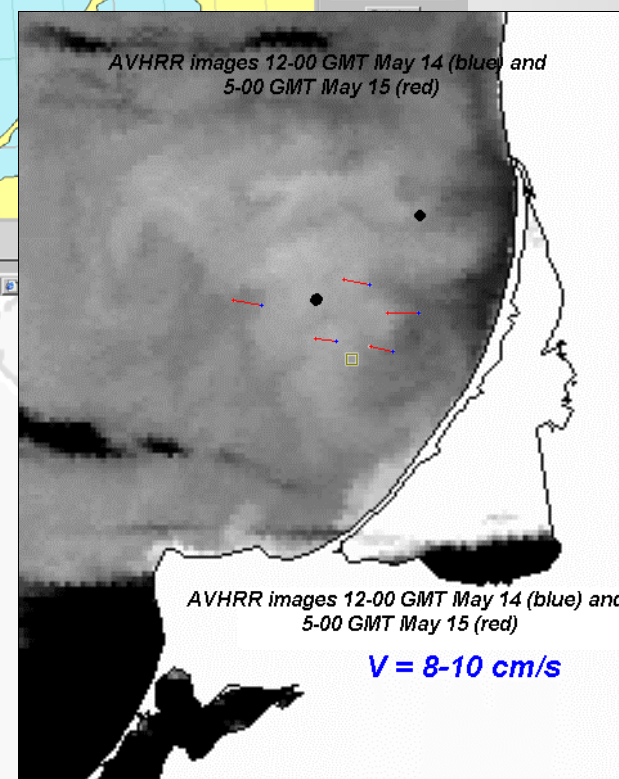
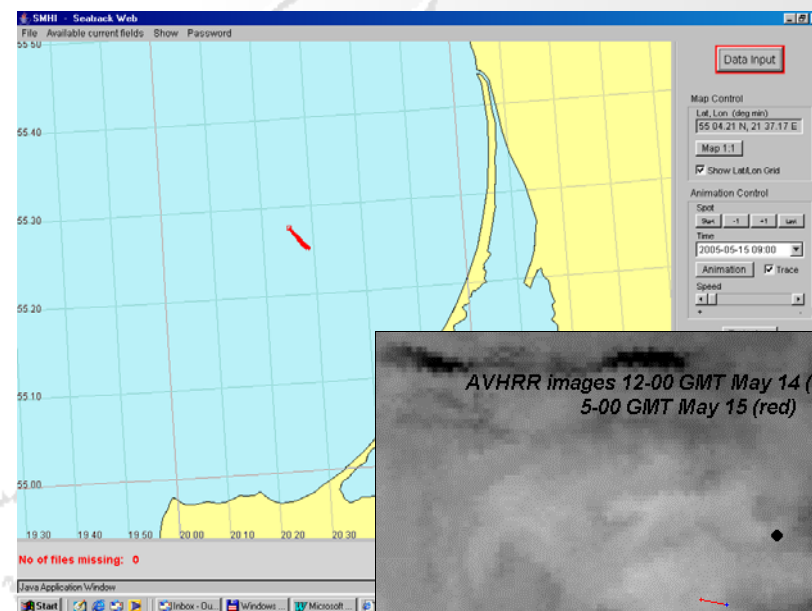
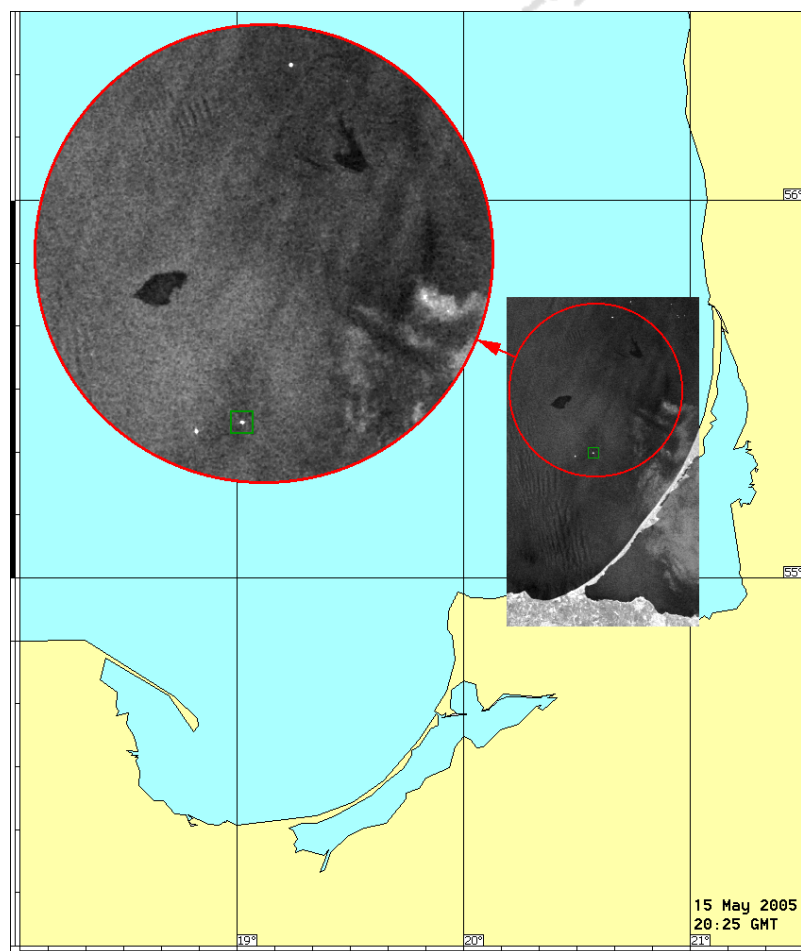
Галерея нефтяных пятен в юго-восточной Балтике



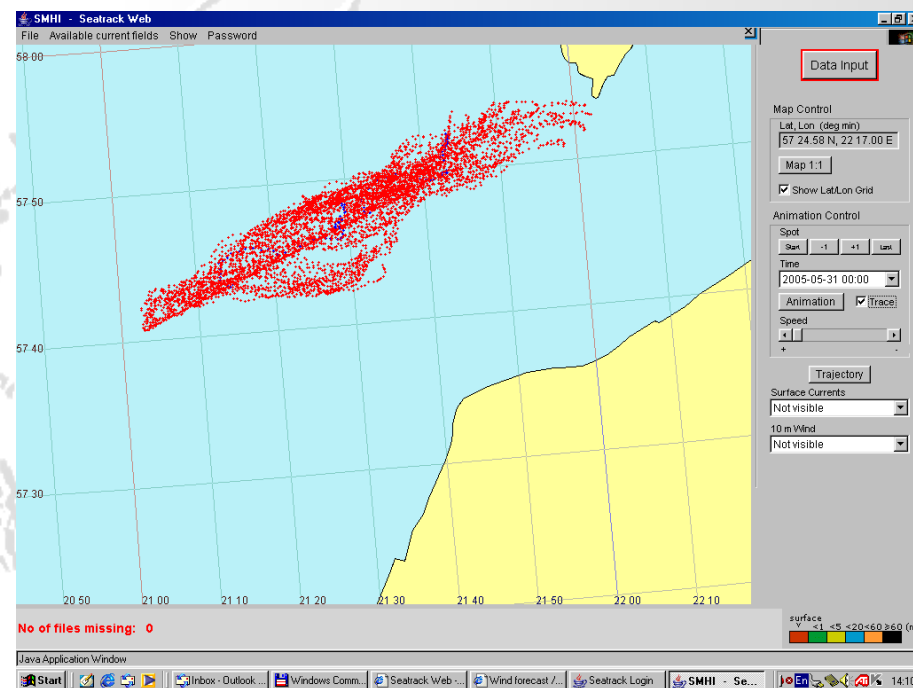
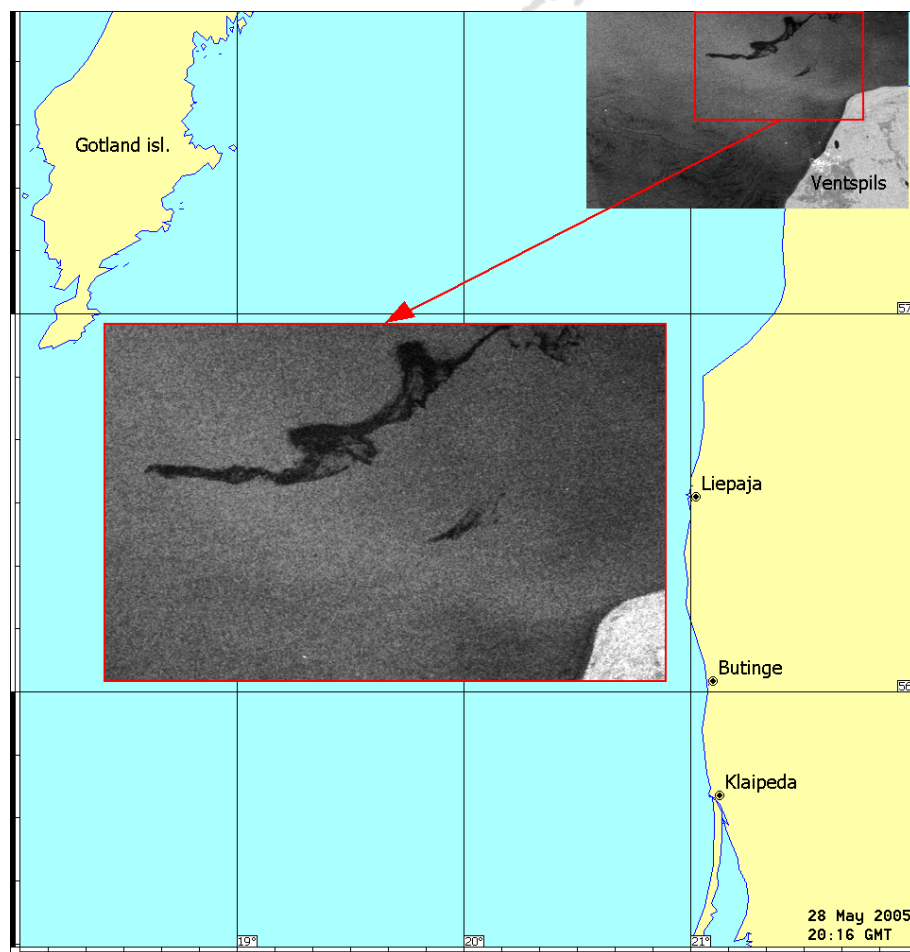
КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

Галерея нефтяных пятен в юго-восточной Балтике



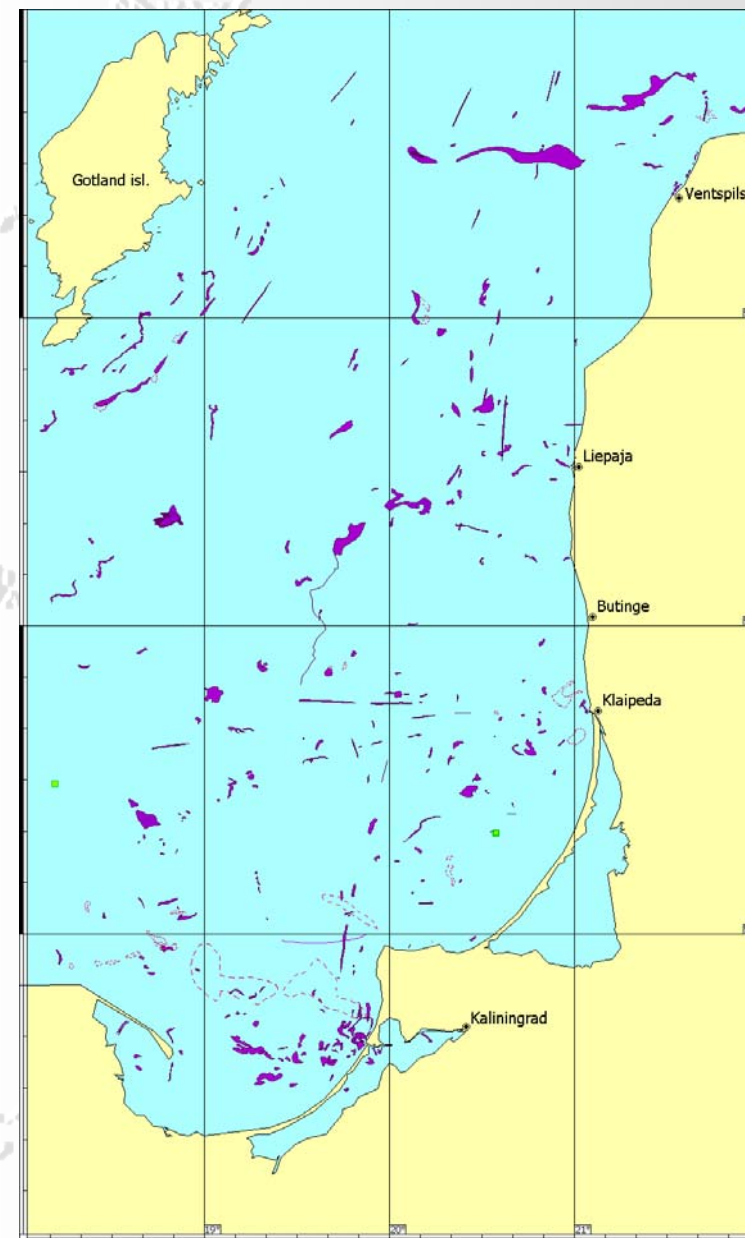
Галерея нефтяных пятен в юго-восточной Балтике



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

**Оперативный мониторинг
нефтяного загрязнения вод в юго-
восточной части Балтийского моря
в 2004-2005 гг.
231 РЛИ (Envisat + Radarsat)
270 нефтяных пятен**

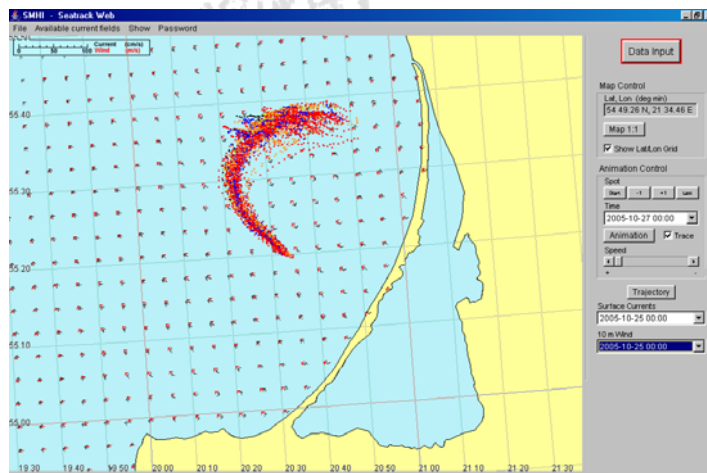


КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

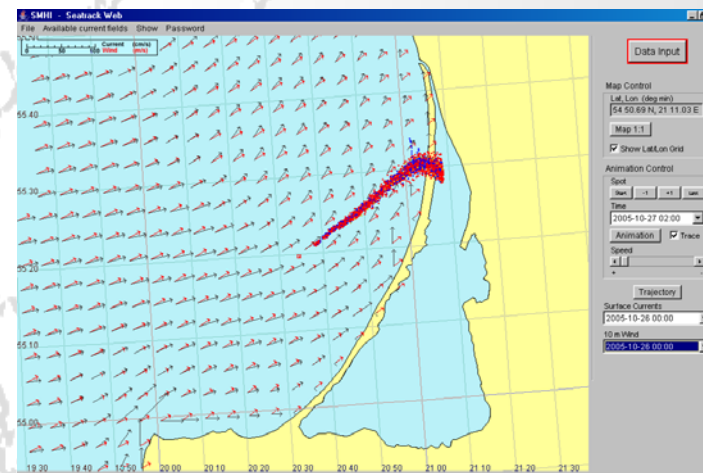
© 2005, А. Г. Костяной

Ежедневный прогноз на 48 часов распространения нефтяного пятна (траектория движения) в случае аварийного разлива нефти на платформе D-6. Прогноз делается на основе оперативной численной интерактивной модели дрейфа нефтяных пятен в Балтийском море Шведского института метеорологии и гидрологии (SMHI).

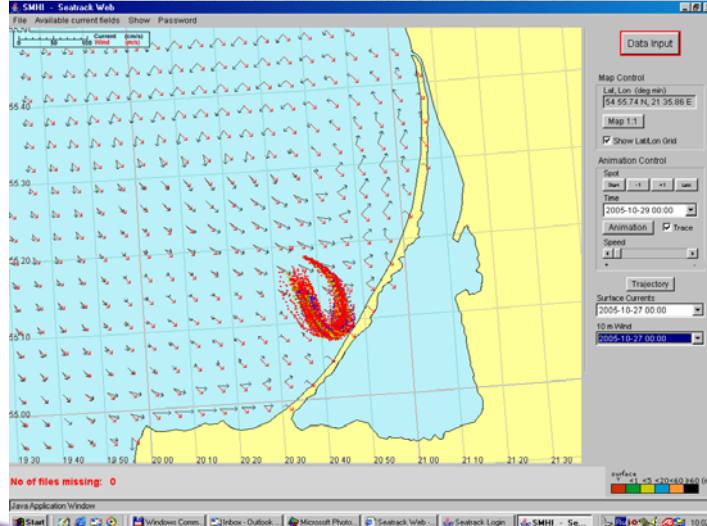
25.10.05



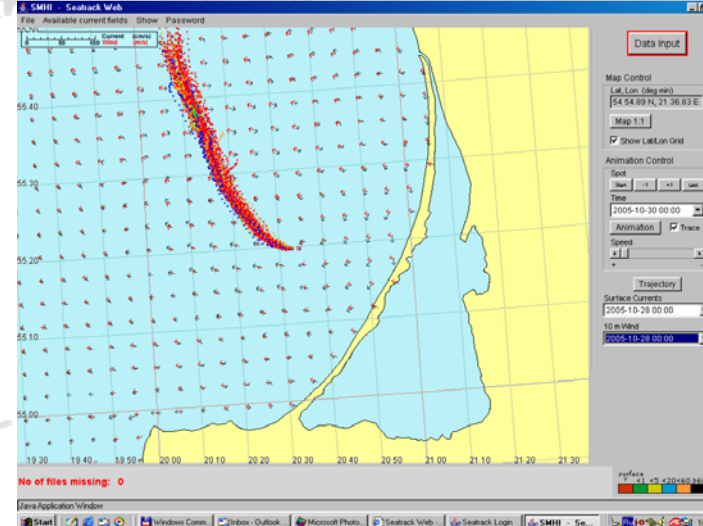
26.10.05



27.10.05



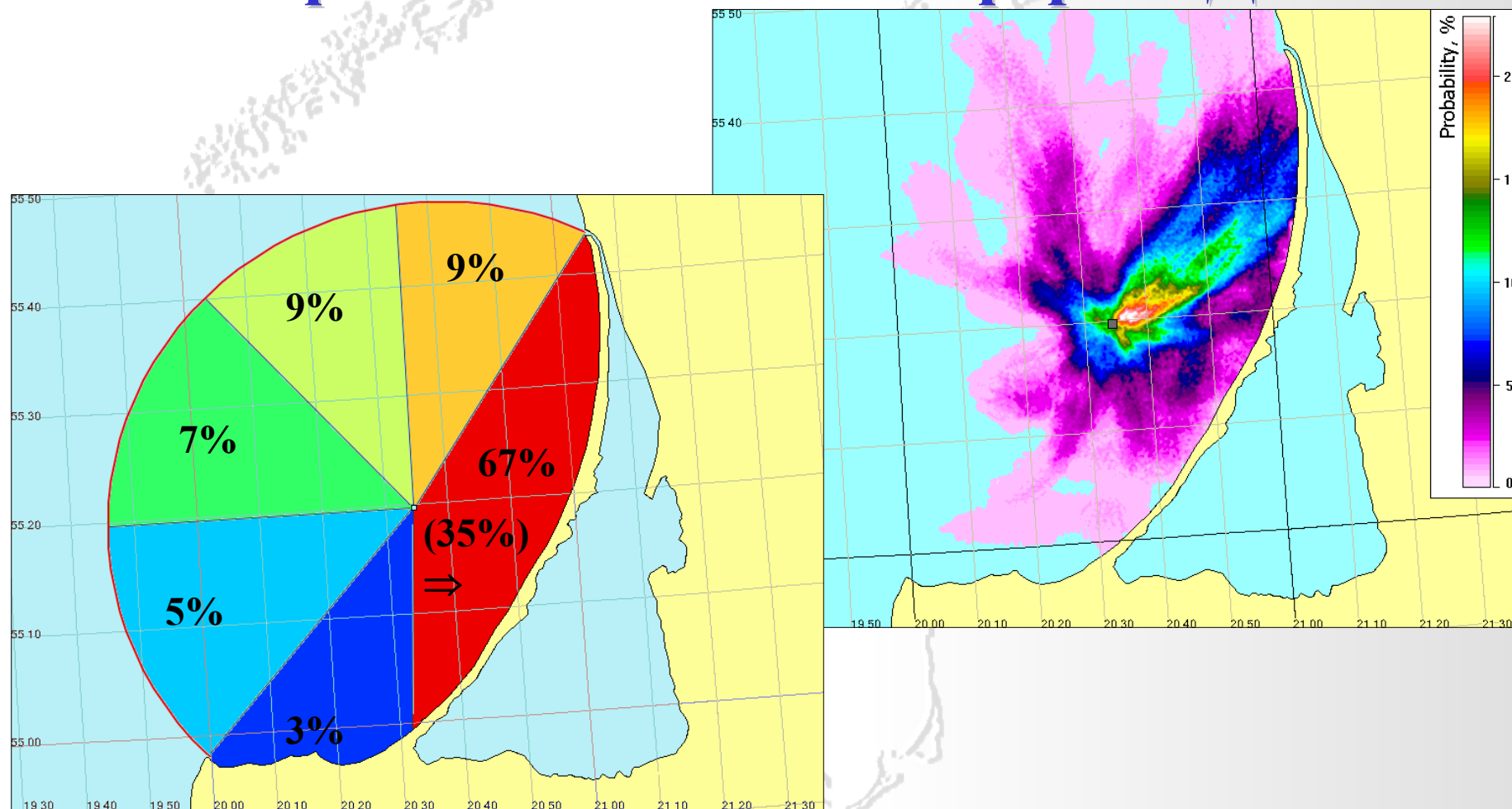
28.10.05



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

Потенциальная вероятность дрейфа нефтяных пятен с платформы Д-6



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

МОРСКОЙ БЮЛЛЕТЕНЬ № 22 (46)

28 мая – 3 июня 2005 г.

**Обзор состояния юго-восточной части Балтийского моря,
составленный на основе комплексного спутникового
мониторинга морских объектов обустройства Кравцовского
нефтяного месторождения**



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

ПРЕСС-РЕЛИЗ 01.10.2004

**ДЕЛЕГАЦИИ ХЕЛКОМ И ЛИТОВСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПОСЕТИЛИ НЕФТЯНЫЕ
ОБЪЕКТЫ ООО «ЛУКОЙЛ-КАЛИНИНГРАДМОРНЕФТЬ»**

Делегацию ХЕЛКОМ возглавляла Исполнительный секретарь Анна-Кристина Брюзендорфф, литовскую делегацию - Секретарь Министерства охраны окружающей среды Литовской Республики Александрас Спруогис. Делегации были ознакомлены с технологическим циклом эксплуатации месторождения «Кравцовское» (Д-6), а также с результатами проводимого ЛУКОЙЛом производственного экологического мониторинга, в том числе космического. Гости посетили морскую ледостойкую стационарную платформу (МЛСП) и осмотрели нефтесборный пункт в поселке Романово и нефтяной терминал «Ижевский». Исполнительный секретарь ХЕЛКОМ Анна-Кристина Брюзендорфф, в частности, заявила, что «она весьма удовлетворена итогами визита».

11 октября 2005 г. Депутаты Европейского парламента посетили МЛСП Д-6
10 октября морскую ледостойкую стационарную платформу Д-6 посетили члены Европейского парламента из Литвы, Эстонии, Польши, Чехии, Голландии и Бельгии. Со стороны европейских парламентариев рабочую группу возглавил председатель делегации Европарламента в комитете парламентского сотрудничества Россия-ЕС Камбель Эрлингс, который отметил, что, на его взгляд, Россия, действительно, тщательно следит за состоянием Балтийского моря, привлекая к спутниковому мониторингу независимую норвежскую компанию, которая подтвердила, что с момента начала эксплуатации и по сегодняшний день от платформы Д-6, добывающей нефть на шельфе Балтики, не было зафиксировано ни одного загрязнения.



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

18 октября 2005 (17:52)

Министр природных ресурсов РФ Юрий Трутнев 18 октября 2005 г. провел рабочую встречу с Министром окружающей среды Финляндии г-ном Ян-Эриком Энестамом

По словам министра, Россия в настоящее время располагает данными космического мониторинга акватории Балтики. «Мы получили и передали в Министерство иностранных дел России данные космического мониторинга, свидетельствующие о том, что разработка Кравцовского месторождения на российском шельфе Балтики не оказывает негативного влияния на состояние экологии моря», – отметил Ю.Трутнев. Он также подчеркнул, что результаты мониторинга говорят о многочисленных загрязнениях акватории в районах портов ряда прибалтийских государств. Совместное ведение мониторинга странами Балтики позволит всем заинтересованным сторонам использовать точные данные, а не результаты отдельных и зачастую тенденциозных исследований, заявил глава МПР России.



http://www.lukoil.ru/static_6_sid_2135_.html



КОМПЛЕКСНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2005, А. Г. Костяной

Благодарности

Европейскому Космическому Агенству (ESA, <http://www.esa.int/esaCP/index.html>),
Канадскому Космическому Агентству (CSA) и
Конгсбергским спутниковым службам (KSAT, Тромсё, Норвегия, www.ksat.no/)
за получение радиолокационных данных ASAR ENVISAT (Контракт 04-10095-A-C);

НОАА (<http://www.noaa.gov/>) и Лаборатории информационной поддержки космического
мониторинга Института космических исследований РАН (ИКИ РАН, <http://smis.iki.rssi.ru/>)
за предоставление данных радиометра AVHRR;

Годдардскому центру космических полетов НАСА за предоставление данных радиометра
MODIS (спутники Terra и Aqua) (<http://www.nasa.gov/centers/goddard/home/index.html>);

Центру данных по физической океанографии Лаборатории реактивного движения
Калифорнийского технологического института (PODAAC, JPL NASA,
<ftp://podaac.jpl.nasa.gov>) за предоставление данных спутников QuikSCAT и JASON-1;

Шведскому институту метеорологии и гидрологии (SMHI, www.smhi.se/) за оперативный
доступ к численной модели дрейфа нефтяных пятен (Seatrack Web model);

ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть за финансирование проекта

