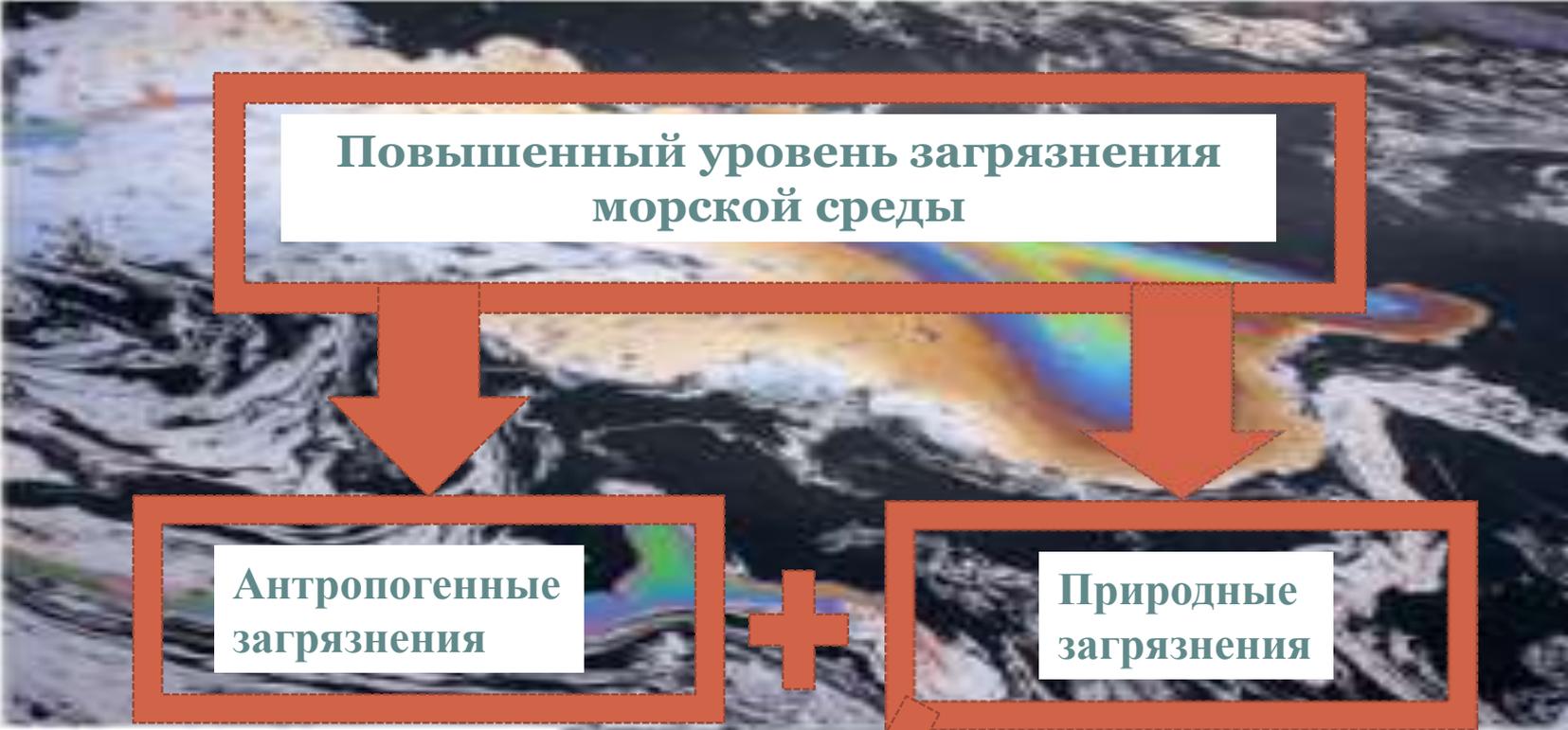


СПУТНИКОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВЫХОДОВ УГЛЕВОДОРОДОВ С МОРСКОГО ДНА В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАСПИИ И ЮГО- ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

*М.И. Митягина**

Институт космических исследований РАН





**Повышенный уровень загрязнения
морской среды**

**Антропогенные
загрязнения**

+

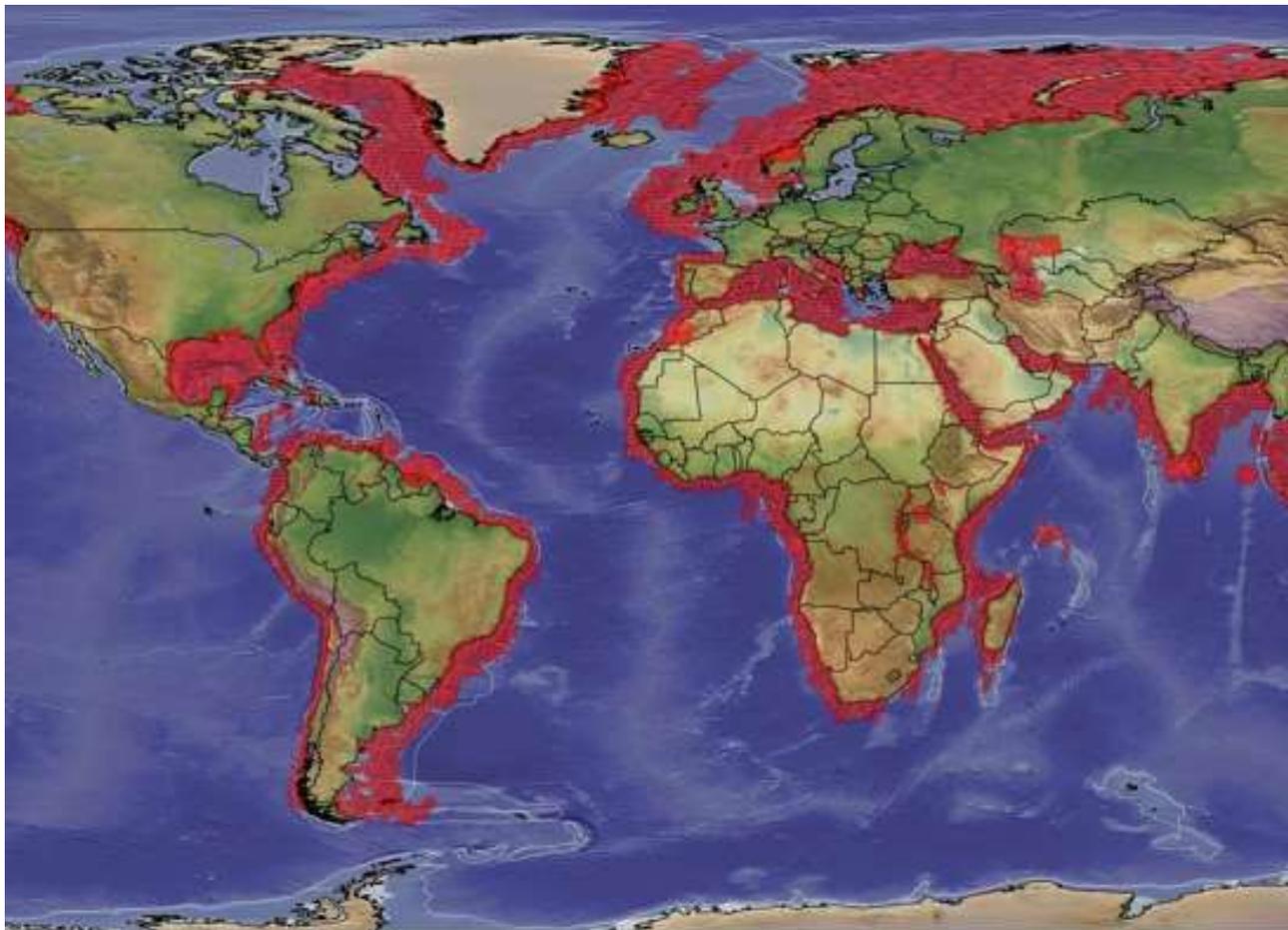
**Природные
загрязнения**



**Естественные выходы
углеводородов с
морского дна**



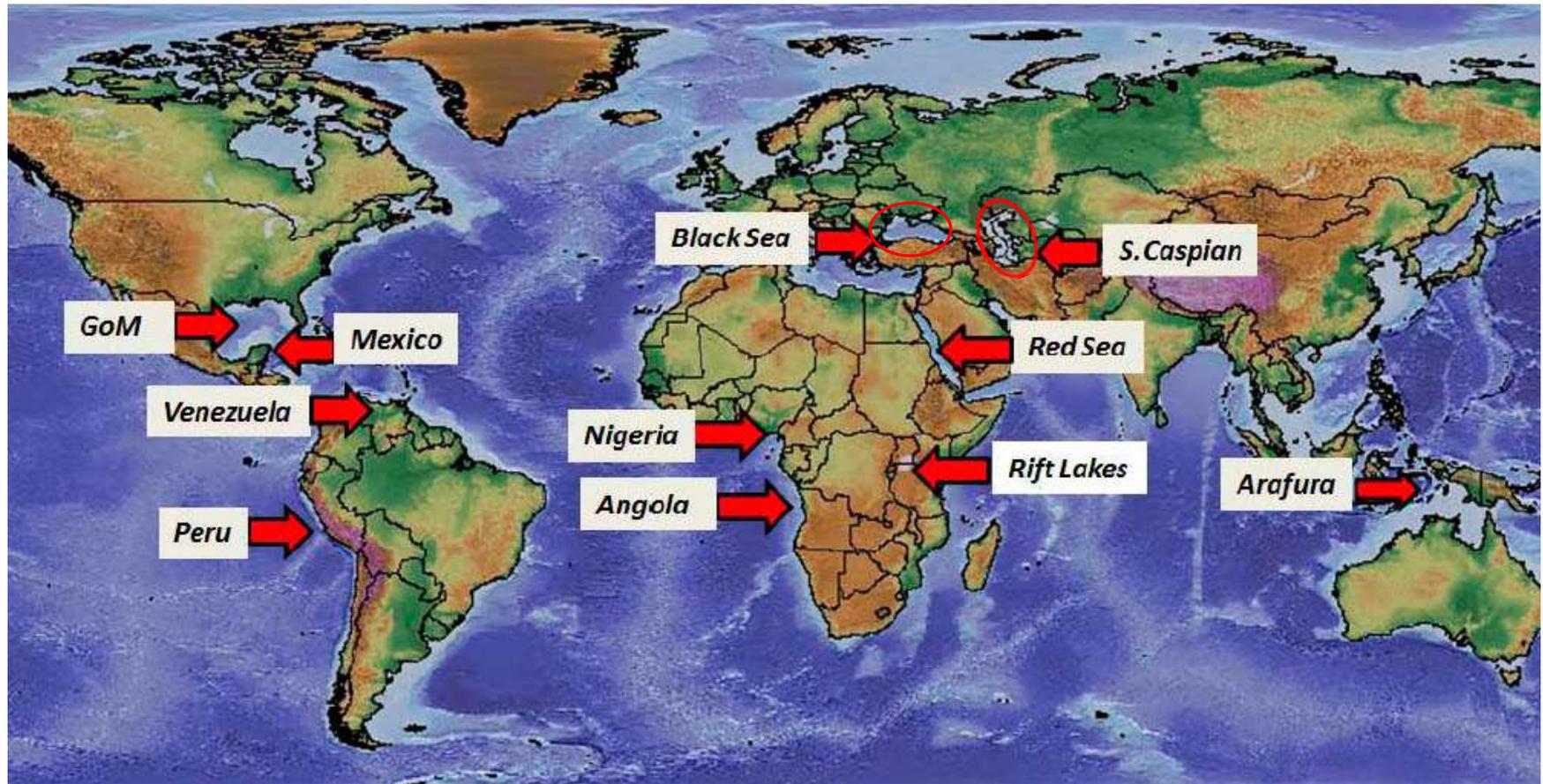
GLOBAL OFFSHORE SEEPS DATABASE



Интерес к определению районов естественных проявлений углеводородов на морском дне и установлению причин их возникновения определяется следующим:

- 1) Главный источник поступления нефти в мировой океан.**
- 2) Экологические последствия определяются не только количеством нефти, выброшенной в окружающую среду, но также ее типом и скоростью его растекания. Естественные просачивания медленно выделяют нефть с на длительных промежутках времени, что позволяет экосистемам адаптироваться, в то время как при антропогенных разливах быстро высвобождается нефть в количествах, которые подавляют экосистему.**
- 3) Вероятное наличие связи между естественными проявлениями углеводородов с морского дна и нефтяными и газовыми месторождениями, что превращает эти уникальные явления в своего рода критерий нефтегазопоиска.**
- 4) Знание районов локализации естественных проявлений углеводородов необходимо и для выбора безопасных мест строительства подводных инженерных сооружений**

«ГОРЯЧИЕ ТОЧКИ» СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

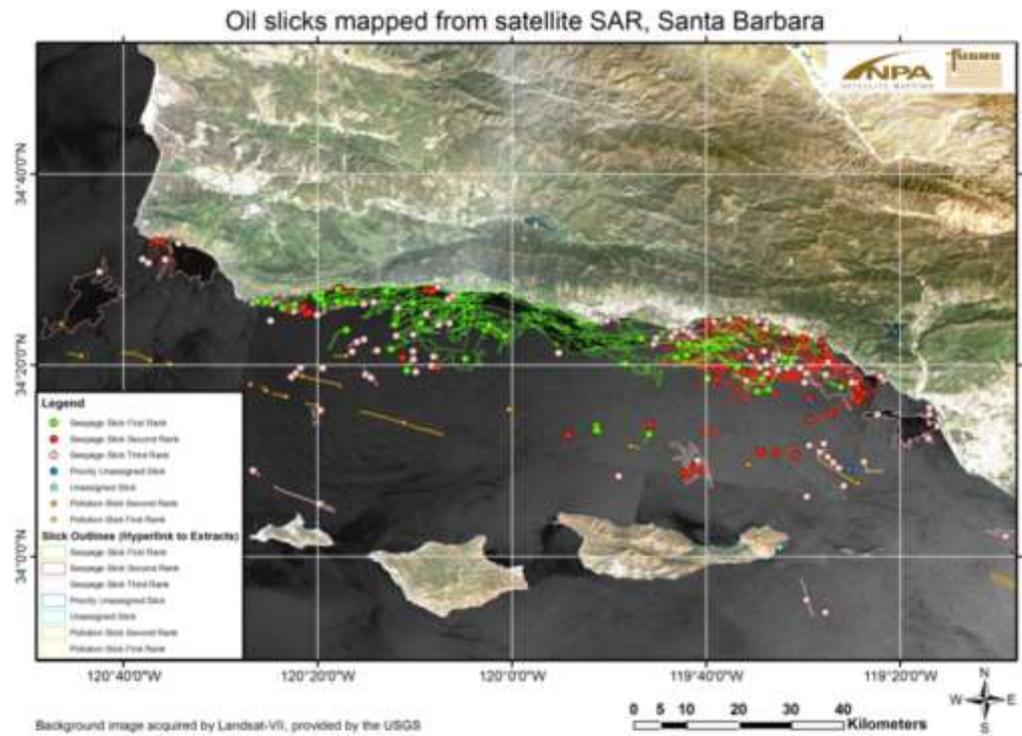


MARINE SEEPS IN THE SANTA BARBARA CHANNEL

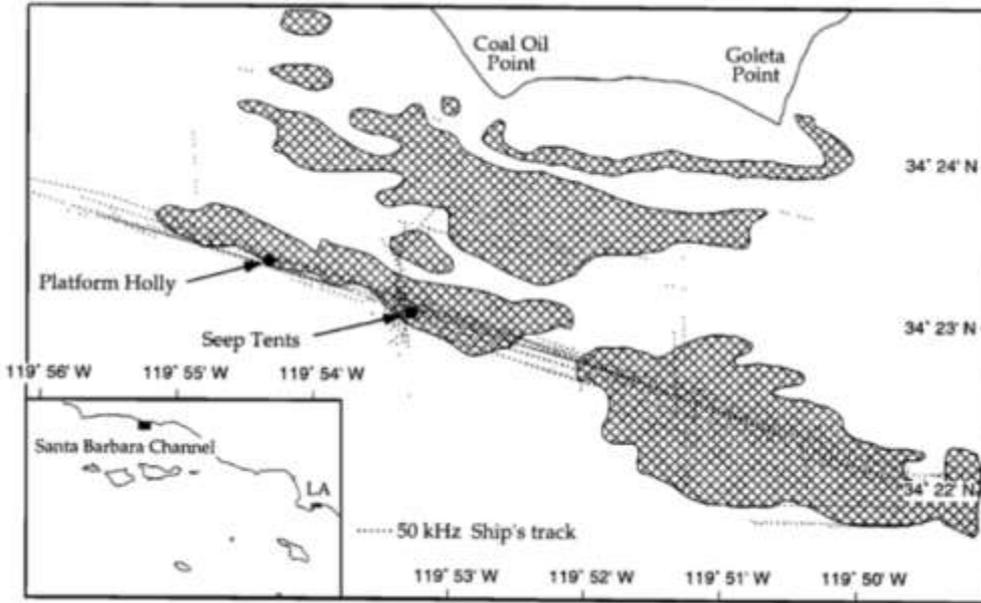


The largest natural oil and gas seeps in the Western Hemisphere lie in the Santa Barbara Channel.

According to the California State Lands Commission, they comprise more than 1,200 of the over 2,000 active submarine seeps along the California coast.



NATURAL OIL SEEPS OFF COAL OIL POINT (COP), CALIFORNIA



A natural tar seep offshore of Gaviota in Santa Barbara County, California.

The most intense area of natural seepage in the Santa Barbara Channel is the Coal Oil Point seep field about 15 km west of the city of Santa Barbara. These seeps were observed by the earliest Spanish settlers and English explorers

Coal Oil Point seeps about 7,800 to 8,900 tonnes of oil per year.

To account for seeps likely to be present elsewhere in the Santa Barbara Channel and the offshore Santa Maria and Santa Monica Basins, the total oil seepage offshore southern California is now estimated to be about twice the seepage at Coal Oil Point, or about 17,000 tonnes annually, rounded to one significant figure of 20,000 tonnes of oil per year.

THE SANTA BARBARA CHANNEL



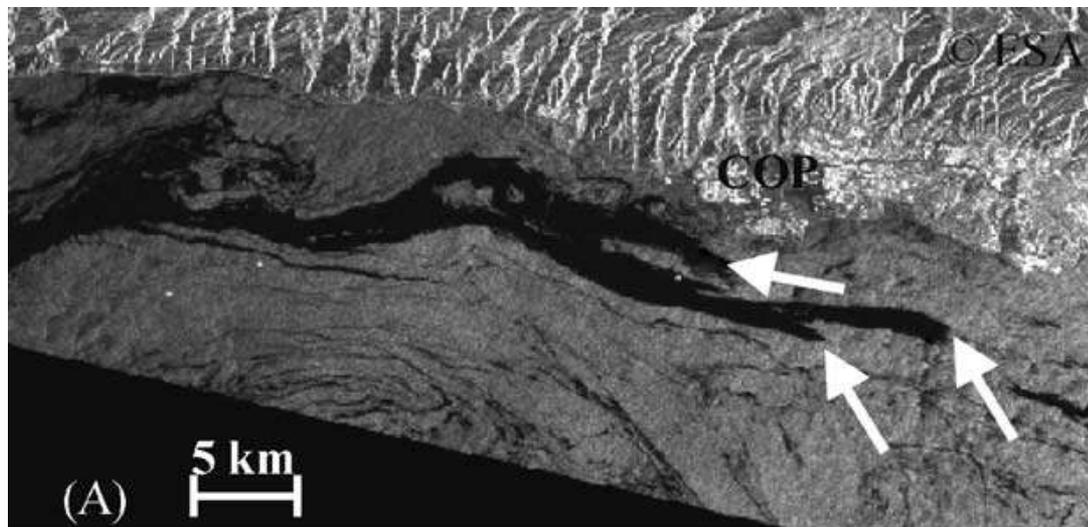
Битум на побережье Санта Барбара.



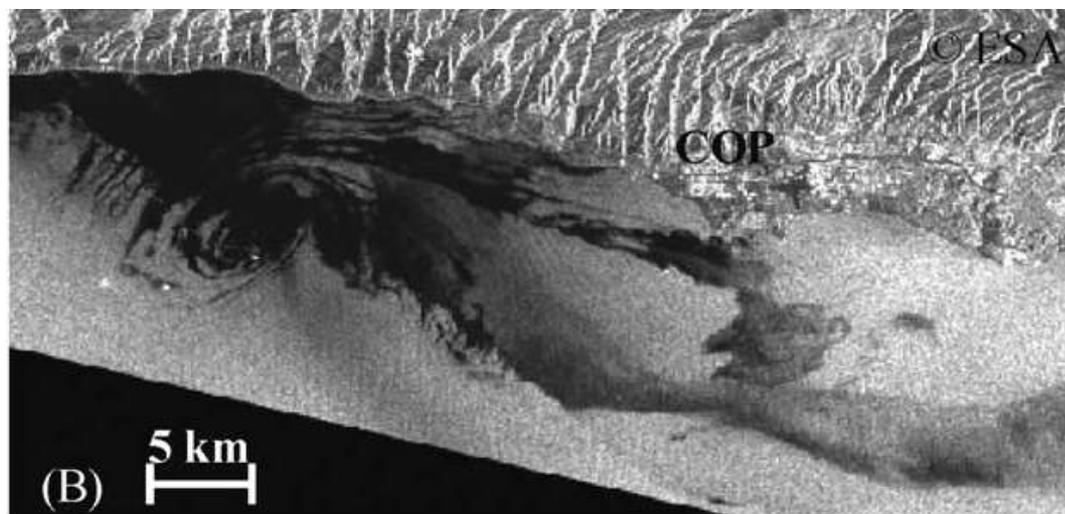
Photograph showing tarball morphology typically found on Santa Barbara County's northern beaches and rocks.

The natural oil and gas seeps beneath the Santa Barbara Channel cause petroleum to drift to the ocean's surface, producing a persistent oil slick that's usually carried north and west by ocean currents, generally coming ashore between Santa Barbara and Gaviota. As the oil rises to the surface and floats, it coagulates and biodegrades into tar. This is the same tar that is found on the beaches along the Santa Barbara coastline.

NATURAL OIL SEEPS OFF COAL OIL POINT (COP), CALIFORNIA

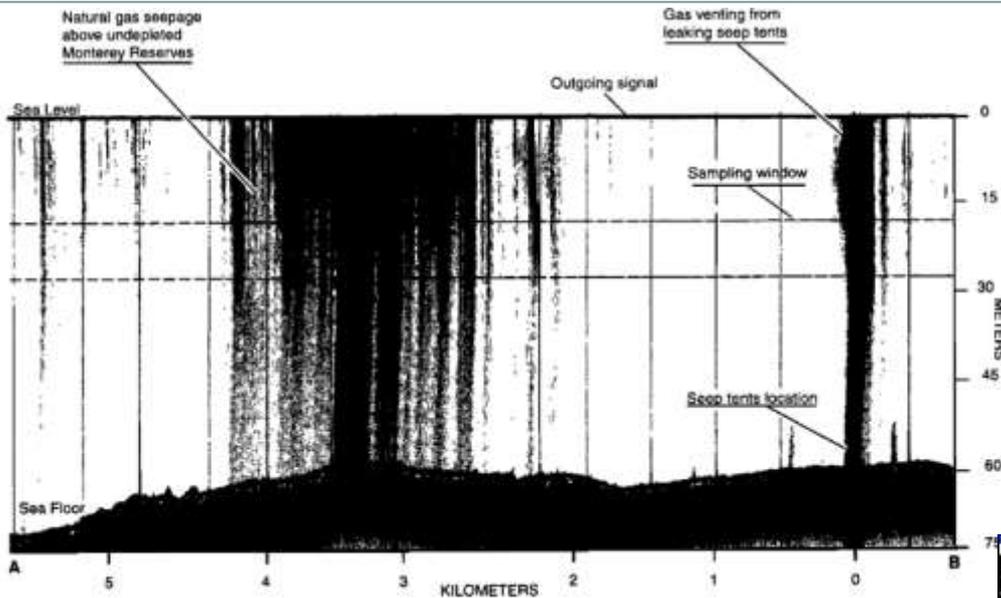


ERS-2 SAR, 10 December 1995 at 18:40 GMT



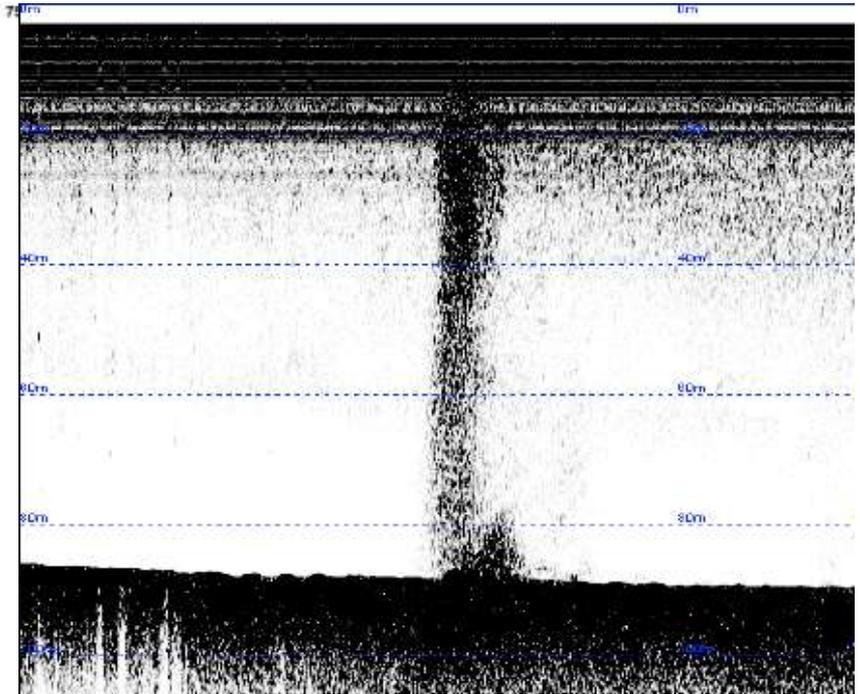
ERS-1 SAR, 13 January 1996 at 18:40 GMT Ref: DiGiacomo et al 2004

NATURAL OIL SEEPS OFF COAL OIL POINT (COP), CALIFORNIA



A 50 kHz sonar record along the offshore from Coal Oil Point

Example of an acoustic anomaly recorded by a 12 kHz echo sounder and interpreted to be from gas bubbles rising through the water column from a depth of about 90 m. Note that the gas-bubble train (water-column anomaly) extends as a straight line from a mound on the seafloor to the surface.

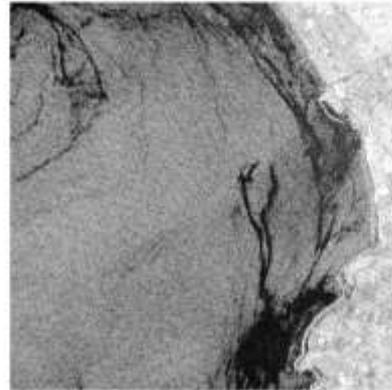


MARINE SEEPS OFF REDONDO BEACH

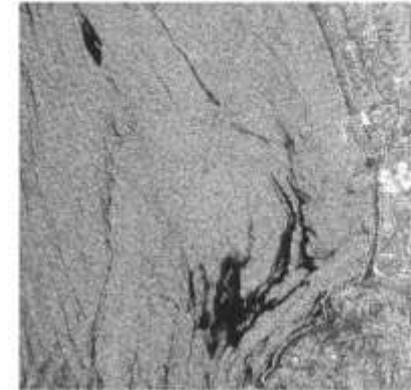
SAR Detection of Redondo Beach Natural Oil Seep



A. December 26, 1998 (R1)



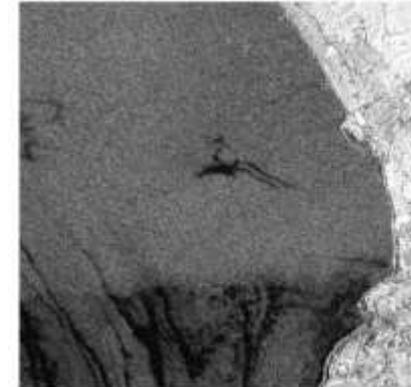
B. August 02, 2001(ERS2)



C. January 27, 2002, 0141GMT (R1)

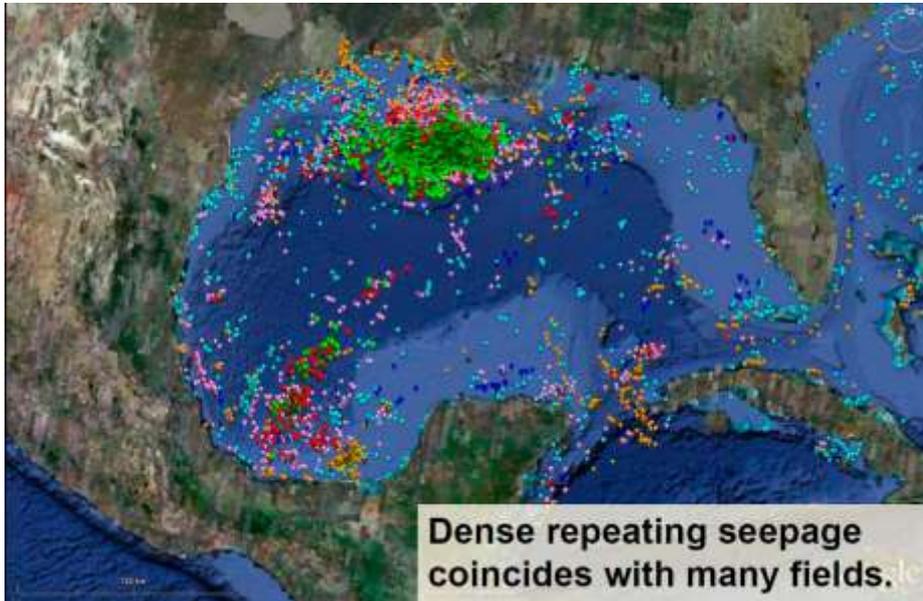


D. January 27, 2002, 1400 GMT (R1)



Ref: Holt, 2004

THE GULF OF MEXICO



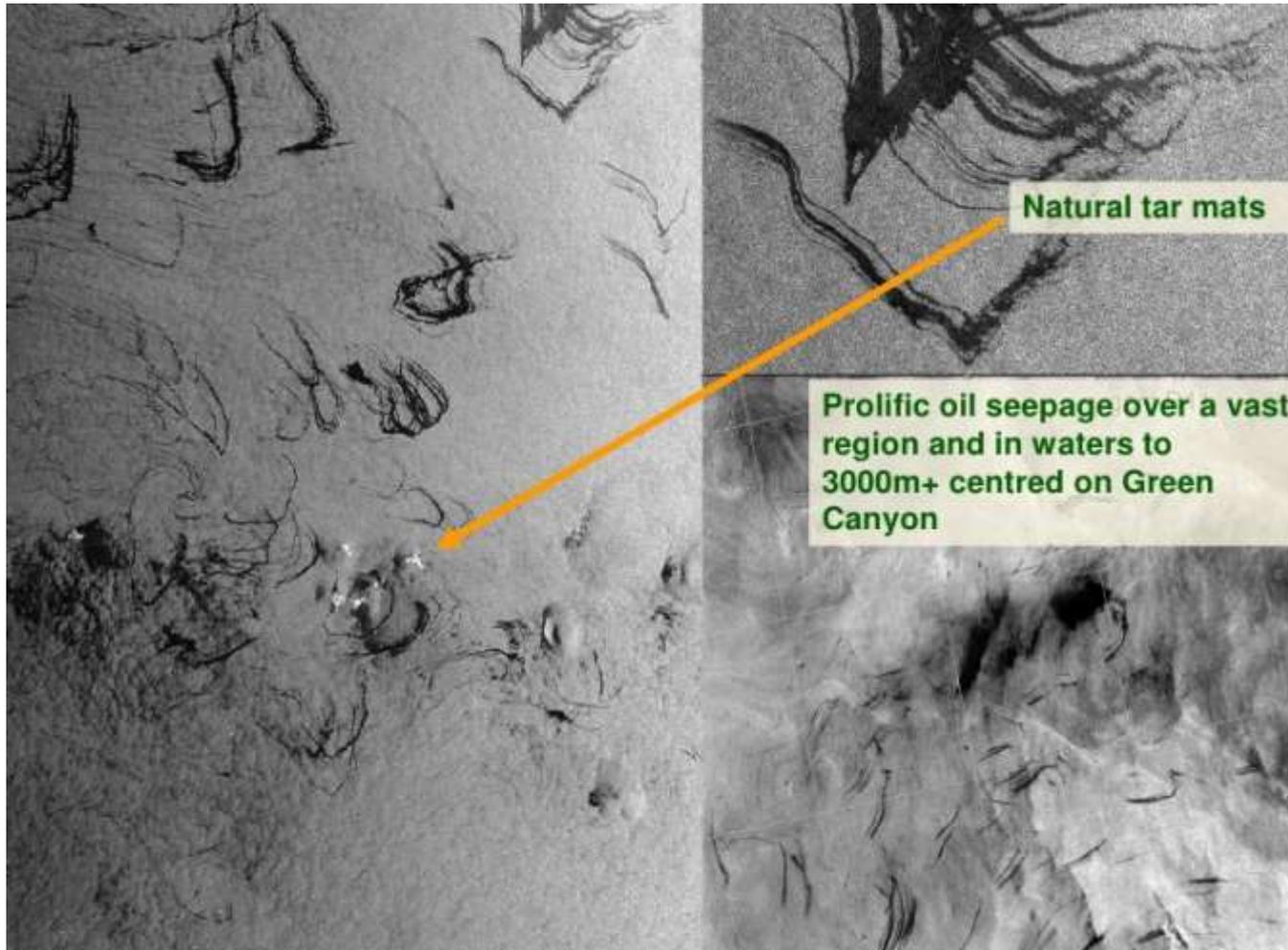
A satellite survey published in January of 2000 counted at least 600 natural oil seeps within the Gulf of Mexico. And they release a lot of oil.

Studies in parts of the Gulf of Mexico (MacDonald et al., 1993; MacDonald, 1998; Mitchell et al., 1999), have resulted in an estimated seepage rate for the entire Gulf of Mexico of 140,000 tonnes per year (range of 80,000 to 200,000 tonnes per year).

The SAR images indicate that water is covered with oil amounts to,
a) conservatively ~850 sq. km in the northern Gulf of Mexico
b) and ~150 sq. km in the southern Gulf of Mexico.

1. Mitchell, R., MacDonald, I. R. & Kvenvolden, K. Estimates of total hydrocarbon seepage into the Gulf of Mexico based on satellite remote sensing images. EOS Supplement 80, OS242 (1999).
2. MacDonald, I. R. et al. Asphalt volcanism and chemosynthetic life, Campeche Knolls, Gulf of Mexico. Science 304, 999-1002 (2004).

THE GULF OF MEXICO



КАСПИЙСКОЕ МОРЕ



Картина поверхностных загрязнений Каспийского моря нефтесодержащими пленками predetermined природными особенностями Каспийского моря, главной из которых является наличие больших запасов нефти и газа в его недрах.

Каспий относится к крупнейшим нефтяным провинциям мира, и именно в этом регионе был создан один из первых в мире морских промыслов.

Со дна Каспийского моря осуществляется основная часть всей добычи нефти и газа в Азербайджане.

Два основных района наиболее интенсивного загрязнения морской поверхности Каспийского моря:

- 1) области Апшеронского и Бакинского архипелагов
- 2) западный борт Южно-Каспийской впадины

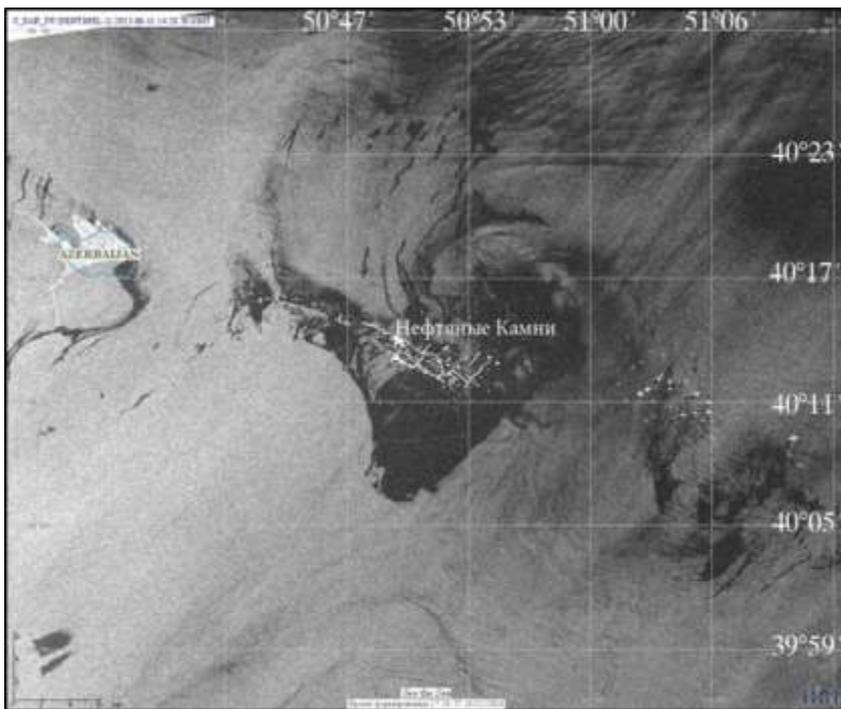
РАЙОН НЕФТЕДОБЫЧИ НЕФТЯНЫЕ КАМНИ



➤ Морское месторождение Нефтяные Камни, расположено в акватории Каспийского моря, 42 км к юго-востоку от Апшеронского полуострова, 100 км от Баку

➤ Разработка этого месторождения началась в 1949 году. Для того, чтобы создать основания буровых платформ, было затоплено семь списанных кораблей, в том числе и первый в мире самоходный металлический нефтеналивной танкер, построенный в 1877—78 годах по заказу «Товарищества братьев Нобель» для доставки керосина наливом из Баку в Царицын (ныне Волгоград) и Астрахань.

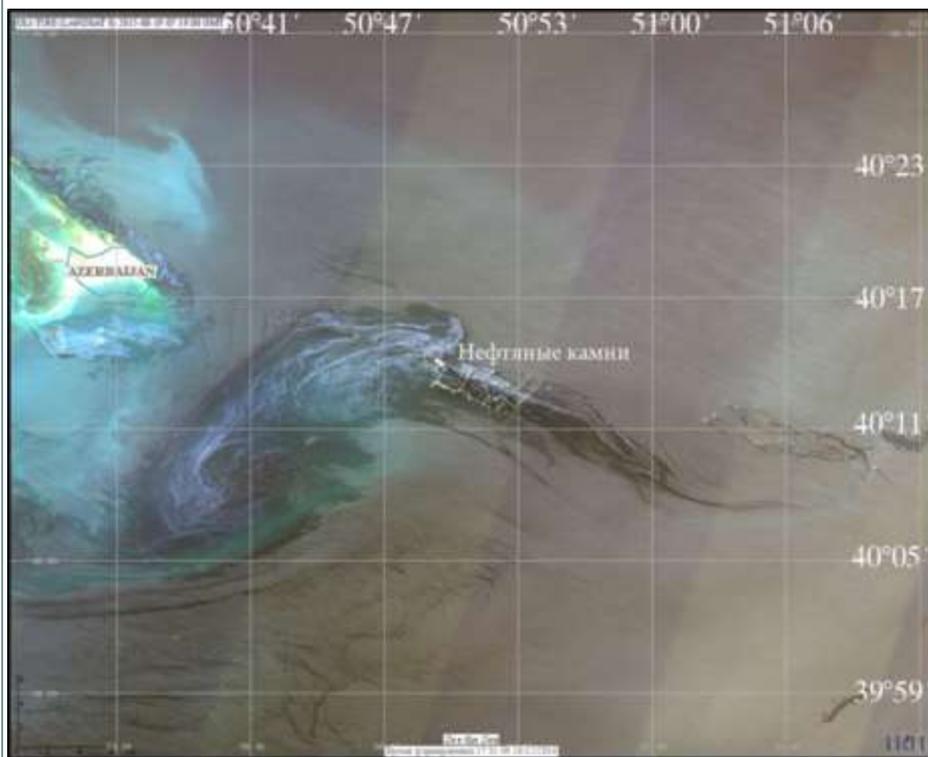
➤ Сейчас Нефтяные Камни — это более двухсот стационарных платформ, связанных между собой эстакадами общей протяжённостью 350 километров.



Sentinel-1A SAR. 11.06.2015, 14:28 UTC

$S=290 \text{ км}^2$

РАЙОН НЕФТЕДОБЫЧИ НЕФТЯНЫЕ КАМНИ



*OLI-TIRS IC3 Landsat-8. 19.08. 2015, 07:19 UTC
S= 330 км²*

В области солнечного блика, нефтесодержащие плёнки имеют повышенную яркость и проявляются как светлые структуры, окружённые тёмным ореолом

➤ Непрерывное загрязнение морской поверхности нефтью в районе Нефтяных Камней обусловлено в основном не утечками в процессе нефтедобычи или устаревшим оборудованием, а поступлением нефти из естественных и искусственных грифонов (выход нефти на поверхность моря).

➤ Естественные выходы нефти на поверхность моря в этом районе были известны задолго до начала нефтедобычи. Нефть просачивалась по трещинам из выступающей над поверхностью моря каменной гряды Чёрные камни, которая позже получила новое название — Нефтяные камни.

➤ Образование искусственных грифонов является характерной особенностью процесса морской разведки и нефтедобычи.

➤ За время разбуривания месторождения "Нефтяные камни" до 1958 г. грифонообразование имело место в 37 скважинах. При этом грифоны некоторых скважин действовали от нескольких дней до 2 лет, а количество выбрасываемой нефти во время действия грифона колебалось от 100 до 500 т в сутки [Маилян, 1966].

➤ И сегодня искусственные грифоны остаются одним из источников нефтяного загрязнения Центрального Каспия.

РАЙОН НЕФТЕДОБЫЧИ НЕФТЯНЫЕ КАМНИ



➤ Практически на всех спутниковых изображениях района нефтедобычи идентифицируются нефтяные пятна, причем следы нефти выявляются зачастую на площади более 800 км² вокруг морских буровых платформ.

➤ **Площадь загрязнения выше, чем в Мексиканском заливе**

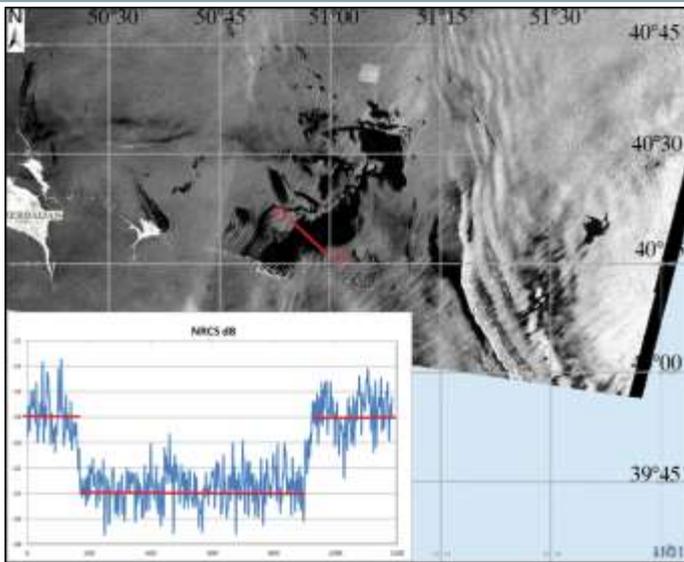
➤ Размер и направление распространения пятна зависят в основном от метеоусловий.

➤ Район месторождения «Нефтяные Камни» может выступать в роли своеобразной естественной лаборатории, где можно исследовать: влияние ветра и течений на распространение нефтяного пятна, а также зависимость формирования радиолокационных образов нефтяных загрязнений от условий наблюдения.

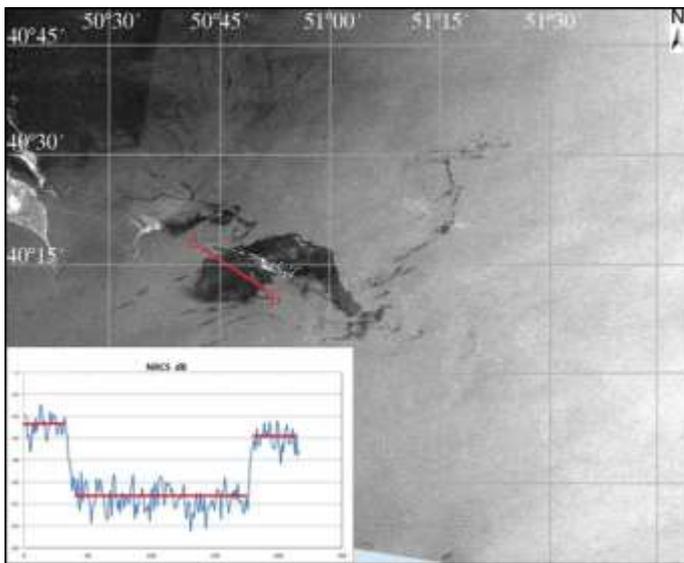
РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ ОБРАЗЫ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИ УМЕРЕННЫХ ВЕТРАХ

Нефтяная плёнка, покрывающая морскую поверхность и образующая сликовую область, проявляется на РЛИ в виде обширных темных областей пониженного рассеяния на фоне относительно светлой взволнованной морской поверхности.

Ослабление интенсивности обратно-рассеянного радиолокационного сигнала в сликовой области достигает 2 - 11 дВ, что определяется толщиной поверхностной плёнки, скоростью приповерхностного ветра, а также поляризацией зондирующего сигнала

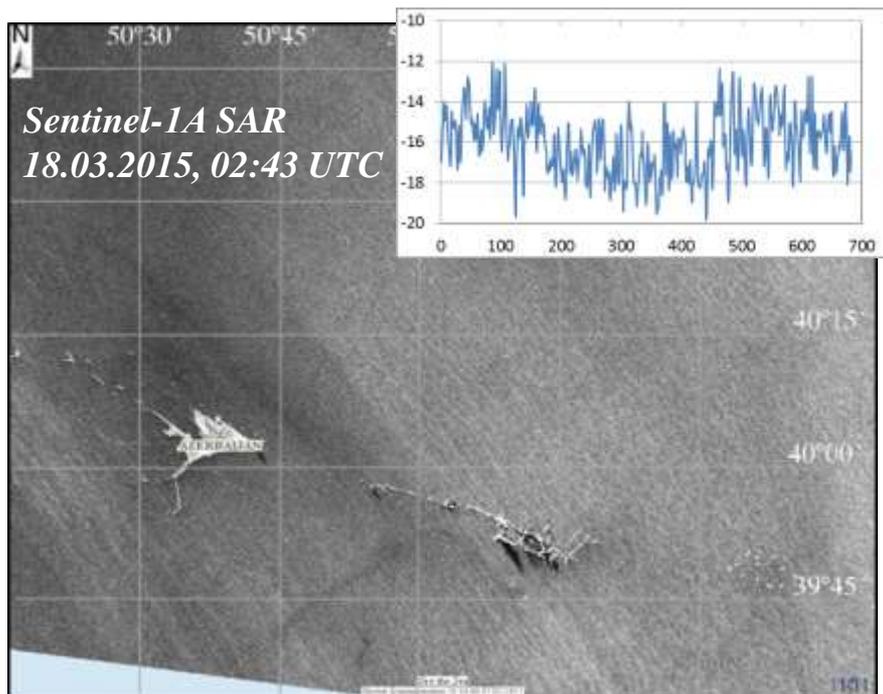


РЛИ Sentinel-1A SAR, 29.05.2015, 02:43 UTC
 $S = 375 \text{ км}^2$



Envisat ASAR 7 .05.2010, 06:45 UTC,
 $S = 290 \text{ км}^2$

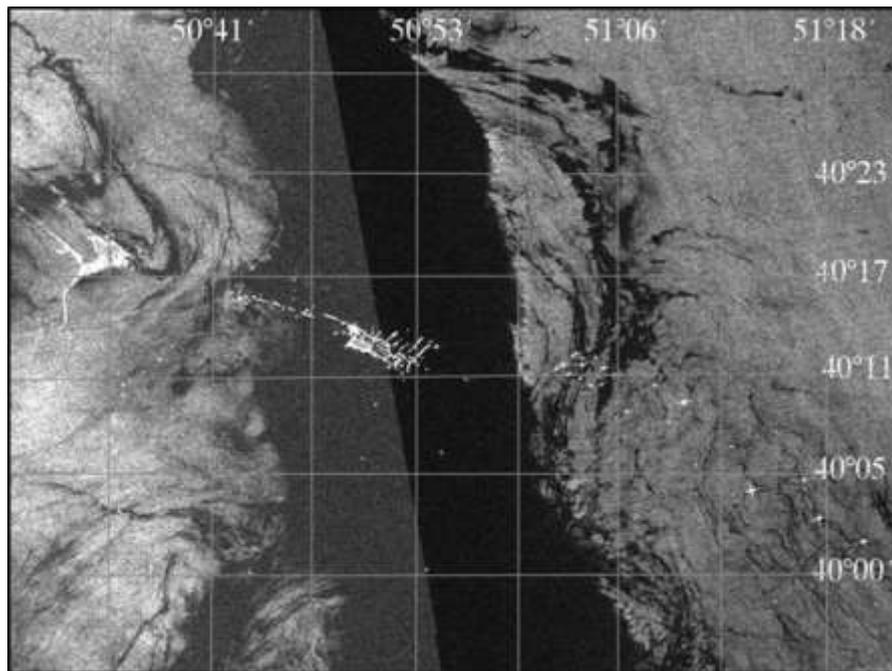
РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ ОБРАЗЫ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИ СИЛЬНОМ ВЕТРЕ / АКТИВНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССАХ В ПРИВодНОМ СЛОЕ



Относительно небольшое нефтяное загрязнение морской поверхности площадью около 4 км², идентифицируется в непосредственной близости от нефтедобывающей платформы

- Сильный приповерхностный ветер (более 9-10 м/с) в сочетании с развитым поверхностным волнением препятствует развитию обширного slicka, т.к. при больших скоростях ветра поверхностные пленки, как нефтяные, так и биогенные, начинают разрушаться под воздействием ветра и волнения и не всегда могут быть идентифицированы на спутниковых РЛИ.
- Вариации поля приповерхностного ветра, обусловленные конвективными движениями в приводном слое атмосферы, приводят к появлению на РЛИ ячеистых структур.
- В результате совокупного влияния описанных выше факторов нефтяное загрязнение слабо проявляется на спутниковом РЛИ — различим только очень небольшой участок пониженного рассеяния в непосредственной близости от платформы.
- Вариации интенсивности обратно-рассеянного сигнала, связанные с присутствием нефтяной плёнки на морской поверхности в этом случае невелики и составляют примерно 1,5-2 дБ

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ ОБРАЗЫ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИ СЛАБЫХ ВЕТРАХ



Фрагмент РЛИ ASAR Envisat от 4 июня 2015, 02:43 UTC, полученного над районом нефтедобычи Нефтяные Камни в условиях слабого приповерхностного ветра.

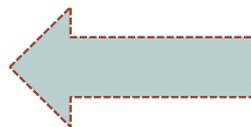
Выявить на этом РЛИ нефтяное загрязнение вокруг платформ, а тем более, установить его площадь, не представляется возможным.

На РЛИ, полученных в условиях слабого приповерхностного ветра, выявляются обширные тёмные области пониженного рассеяния.

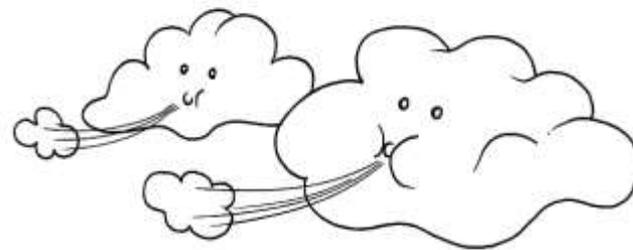
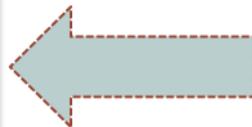
При слабом ветре или его отсутствии гравитационно-капиллярная компонента поля поверхностного волнения, ответственная за Бреговское резонансное рассеяние, может не успеть развиться, что приводит к значительному ослаблению интенсивности обратно-рассеянного сигнала.

На РЛИ, полученных в условиях слабого приповерхностного ветра, присутствует много областей пониженного рассеяния, не связанных с наличием на морской поверхности нефтяной пленки, что значительно повышает вероятность «ложной тревоги» при мониторинге нефтяных загрязнений, а также приводит к завышению их площади

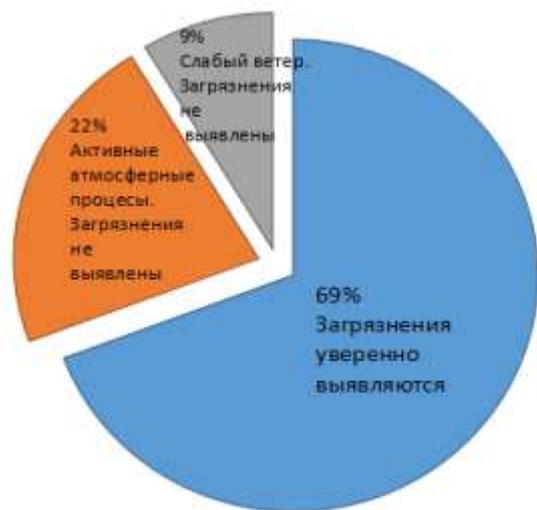
Площадь нефтяного загрязнения, определяемая исключительно по радиолокационным данным может **ЗАВЫШЕННОЙ**, если данные получены при слабых ветрах или в штилевых условиях



Площадь нефтяного загрязнения, определяемая исключительно по радиолокационным данным может оказаться **ЗАНИЖЕННОЙ**, если данные получены в присутствии значительных возмущений в приводном слое атмосферы



ЗАВИСИМОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ОБРАЗОВ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОТ УСЛОВИЙ НАБЛЮДЕНИЯ

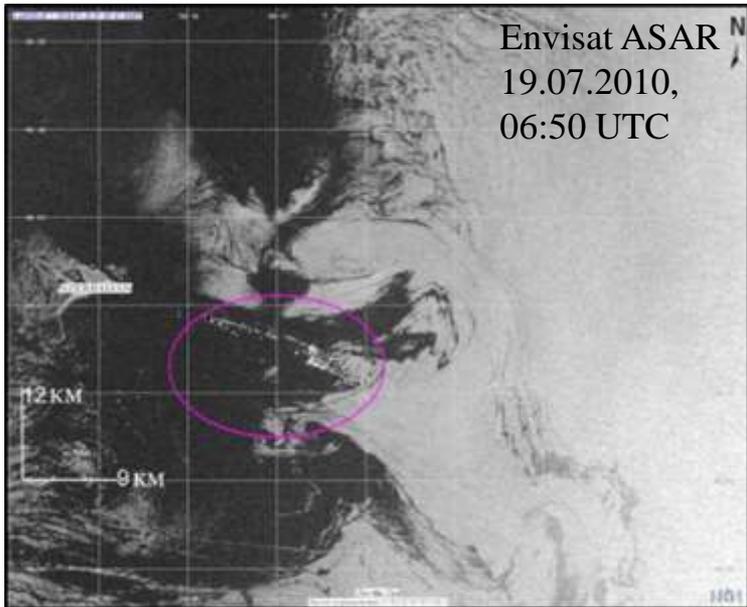


69% случаев - нефтяное загрязнение с уверенностью выявляется.

22% случаев - нефтяные загрязнения не выявлены, потому что их проявления маскировались радиолокационными образами активных атмосферных процессов либо потому, что съемки проводились в условиях сильного приповерхностного ветра.

9% случаев - на момент съемки в районе интереса наблюдался слабый приповерхностный ветер или условия, близкие к штилевым. На РЛИ присутствует обширная область пониженного рассеяния и уверенно выделить нефтяное загрязнение не удаётся.

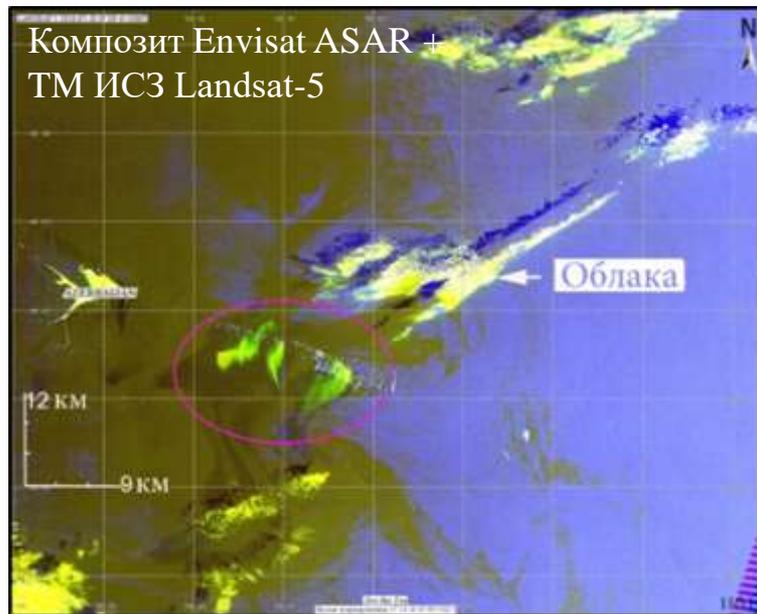
Envisat ASAR
19.07.2010,
06:50 UTC



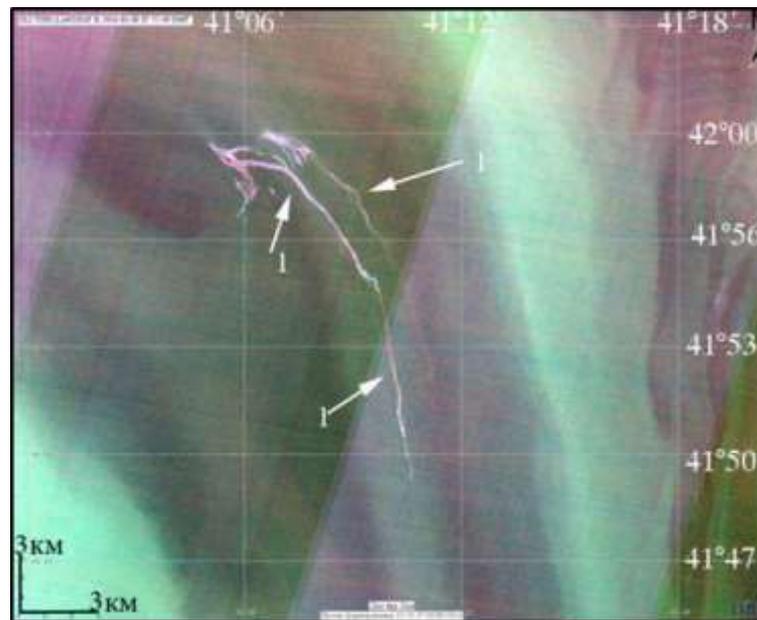
СОВМЕСТНЫЙ АНАЛИЗ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ И ДАННЫХ ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА

Привлечение к анализу данных, полученных сенсорами оптического диапазона в зоне солнечного блика в близкое время над тем же районом, позволяет выделить нефтяные пятна и исключить области ослабления ветра.

Композит Envisat ASAR +
TM IC3 Landsat-5



СОВМЕСТНЫЙ АНАЛИЗ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ И ДАННЫХ ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА



Пример совместного анализа радиолокационного и оптического изображений.

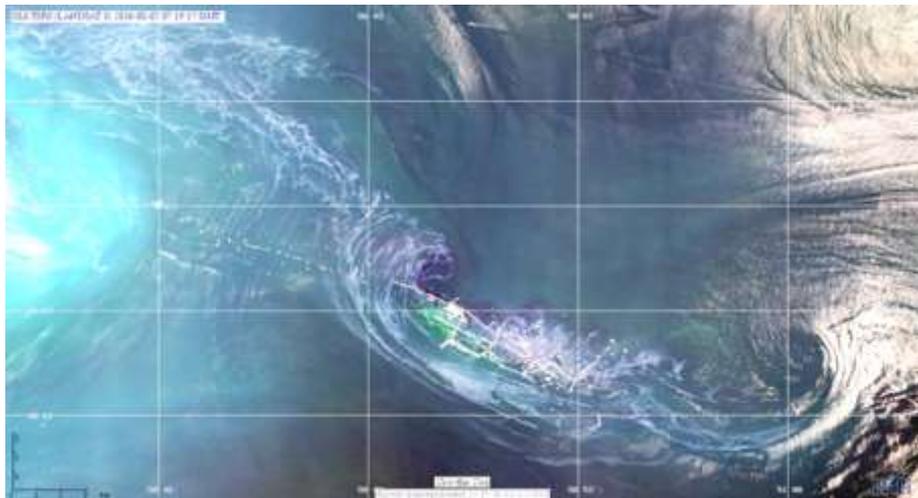
а – Фрагмент РЛИ Sentinel-1A SAR от 8.03.2016, 03:16 UTC;

б – фрагмент цветосинтезированного изображения сенсора Landsat-8 OLI (4, 2 и 1 спектральные каналы) от 8.03.2016, 07:55 UTC.

1—нефтедержащие поверхностные плёнки;

2—биогеенные плёнки

ВЛИЯНИЕ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ВЕТРА И ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕЧЕНИЙ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ



OLI-TIRS IC3 Landsat-8, 5.08.2016 , 07:19 UTC

Вовлеченные в вихревые движения пленки распространяются в северо-западном направлении на расстояние до 20 км и в юго-восточном направлении на расстояние до 10 км. Площадь загрязнения 200 кв. км.

Факторы, оказывающие наибольшее влияние на размер, форму и направление распространения нефтяного загрязнения в окрестности нефтедобывающей платформы:

- приповерхностный ветер;
- поверхностные течения.

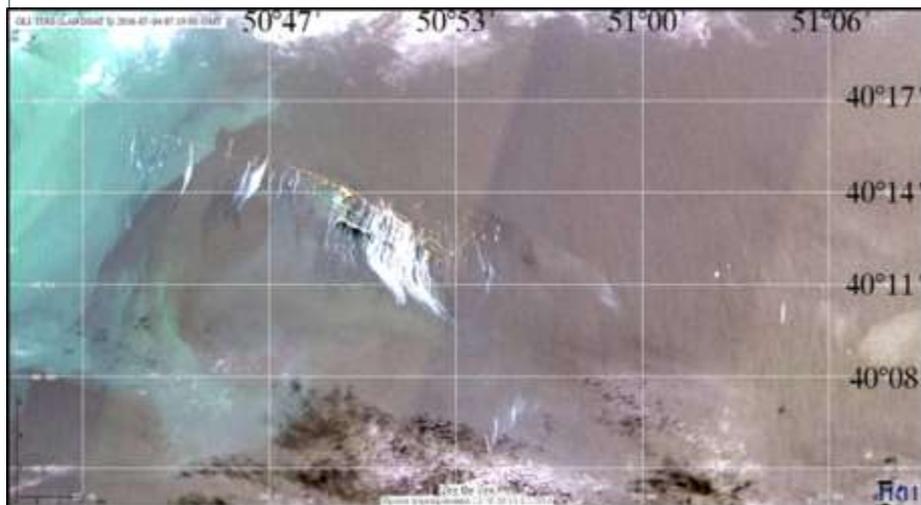
Район Апшеронского полуострова – это самый бурный район на всей акватории Каспийского моря.

Орографический и мысовой эффекты создают благоприятные условия для развития ветра, наблюдаются частые штормовые ветры.

Система поверхностных течений является сложной и отличается неустойчивостью.

Наблюдаются высокие скорости поверхностных течений, между о. Жилой и Нефтяными Камнями, например, скорость поверхностных течений иногда достигает 100 м/сек и более

ВЛИЯНИЕ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ВЕТРА И ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕЧЕНИЙ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

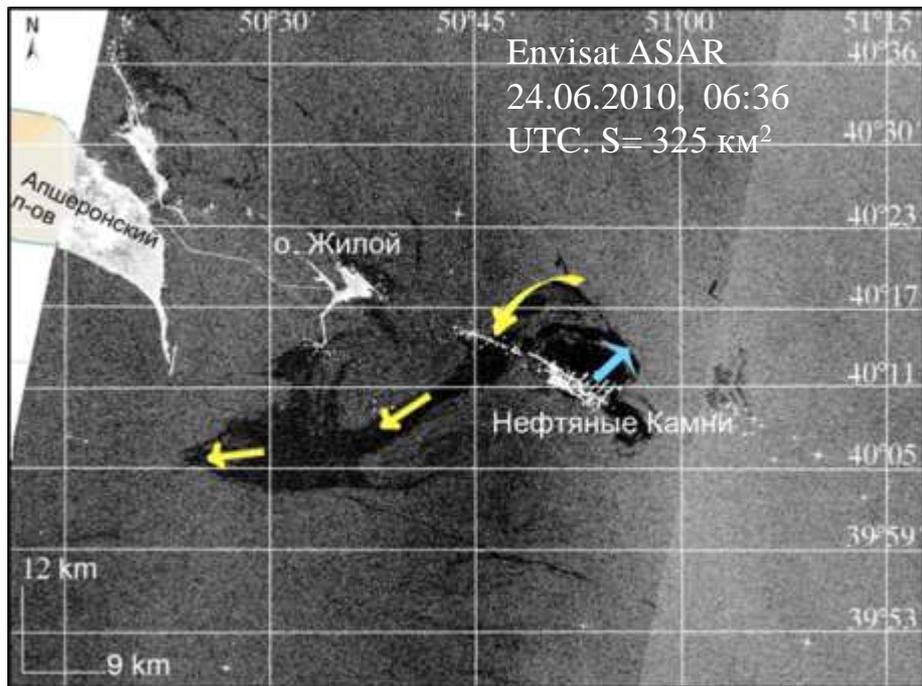


OLI-TIRS IC3 Landsat-8, 4.07.2016, 07:19 UTC

- После выхода на поверхность нефтяное загрязнение распространяется под влиянием преобладающего на момент наблюдения в районе интереса северного ветра.
- Стики вытягиваются по ветру к югу от платформы на расстояние около 5 км. Общая площадь загрязнения составляет около 20 км².
- Такая ситуация достаточно часто наблюдается на спутниковых изображениях этого района, площадь загрязнения в таких случаях относительно невелика для этого района.

На первом этапе своей эволюции после всплытия на поверхность нефтяное загрязнение растекается и распространяется в основном под действием приповерхностного ветра

ВЛИЯНИЕ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ВЕТРА И ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕЧЕНИЙ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

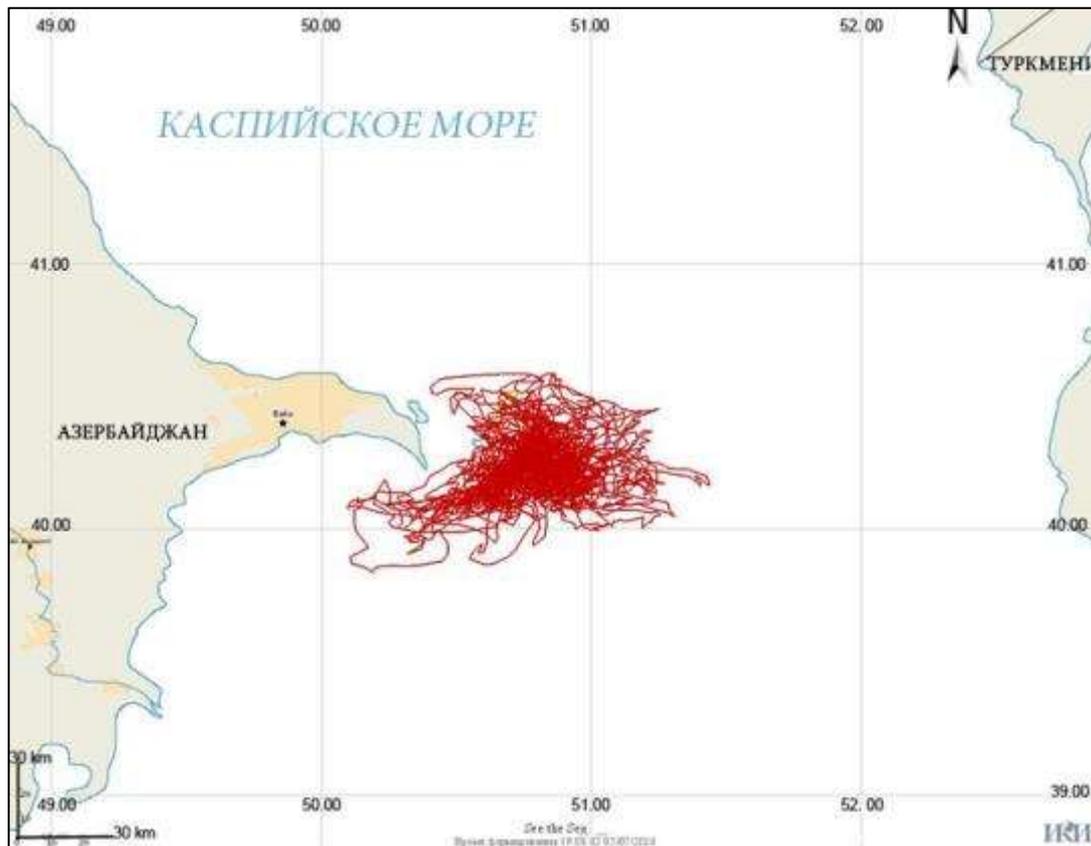


Два этапа распространения нефтяного загрязнения:

- I. Нефтяные плёнки перемещаются и растекаются под действием локального ветра до тех пор, пока не оказываются захваченными поверхностными течениями
- II. Нефтяное загрязнение может оказаться захваченным поверхностными течениями, и распространяться этими течениями на достаточно большие расстояния или же оказаться вовлеченным в вихревые движения. Нефтяное загрязнение, захваченное поверхностными течениями, может распространяться на значительные расстояния, вплоть до 70 км, в направлениях, не совпадающих с направлением приповерхностного ветра.

После всплытия на поверхность нефтяное загрязнение распространялось в северо-восточном направлении (голубая стрелочка на рисунке). На расстоянии 6,5 км от выхода на поверхность нефтяное загрязнение оказалось захваченным поверхностным течением, обусловленным развивающимся вихревым диполем, повернуло на северо-запад, а затем, увлечённое сопутствующим вихревому диполу течением, продолжило распространяться на юго-запад, т.е. против ветра, на расстояние до 40 км от начальной точки.

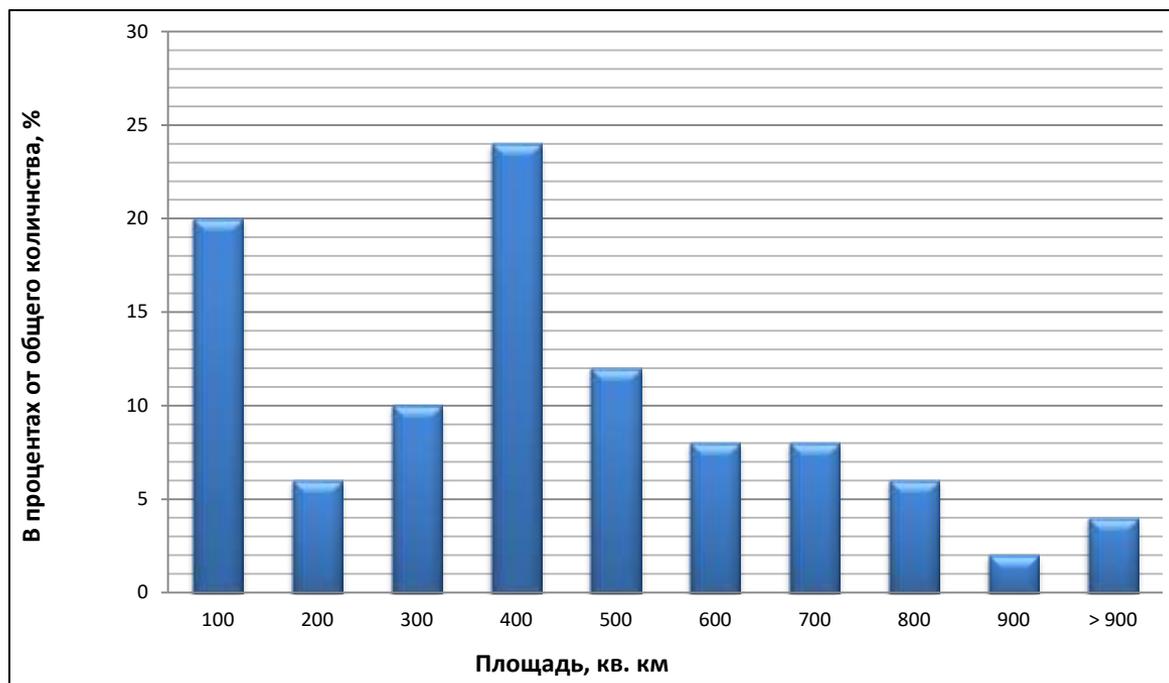
РАЙОН НЕФТЕДОБЫЧИ НЕФТЯНЫЕ КАМНИ



Сводная карта нефтяных загрязнений в окрестности района нефтедобычи Нефтяные Камни, выявленных по спутниковым радиолокационным данным

- Площадь акватории Каспийского моря вблизи р-на нефтедобычи Нефтяные Камни с той или иной частотой подвергающаяся нефтяному загрязнению, составляет более 5000 км², что является серьезным фактором, приводящим к ряду негативных экологических последствий и ухудшающим экологическую ситуацию в Каспийском море
- Превалирует перенос загрязнения в юго-западном направлении на расстояния до 75 км

РАЙОН НЕФТЕДОБЫЧИ НЕФТЯНЫЕ КАМНИ

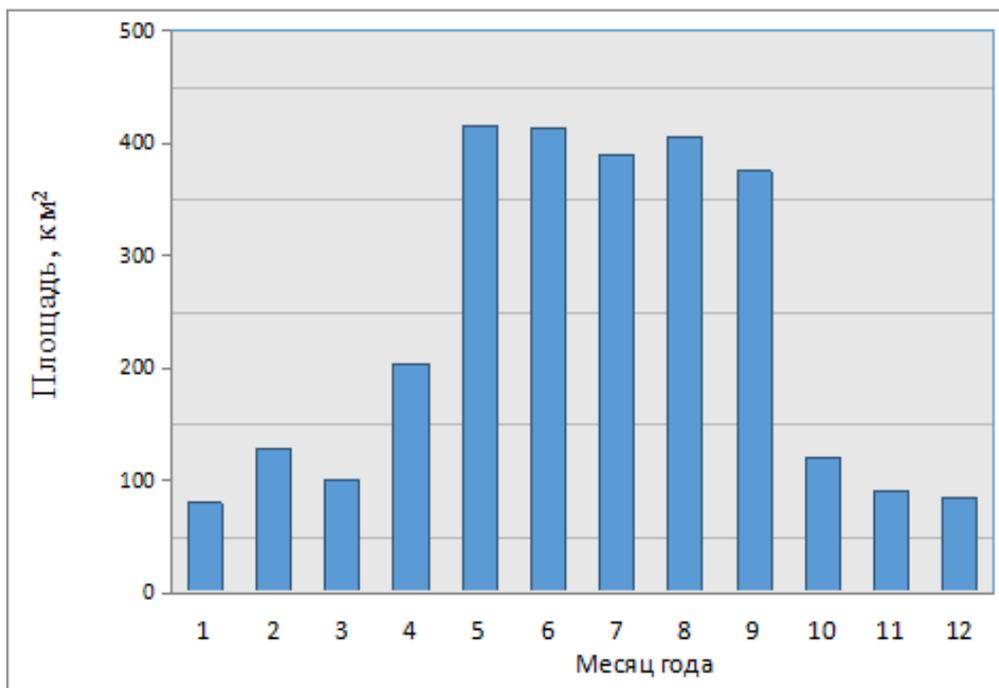


Наиболее часто наблюдается загрязнение площадью порядка 400 км², однако в отдельных случаях их площади могут превышать 900 км².

Оценки базируются исключительно на спутниковых данных и могут в ту или другую сторону отличаться от измерений *in situ*.

Изменчивость индивидуальных размеров нефтяного загрязнения морской поверхности в районе нефтедобычи «Нефтяные камни», выявленных по спутниковым данным

РАЙОН НЕФТЕДОБЫЧИ НЕФТЯНЫЕ КАМНИ

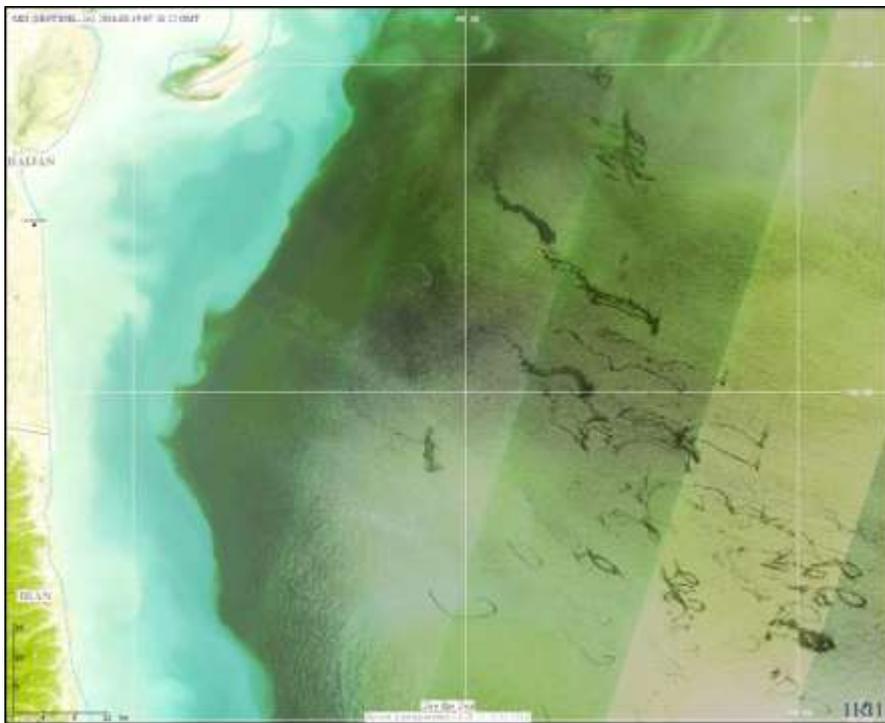


Изменчивость усреднённых за месяц индивидуальных площадей нефтяных загрязнений морской поверхности, выявленных на спутниковых РЛИ в районе нефтедобычи Нефтяные Камни

Площади загрязнений, выявляемые на РЛИ, полученных в холодный период — с октября по апрель — относительно невелики.

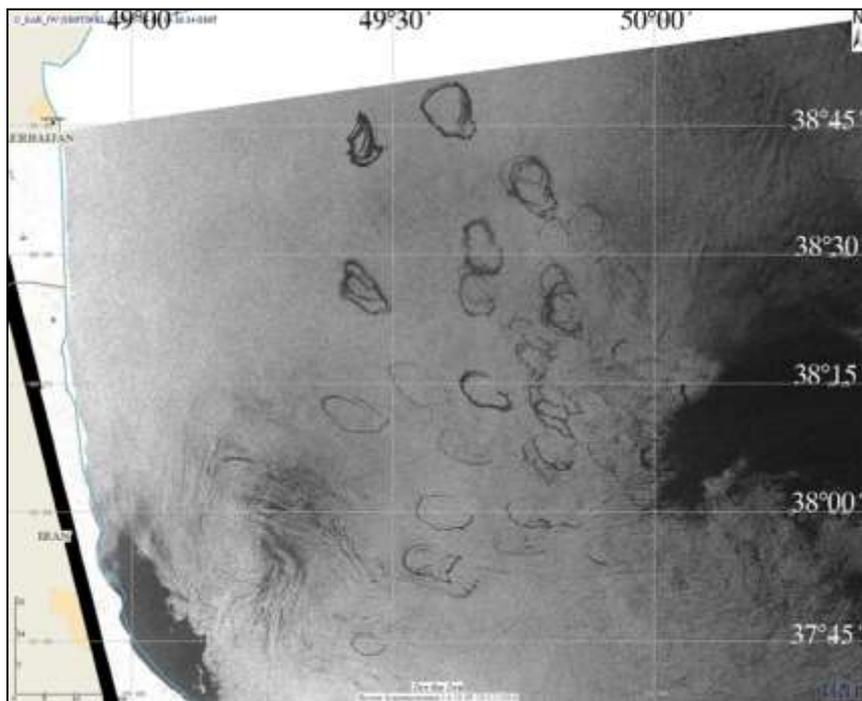
Этот факт может быть объяснён тем, что в этот период в районе интереса интенсифицируются атмосферные процессы и нередко наблюдаются сильные ветра и шторма.

НЕФТЕПРОЯВЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ГРЯЗЕВЫМ ВУЛКАНИЗМОМ



MSI IC3 Sentinel-2, 19.08.2016

- Западный борт Южно-Каспийской впадины является уникальным и классическим регионом развития грязевого вулканизма.
- По количеству вулканов, их разнообразию и интенсивности проявления он не имеет аналогов в мире.
- Большинство грязевых вулканов Южно-Каспийской впадины характеризуются интенсивной грифонно-сальзовой деятельностью, т.е. периодически выделяют относительно небольшие объёмы газов, грязи и воды с частицами нефти, что приводит к появлению на воде грязевых и нефтяных пятен.
- Активизация подводных вулканов и грифонов в местах разгрузки углеводородов приводит к появлению на морской поверхности грязевых и нефтяных пятен, хорошо различимых на спутниковых снимках.



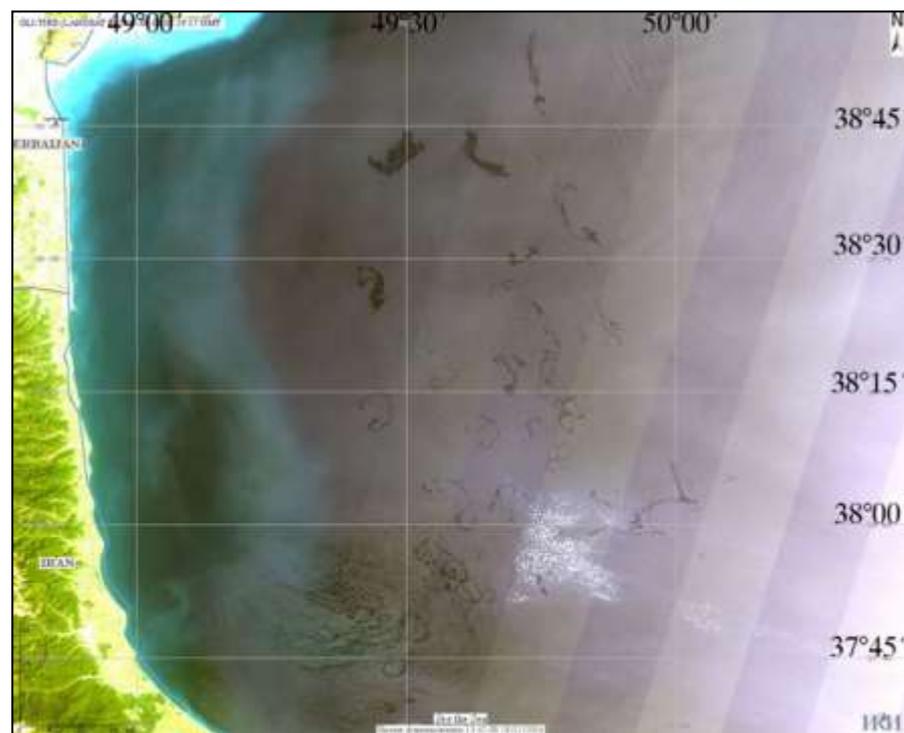
Sentinel-1A SAR. 4.06. 2015, 14:36 UTC

Плѐнки проявляются на морской поверхности в виде хорошо узнаваемых многочисленных окружностей, серповидных, подковообразных и спиралеобразные структур относительно небольших размеров.

Площадь отдельного загрязнения варьирует, как правило, в пределах 0,5 — 4 км².

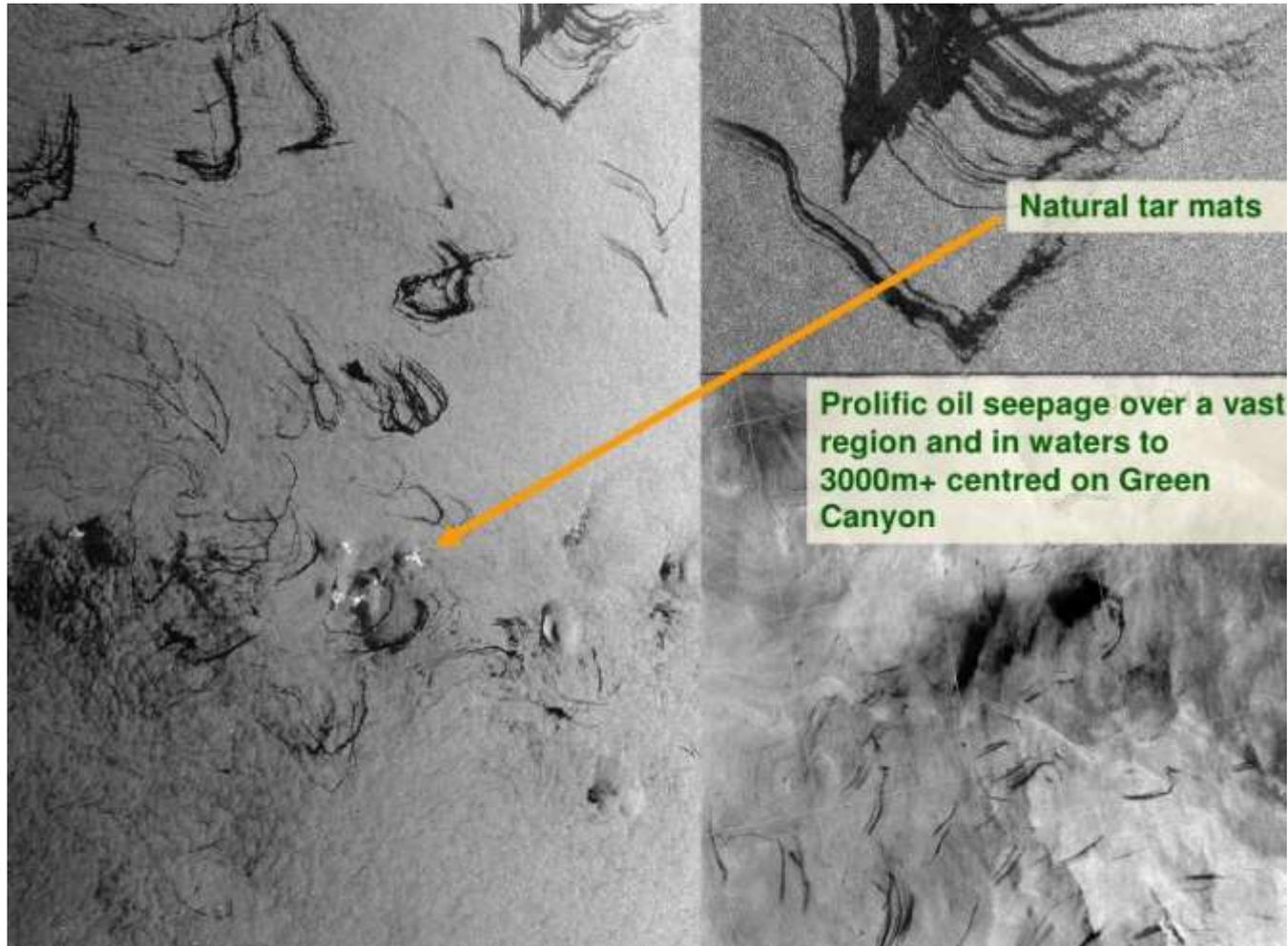
Площади пятен, образовавшихся в результате значительной энергетической разгрузки, могут достигать 20 км².

НЕФТЕПРОЯВЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ГРЯЗЕВЫМ ВУЛКАНИЗМОМ

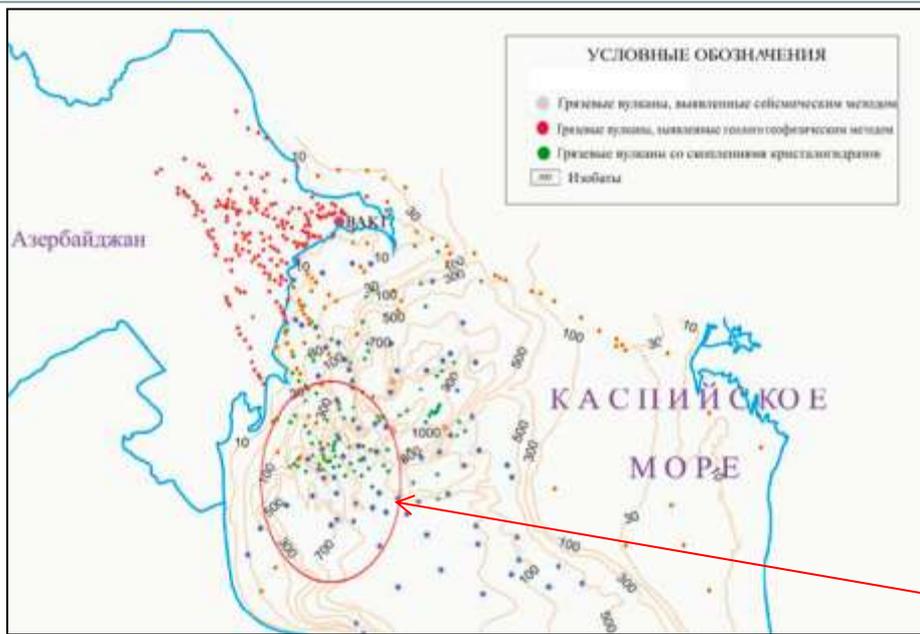


OLI-TIRS IC3 Landsat-8. 3.08.2015, 07:19 UTC

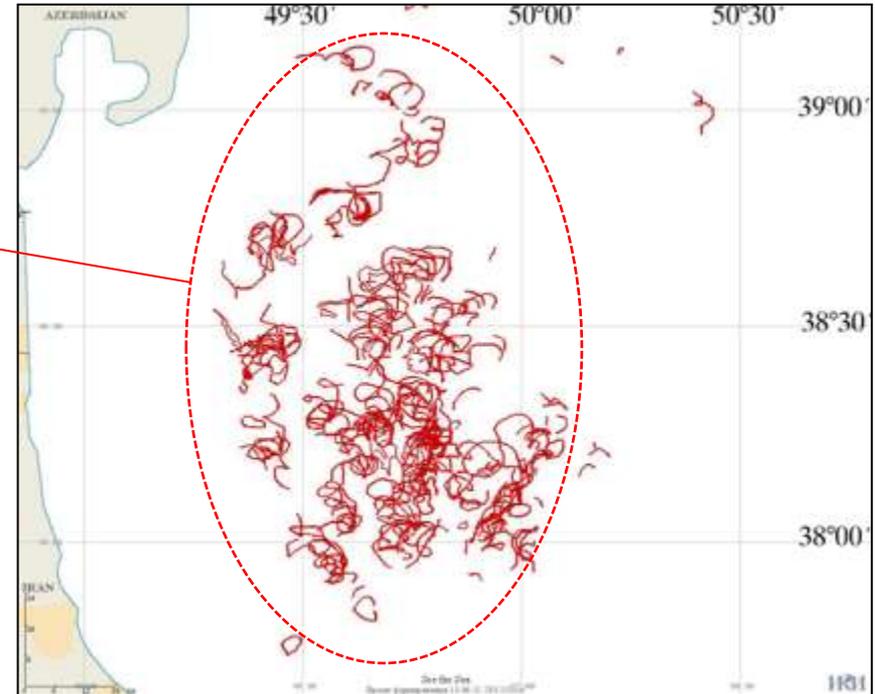
THE GULF OF MEXICO



НЕФТЕПРОЯВЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ГРЯЗЕВЫМ ВУЛКАНИЗМОМ



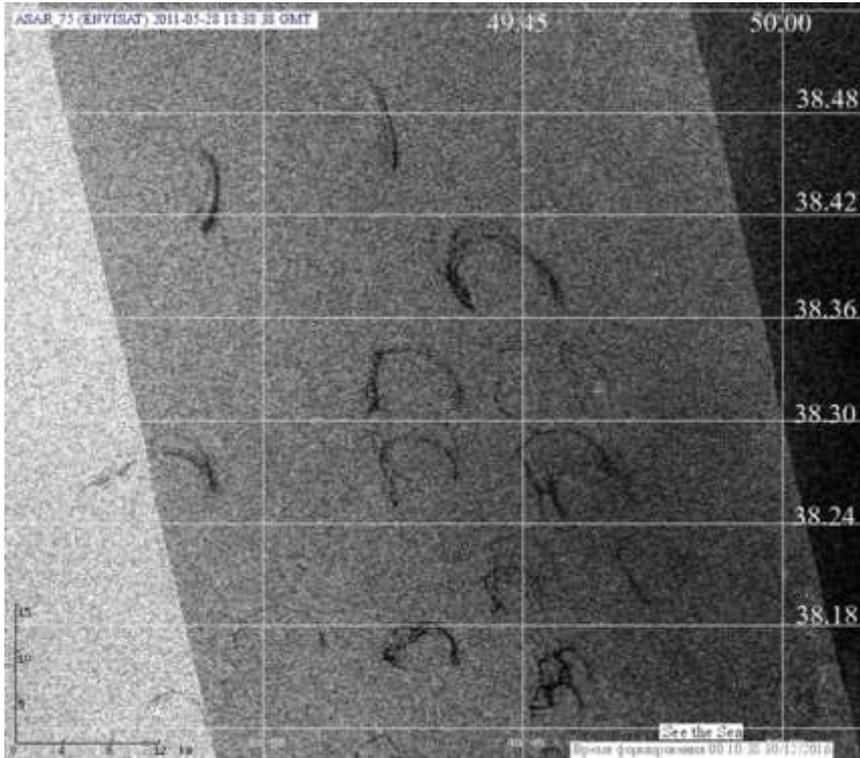
Карта расположения грязевых вулканов Южно-Каспийского. Красным эллипсом отмечено расположение поверхностных загрязнений морской поверхности, выявленных по спутниковым данным



Сводная карта поверхностных загрязнений морской поверхности юго-западной части Каспийского моря, составленная на основе спутниковых данных

Пространственная локализация плёночных загрязнений на спутниковых изображениях юго-западной части Каспийского моря

СВЯЗЬ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНИЗМА С СЕЙСМИЧНОСТЬЮ

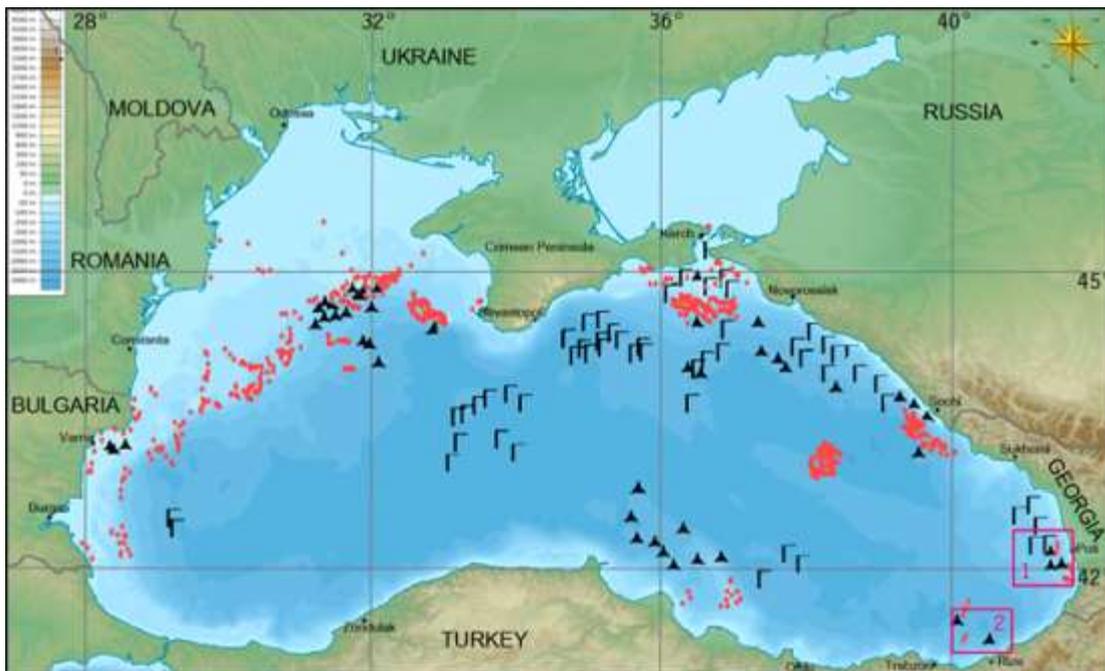


Грязевулканические проявления в Южном Каспии на спутниковом РЛИ ASAR Envisat от 28 мая 2011 г., 06:59 UTC

Накануне, 27 мая 2011 г., на дне Каспия в 166 километрах от Баку было зарегистрировано землетрясение, магнитуда подземных толчков которого составила 3,90.

- Рассмотрена зависимость частоты возникновения поверхностных проявлений грязевого вулканизма в спутниковых данных от количества и магнитуд землетрясений в Южном Каспии и прилегающих к нему районах.
- Выявлена достаточно высокая корреляция между проявлениями грифонов на спутниковых изображениях и землетрясениями магнитудой 3 – 4 балла.
- Различными исследователями установлено немало фактов, когда извержения грязевых вулканов обуславливаются землетрясениями, эпицентры которых находятся на разных расстояниях от вулканов, и сейсмические волны передаются с некоторым опозданием, способствуя пробуждению вулкана не в тот день, а через несколько дней и даже недель в зависимости от дальности расстояния между вулканом и эпицентром землетрясения, магнитуды последнего и глубины его очага

КАРТА-СХЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТАНОВЫХ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ В ЧЁРНОМ МОРЕ



Красные точки – задокументированные метановые выделения.

Черные треугольники – выходы нефти и газа на поверхность.

Г- грязевые вулканы

Районы интереса:

- 1) Грузинский шельф и континентальный склон (Поти-Батуми)
- 2) Континентальный склон в районе г. Ризе (Турция)

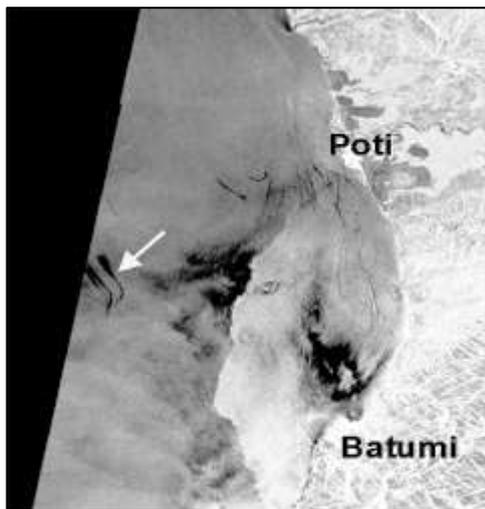
- Районы наиболее интенсивных проявлений разгрузки углеводородных газов из недр в толщу воды :
- шельф Болгарии (свыше 480 выходов газа на дне моря);
 - северо-западный шельф Черного моря (около 200);
 - Керченско-Таманский шельф;
 - шельф России по всей площади Сочи-Адлерской депрессии;
 - грузинский шельф и континентальный склон (565);
 - турецкий шельф в прибрежной зоне восточных Понтид в районе Ризе;
 - глубоководная часть. Свыше 60-ти грязевых вулканов задокументировано к настоящему времени в Чёрном море, преимущественно, в центральной его части и в прогибе Сорокина на глубинах свыше 1500 м

ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ АКВАТОРИИ ЧЁРНОГО МОРЯ В РАЙОНЕ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА ВБЛИЗИ ПОБЕРЕЖЬЯ ГРУЗИИ

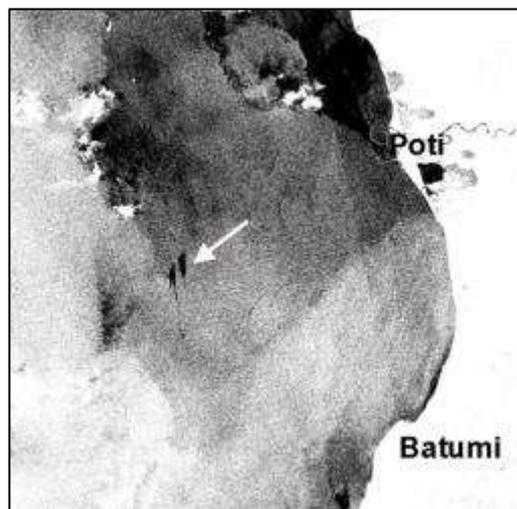


На спутниковых изображениях этого участка акватории выявляются сликовые образования, радикально отличающиеся по своим структурным характеристикам как от нефтесодержащих сликов, образовавшихся в результате судовых сбросов, так и от сликов, образованных на морской поверхности плёнками биологического происхождения, повсеместно и постоянно встречающихся на морской поверхности.

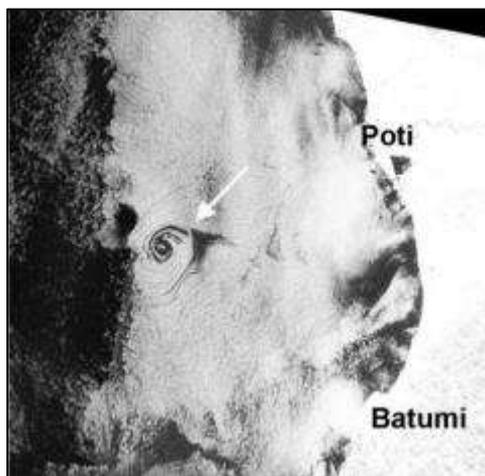
ПРИМЕРЫ ПРОЯВЛЕНИЙ СЛИКОВЫХ СТРУКТУР НА РЛИ МП В РАЙОНЕ ГРУЗИНСКОГО КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА



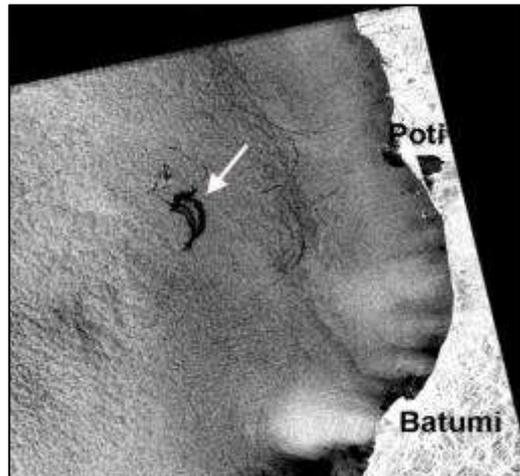
ASAR Envisat
16.06.10 07:28 UTC



ASAR Envisat
14.07.10 19:03 UTC



ASAR Envisat
05.06.11 07:34 UTC



ASAR Envisat
06.01.11 07:32 UTC

Определяющий признак этого класса сликовых образований:

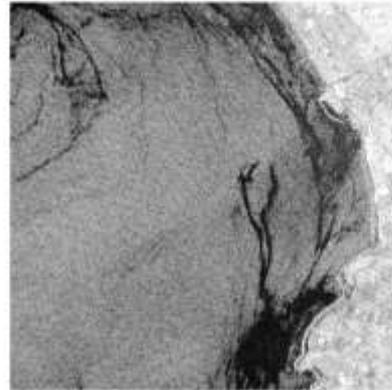
строгая приуроченность пространственного положения к определённой географической точке, являющейся исходной точкой для множества выявленных нами сликовых структур, различающихся формой, размерами и направлением распространения.

MARINE SEEPS OFF REDONDO BEACH

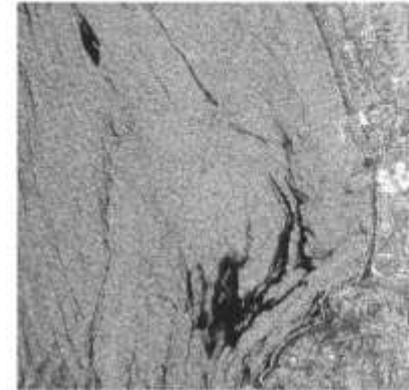
SAR Detection of Redondo Beach Natural Oil Seep



A. December 26, 1998 (R1)



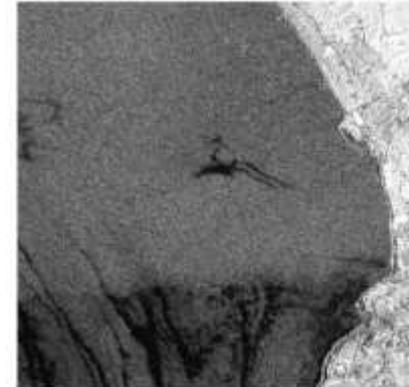
B. August 02, 2001(ERS2)



C. January 27, 2002, 0141GMT (R1)



D. January 27, 2002, 1400 GMT (R1)



Ref: Holt, 2004

ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ АКВАТОРИИ ЧЁРНОГО МОРЯ В РАЙОНЕ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА ВБЛИЗИ ПОБЕРЕЖЬЯ ГРУЗИИ

Форма естественных нефтепроявлений на морской поверхности в грузинском секторе восточной части Чёрного моря схожа с формой нефтепроявлений вблизи калифорнийского побережья и принципиально отличается от формы проявлений естественных выходов углеводородов с морского дна в Мексиканском заливе и в Каспийском море.

Можно предположить, что одной из причин отличий может служить различие в механизмах, посредством которых нефтяная плёнка доставляется на морскую поверхность, а также её физико-химическими свойствами.

ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ АКВАТОРИИ ЧЁРНОГО МОРЯ В РАЙОНЕ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА ВБЛИЗИ ПОБЕРЕЖЬЯ ГРУЗИИ

**Обобщены результаты анализа большого объёма
разнородных спутниковых данных**

**Выдвинута гипотеза о наличии генетической связи между
поверхностными проявлениями плёночных загрязнений
этого типа и естественными газо- и нефтепроявлениями в
этом районе .**

**Для подтверждения выдвинутой гипотезы к рассмотрению
были привлечены опубликованные в научной печати
результаты натурных измерений.**

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ РАБОТЫ В ГРУЗИНСКОМ СЕКТОРЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

НИС «Профессор Водяницкий» (42–й рейс, июнь 1993 г.).

НИС «Профессор Водяницкий» (46–й рейс, август 1994),

«Посейдон» (Германия) (317–й рейс, октябрь – ноябрь 2004 г.)

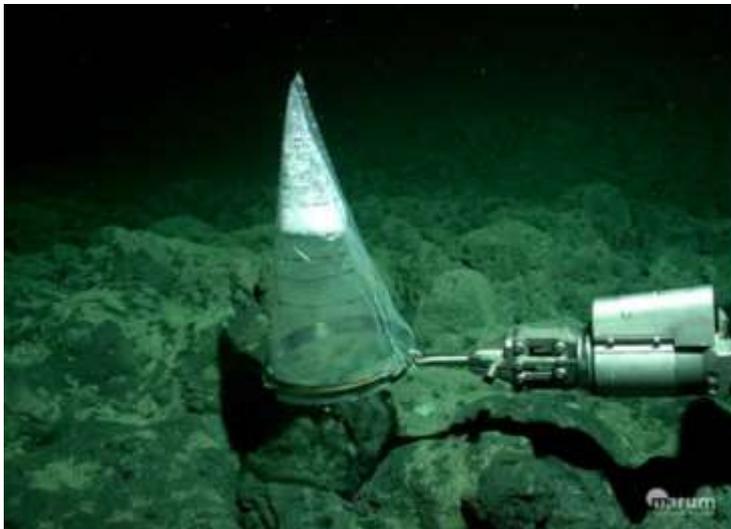
НИС «Профессор Логачев» (26-й рейс, июнь 2005г) - часть учебной и исследовательской программы ЮНЕСКО

«Метеор» (Германия) (72–й рейс, март – апрель 2007 г.,

84-й рейс, март 2011 г) - проект METRO
(Methane and methane hydrates within the Black Sea).

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ РАБОТЫ В ГРУЗИНСКОМ СЕКТОРЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

- Акустические исследования
- Детальные геохимические анализы
- Заборы проб грунта
- Определение состава газогидратов и выделяющихся газов



Gas bubble catcher



Gas hydrate experiment

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ РАБОТЫ В ГРУЗИНСКОМ СЕКТОРЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

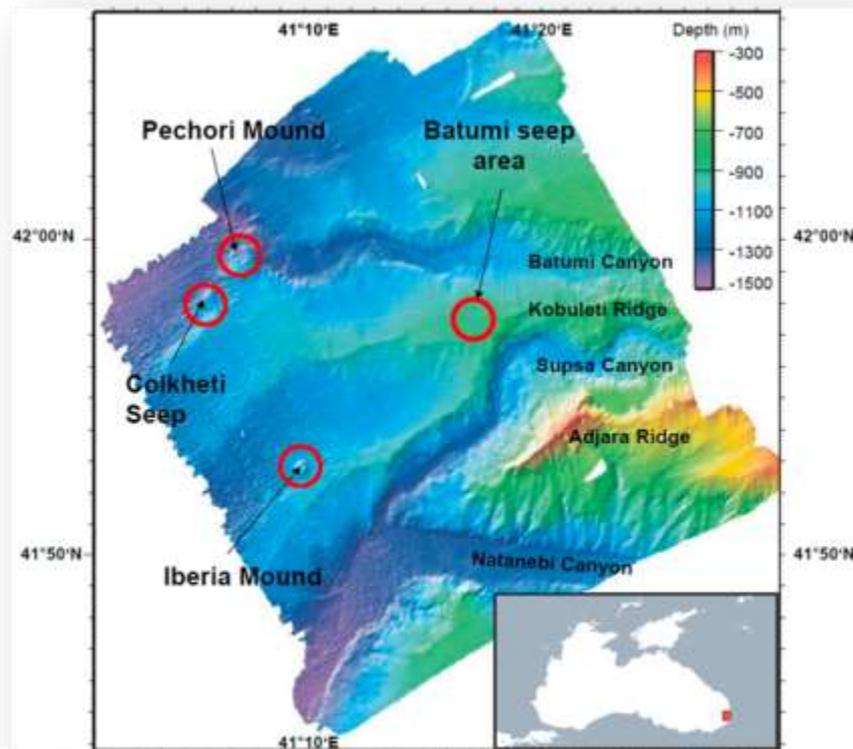
ВЫВОДЫ:

- I. Глубоководные сипы в грузинских водах представляют собой уникальный для Чёрного моря тип струйных газовыделений, в которых метан сосуществует одновременно в свободной форме и в виде газогидратов.
- II. Отличительной чертой этих сипов является присутствие следов нефти в донных газогидратах и полное отсутствие признаков грязевого вулканизма.
- III. На поверхности моря в районах обнаружения этих сипов различными исследователями отмечалось присутствие нефтяных пятен природного происхождения.

ЧИСЛОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА ДНА В ГРУЗИНСКОМ СЕКТОРЕ ЧЕРНОГО МОРЯ, ПОСТРОЕННАЯ ПО ДАННЫМ АКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

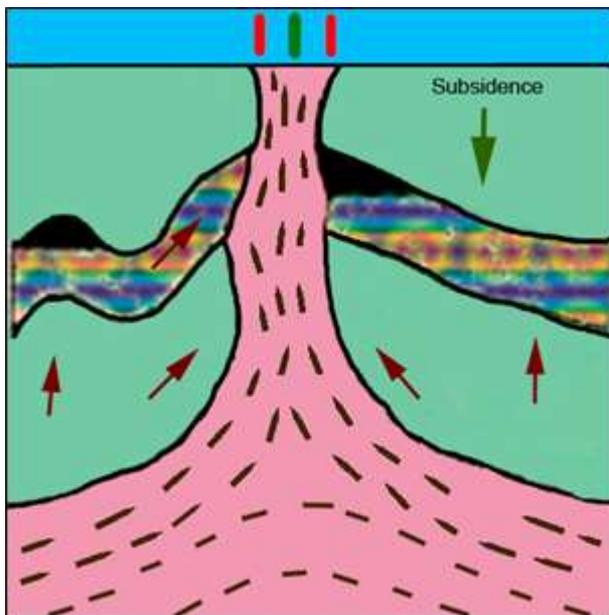
Два конусообразных поднятия:

- Диapiroвая гора Печори, диаметром 2-2,5 км и высотой 75 м
- Диapiro у сипа Колхети диаметром 1,4 км и высотой 20 м



Батиметрическая карта морского дна в грузинском секторе Черного моря с нанесёнными на неё исследованными метановыми сипами

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ДНА В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ



- Диапир (от греч. *diapairo* — протыкаю, пронзаю) — куполо- или валообразные антиклинальные складки.
- Диапировые складки и купола обыкновенно возникают за счёт выдавливания из нижних горизонтов высокопластичных пород — солей, глин.
- Процесс вызван действием силы тяжести и перераспределением масс. При этом более лёгкие пласты протыкают и приподнимают вышележащие слои.

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ РАБОТЫ В ГРУЗИНСКОМ СЕКТОРЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Подводные выходы газов:

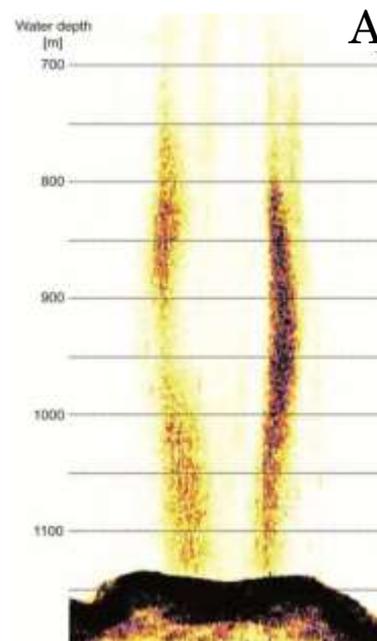
(А) - два газовых факела сипа Колхети, функционирующие одновременно

(Б) - газовый факел из кратера диапировой горы Печори

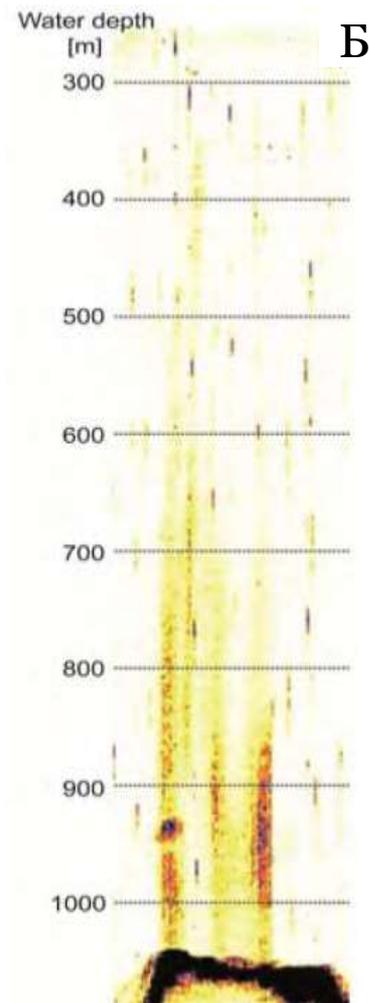
Ширина газовых факелов соответствует ширине кратеров у горы Печори и сипа Колхети

Ослабление интенсивности отражённого в газовом факеле эхо-сигнала по направлению от морского дна к поверхности свидетельствует о том, что потенциально морской поверхности достигают лишь достаточно крупные пузырьки диаметром около 1 см более мелкие пузырьки при всплытии разрушаются на первых 100 м

PARASOUND echograms showing acoustic anomalies ('flares') originating from rising gas bubbles or oil coated gas bubbles.

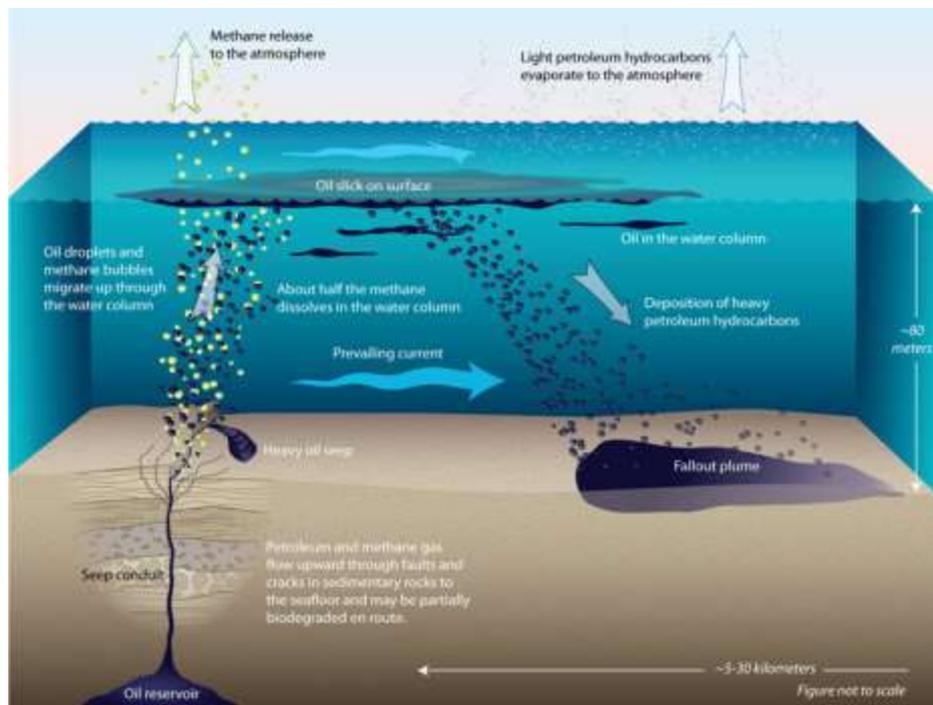


Two flares at the Colkheta seep



Pechory mound

ТРИ ФОРМЫ ВЫХОДА НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПОНЕНТ



При естественных выходах углеводорода только малая часть органического вещества попадает на поверхность моря в виде нефтяной пленки, тогда как наибольшим углеводородным загрязнениям подвержены морское дно и нижние слои водного столба в окрестности естественного источника.

I. Газовые пузырьки - по мере всплытия быстро разрушаются, насыщая толщу морской воды органическим веществом

II. Капли жидкости

Жидкие капли, имеющие большую плотность, охлаждаются при соприкосновении с морской водой и опускаются на дно вблизи кратера. Жидкие капли с меньшей плотностью по мере всплытия с больших глубин растворяются или перемешиваются с водой.

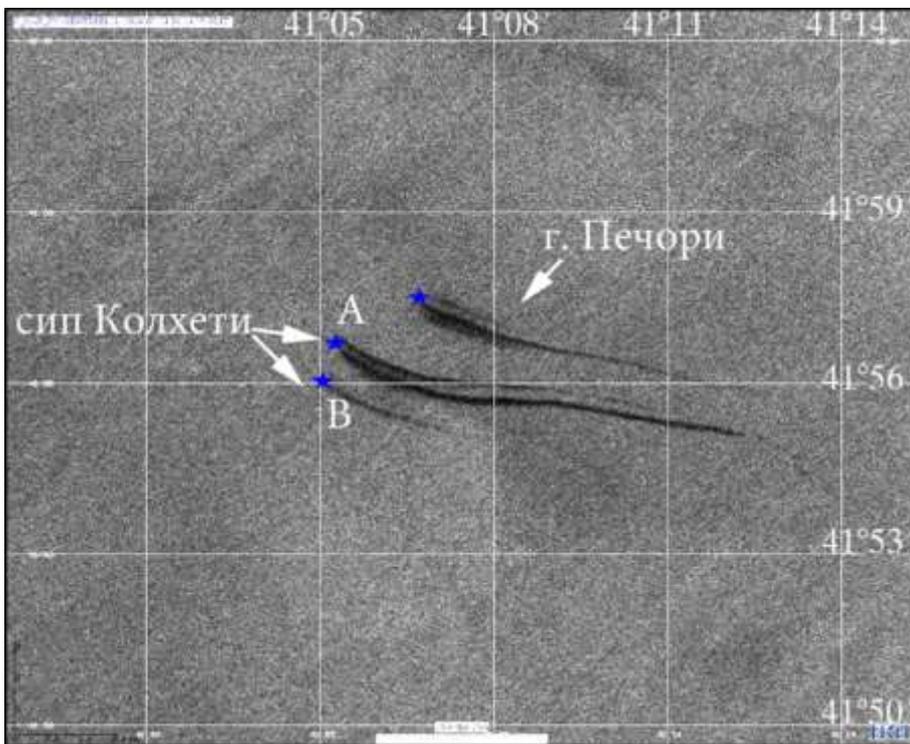
III. Заполненные нефтью пузырьки с газовой оболочкой.

Имеют при значительном объёме небольшую массу.

Оказываются способны преодолеть большие расстояния с большой скоростью.

Находящаяся внутри пузырька капля нефти защищена оболочкой от непосредственного контакта с водой, что позволяет ей достичь морской поверхности, где оболочка лопается, газ высвобождается в атмосферу, а нефть остаётся на поверхности

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА НЕФТЕПРОЯВЛЕНИЙ В НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ БЛИЗОСТИ ОТ ТОЧКИ ВЫХОДА НА МОРСКУЮ ПОВЕРХНОСТЬ



Фрагмент РЛИ SAR Sentinel -1A от 24.05.2016, 03:24 UTC

Характерный признак, общий для естественных нефтепроявлений на морской поверхности в рассматриваемом районе – их «полосчатая» структура.

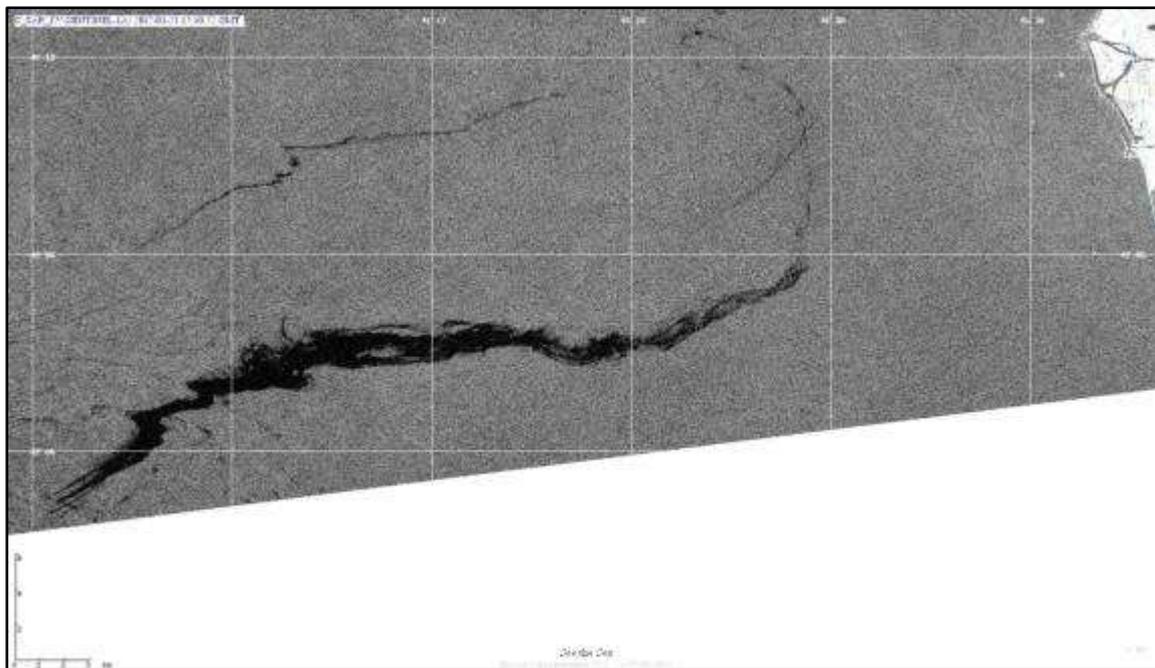
Факт наличия трех четко различимых полос объясняется тем, что нефть доставляется на морскую поверхность газовыми пузырьками в результате одновременной активности трёх газовых факелов: из горы Печори и двух ядер прорывания сипа Колхети

Вблизи точки всплытия наблюдаются три сликовые полосы различной ширины. В процессе эволюции и дрейфа слика эти полосы могут слиться, а могут продолжать эволюционировать относительно синхронно, сохраняя при этом свою обособленность.

Наибольшая толщина плёнки наблюдается вблизи точки всплытия. Поверхностный слик формируется под влиянием поля ветра и течений.

В зависимости от условий формирования поверхностная плёнка либо вытягивается вдоль направления приповерхностного ветра, либо вовлекается в вихревые движения воды

ПРИМЕР ПОВЕРХНОСТНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СПУТНИКОВОМ РАДИОЛОКАЦИОННОМ ИЗОБРАЖЕНИИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ



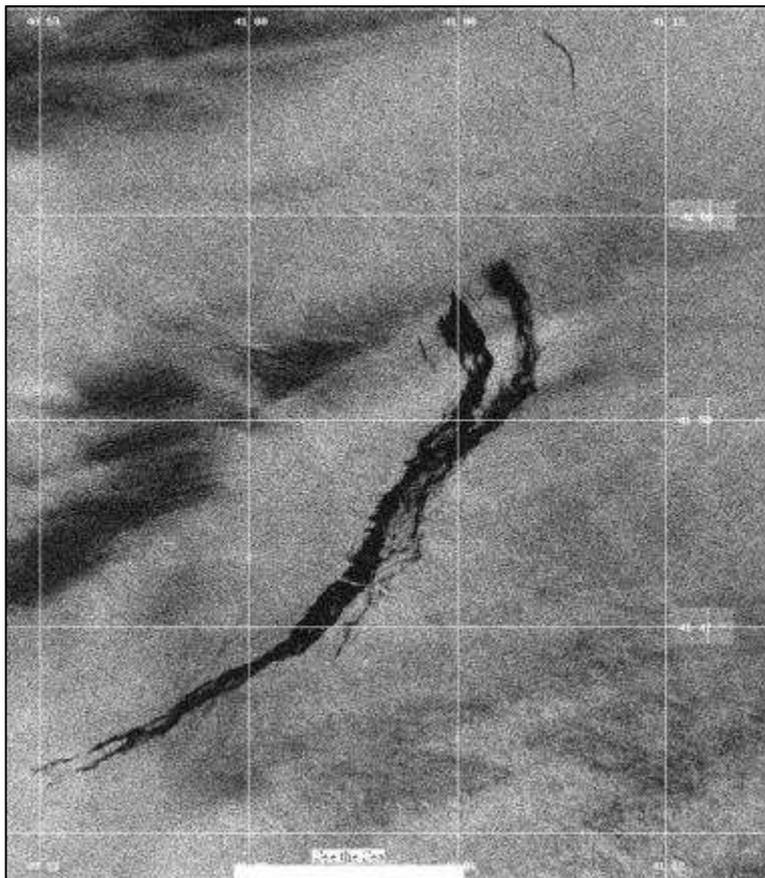
РЛИ SAR Sentinel -1A от 21.03.2017, 15:10 UTC

Плѐнка практически прямолинейно распространяется в восточном направлении, в сторону береговой черты, формируя параллельные сужающиеся полосы просматривающиеся на РЛИ вплоть до расстояния 37 км от точки всплытия.

Хорошо заметна «полосчатая» структура снимков.

Общая площадь нефтесодержащего загрязнения - 45,5 км².

ПРИМЕР ПОВЕРХНОСТНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СПУТНИКОВОМ РАДИОЛОКАЦИОННОМ ИЗОБРАЖЕНИИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ



Плѐнка под воздействием ветра практически прямолинейно распространяется в восточном направлении, в сторону береговой черты, формируя параллельные сужающиеся полосы, постоянно превращающиеся в тонкие нитевидные слики, просматривающиеся на РЛИ вплоть до расстояния 33,5 км от точки всплытия.

Хорошо заметна «полосчатая» структура сликов.

Общая площадь нефтесодержащего загрязнения - 42 км².

РЛИ SAR Sentinel -1B от 26.05.2017,
15:10 UTC

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ

Факторы, влияющие на перенос нефтяных загрязнений морской поверхности над континентальным шельфом Черного моря в районе Поти-Батуми:

1. Наличие основного черноморского течения (ОЧТ), способствующего переносу загрязнений по циклонической схеме (скорости в стрежне течения достигают 40-60 см/с, постепенно уменьшаясь как к берегу, так и к открытому морю).
2. Интенсивность меандрирования ОЧТ вследствие синоптической изменчивости ветра, в результате чего возможно возникновение вихревых структур разного знака завихренности и кросшельфовый перенос загрязнений
3. Присутствие квазистационарного батумского антициклонического вихря. Естественные нефтепроявления могут вовлекаться в вихревые движения, что приводит к распространению пленки в южном направлении

Каждый из этих факторов может оказаться доминирующим в конкретный промежуток времени.

Выявленная по спутниковым наблюдениям картина распространения на морской поверхности нефтяных пленок естественного происхождения может служить опосредованным параметром, выявляющим доминирующее направление течений в районе интереса

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ

Проанализированы траектории распространения slickов.

Главные факторы, влияющие на дрейф и растекание - ветер и поверхностные течения

Траектории распространения нефтяных slickов, извлеченные из спутниковых изображений, сравнивались с картами поверхностных течений, рассчитанных по модели [Кубряков А.А., Станичный С.В., 2011], <http://dvs.net.ru/mp/data/main.shtml>

В целом наблюдалось особенно при устойчивых умеренных ветрах.

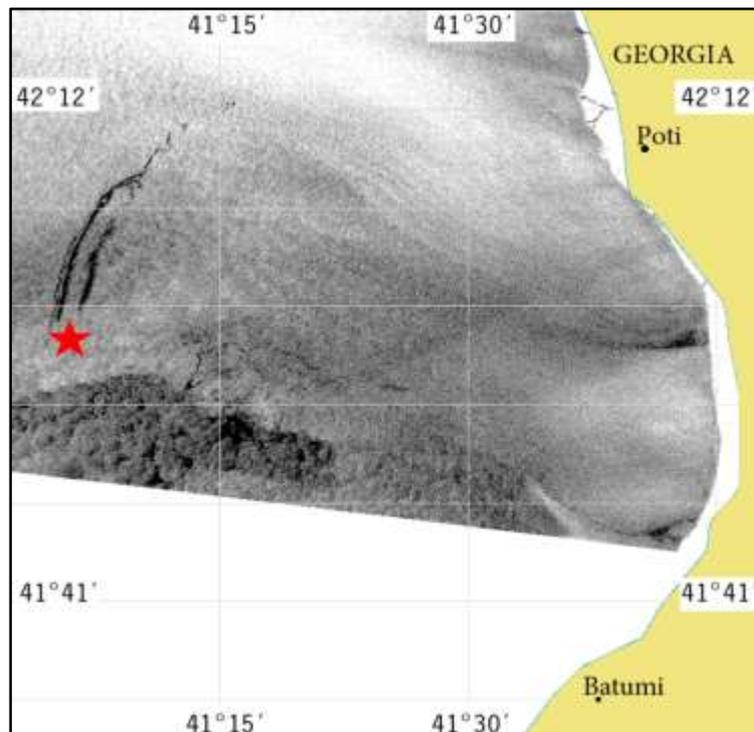
Геострофическая скорость восстановлена по данным спутниковой альтиметрии с использованием регионального массива картированных аномалий уровня AVISO (<http://www.aviso.oceanobs.com/>) и средней динамической топографии

Ветер получен по расчетам оперативной модели NOMADS, NOAA (<http://www.nomad3.ncep.noaa.gov/>)

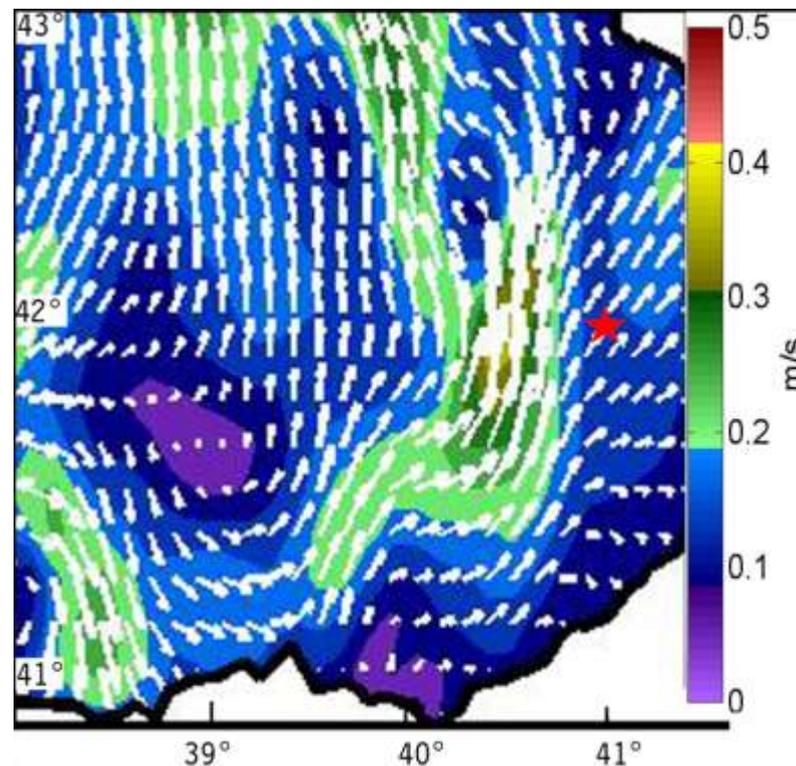
Полная поверхностная скорость получена по комбинированным данным о ветре и альтиметрии

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ

I. ПЕРЕНОС ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПО ЦИКЛОНИЧЕСКОЙ СХЕМЕ



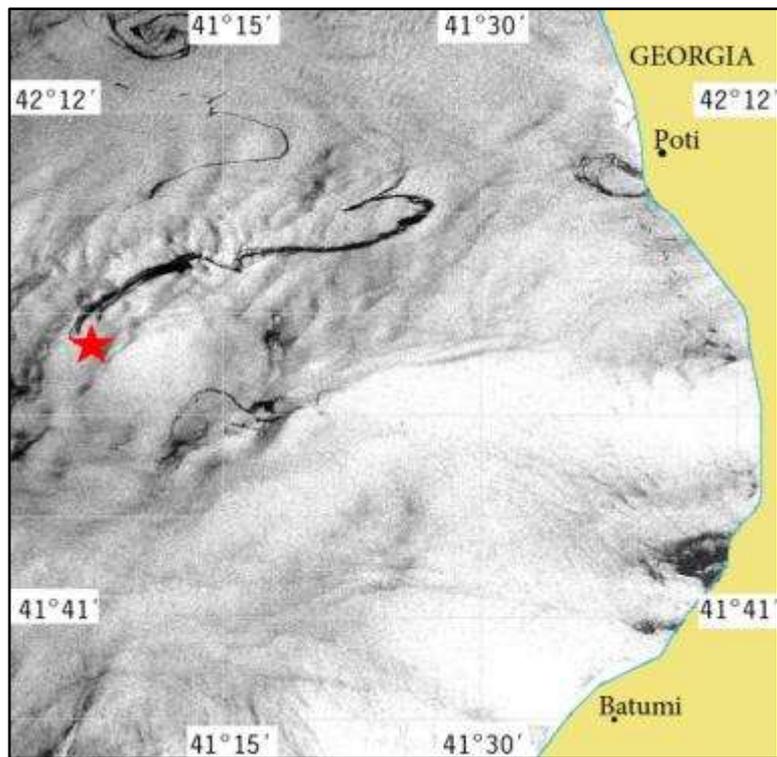
РЛИ SAR Sentinel-1A .
21 октября 2014, 03:16 UTC.
Слик распространяется на северо-
восток на расстояние 28 км от точки
всплытия



Числовая модель
поверхностных течений на
21 октября 2014, 06:00 UTC ;

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ

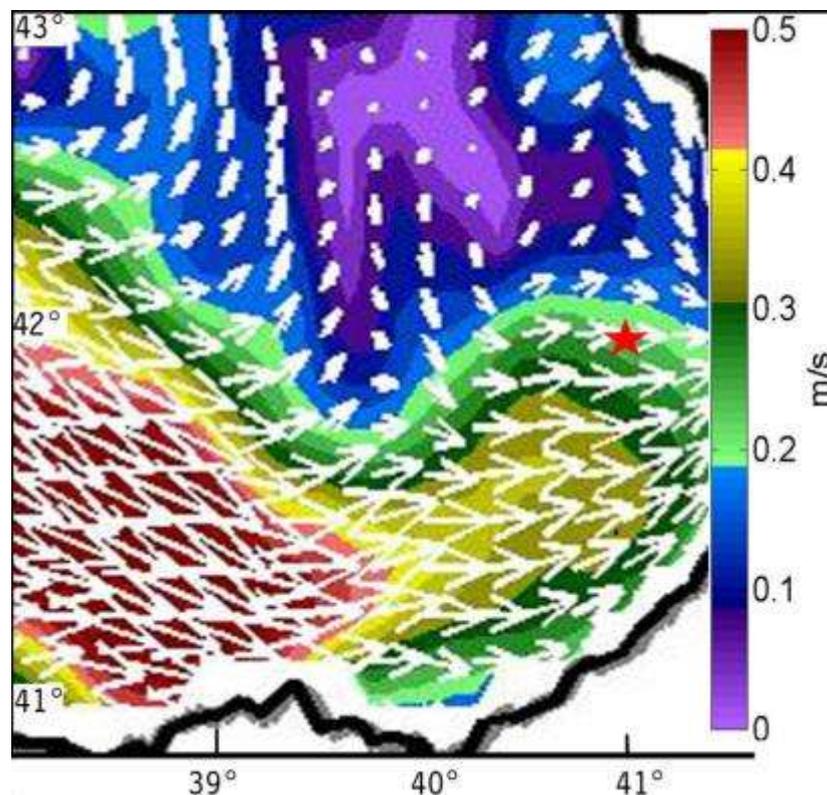
II. КРОСС-ШЕЛЬФОВЫЙ ПЕРЕНОС ЗАГРЯЗНЕНИЙ



РЛИ SAR Sentinel-1A .

2 июня 2016, 03:24 UTC.

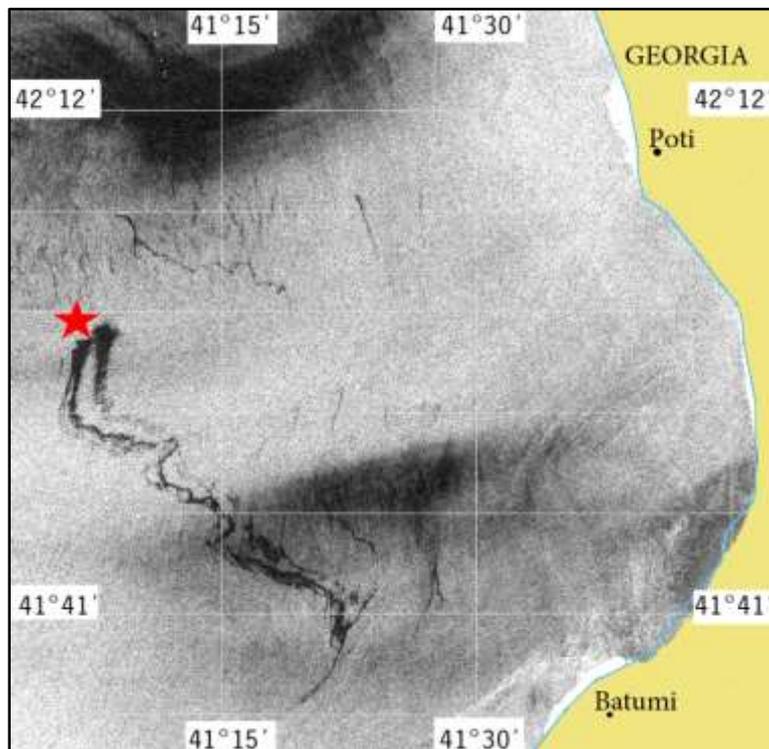
Слик, вовлеченный в вихревое движение, распространяется поперек шельфа на расстояние 33 км от точки ВСПЛЫТИЯ



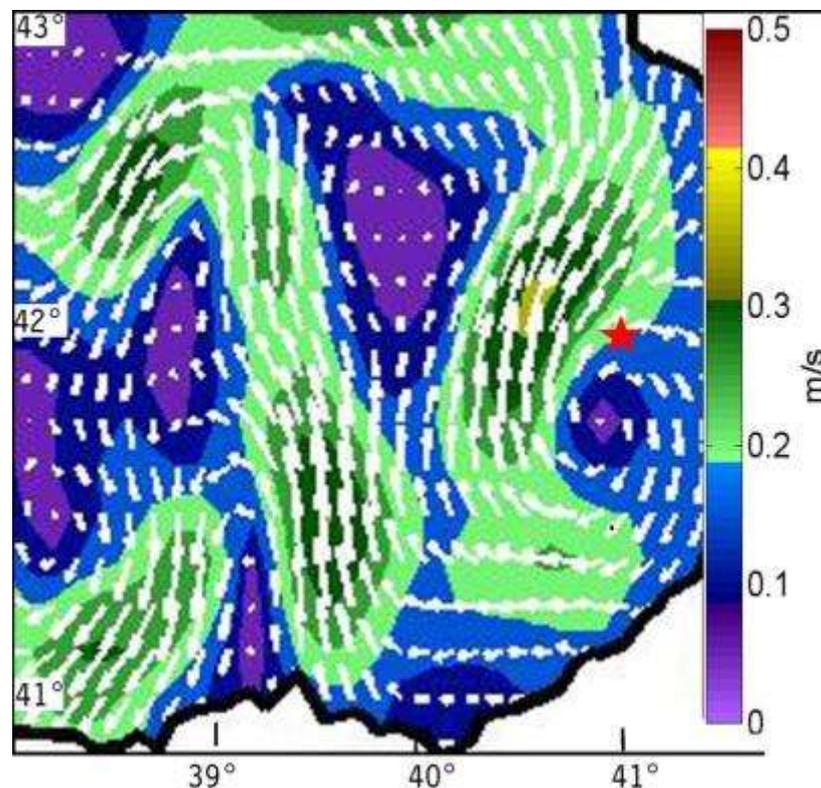
Числовая модель
поверхностных течений на
2 июня 2016, 12:00 UTC

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ

III. ПЕРЕНОС ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ЮЖНОМ НАПРАВЛЕНИИ

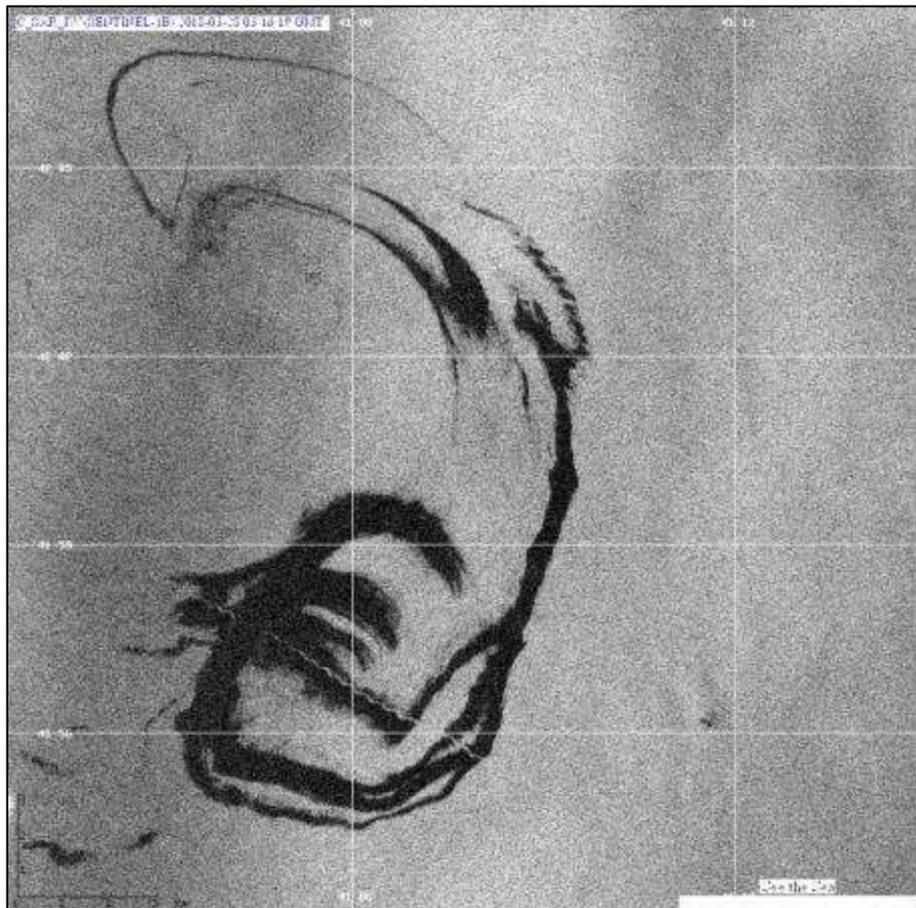


РЛИ SAR Sentinel-1A .
7 мая 2015, 15:10 UTC.
Слик, вовлеченный в вихревое движение, распространяется на юго-восток на расстояние 50 км от точки ВСПЛЫТИЯ



Числовая модель
поверхностных течений на
7 мая 2015, 12:00 UTC

ПРИМЕР ЭВОЛЮЦИИ НЕФТЯНЫХ ПЯТЕН ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЕТРА И ТЕЧЕНИЙ НА СПУТНИКОВОМ РАДИОЛОКАЦИОННОМ ИЗОБРАЖЕНИИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ



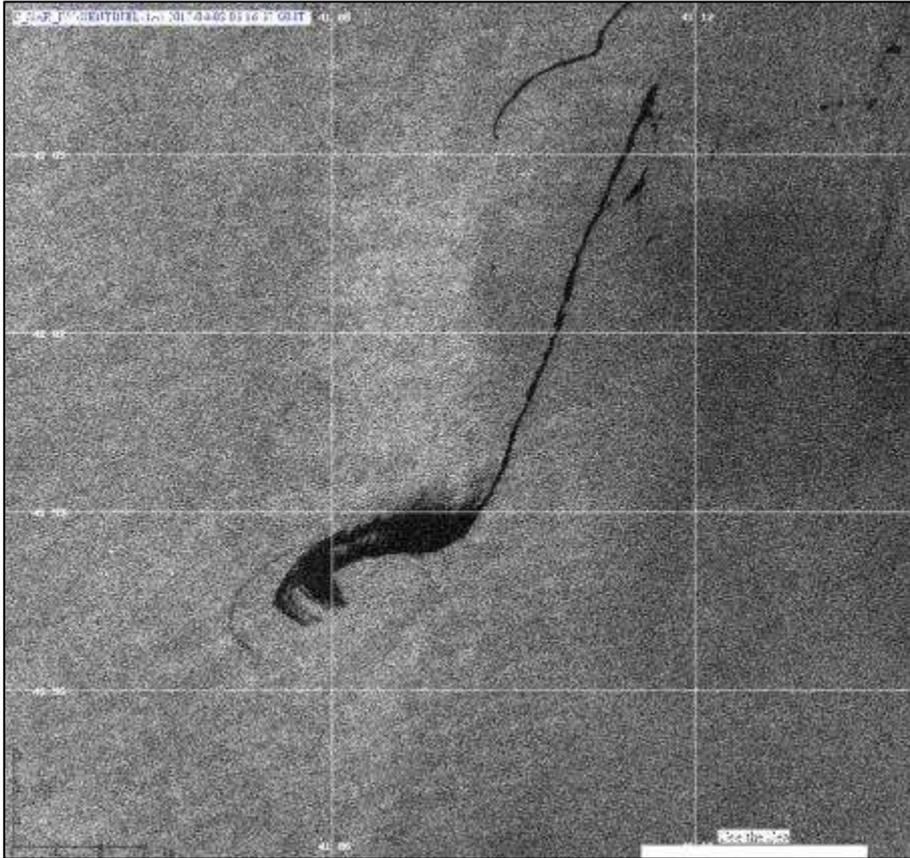
После всплытия на поверхность нефтяные плёнки немедленно вовлекаются в движения, обусловленные субмезомасштабным вихрем (возможно диполем), развивающимся в непосредственной близости от точки выхода нефти на поверхность.

Вблизи точки всплытия наблюдается область, покрытая достаточно толстой плёнкой, по мере распространения слики изгибаются, толщина пленки уменьшается,

Общая площадь нефтесодержащего слика - 36,5 км².

РЛИ SAR Sentinel -1B от 28.03.2018, 03:16 UTC

ПРИМЕР ПОВЕРХНОСТНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СПУТНИКОВОМ РАДИОЛОКАЦИОННОМ ИЗОБРАЖЕНИИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ



После всплытия на поверхность нефтяные плёнки немедленно вовлекаются в движения, обусловленные субмезомасштабным вихрем.

На расстоянии 6 км к северо-востоку от точки всплытия слик резко изгибается, сужается и практически прямолинейно распространяется к северо-северо-востоку еще на 13 км .

Момент излома слика соответствует времени резкого усиления и изменения направления ветра

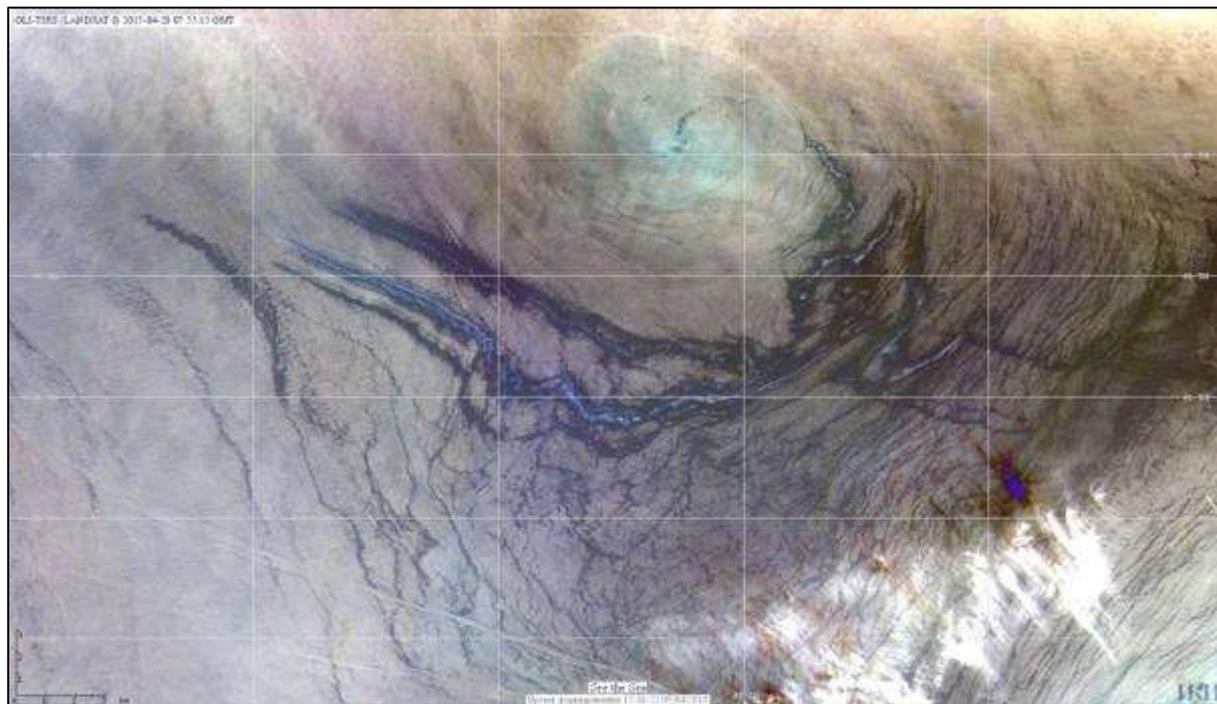
Общая площадь нефтесодержащего слика – около 9км².

РЛИ SAR Sentinel -1A от 08.04.2017,
03:16 UTC

Естественные нефтепроявления отчетливо проявляются и на цветосинтезированных изображениях, однако, для сенсоров оптического диапазона существенными ограничивающими факторами являются требования к освещённости и отсутствию облачности, благодаря чему они проигрывают радиолокационным данным, когда речь идёт о непрерывном мониторинге и накоплении статистических данных.

Использование оптических изображений, особенно полученных в зоне солнечного блика, зачастую помогает разрешить неоднозначности в интерпретации радиолокационных данных и уточнить природу плёнок, формирующих слики, относя их к классам нефтяных или биологических плёнок.

ПРИМЕР ПОВЕРХНОСТНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СПУТНИКОВОМ ИЗОБРАЖЕНИИ ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ



Фрагмент цветосинтезированного изображения сенсора OLI-TIRS Landsat-8 (4, 3 и 2 спектральные каналы) от 28.04.2017, 07:55 UTC

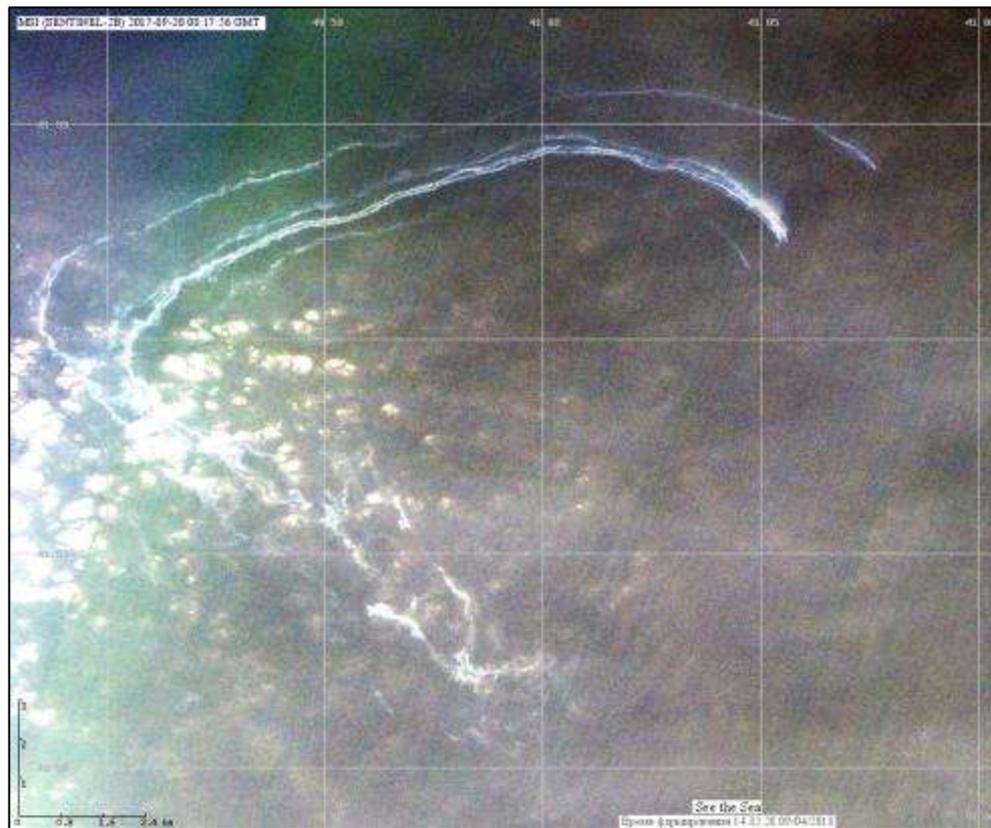
Три сформированные тонкие протяжённые полосы повышенной яркости, окружённые тёмным ореолом, расширяющимся по мере растекания плёнки.

После выхода на поверхность три полосы нефтепроявления распространяются в юго-восточном направлении на расстояние примерно 10 км от точки всплытия.

После этого, одна струя вовлекается в вихревые движения и направляется к центру, закручивающегося циклонического вихря, а две оставшиеся сильно искривляются и продолжают распространяться в юго-восточном направлении.

Общая площадь нефтесодержащего слика примерно 50 км².

ПРИМЕР ПОВЕРХНОСТНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СПУТНИКОВОМ ИЗОБРАЖЕНИИ ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

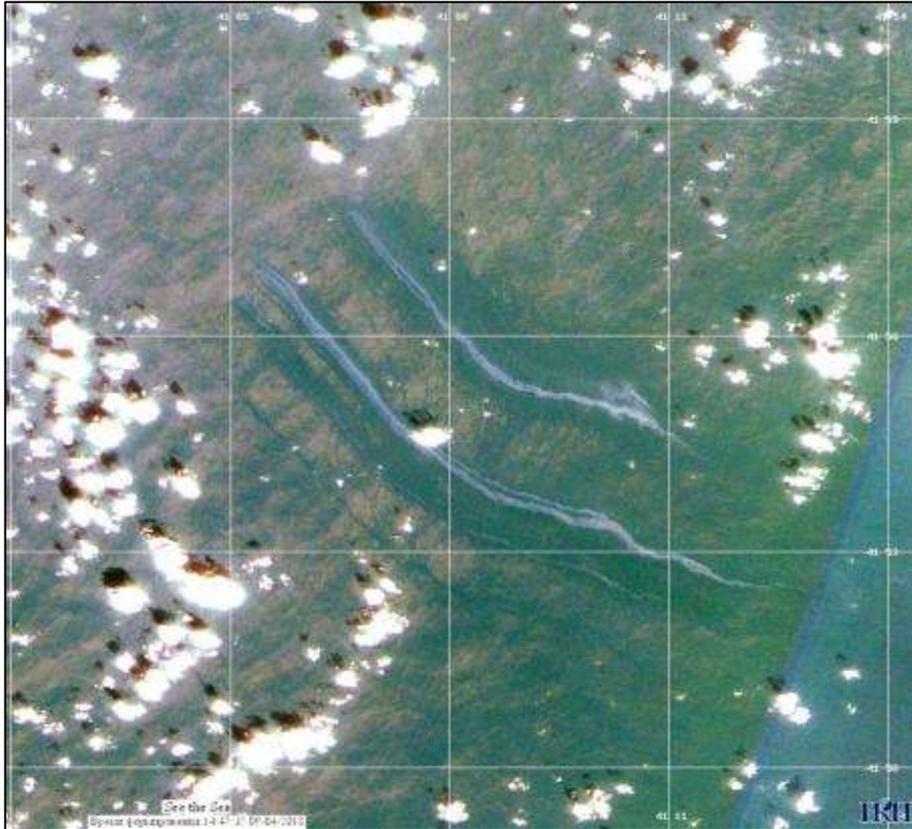


Фрагмент цветосинтезированного изображения сенсора MSI Sentinel 2-B (4, 3 и 2 спектральные каналы) от 20.09.2017, 08:17 UTC

После выхода на поверхность три сформированные тонкие протяжённые полосы повышенной яркости распространяются по дуге.

Пройдя по дуге расстояние примерно 15 км в западном направлении, слик начинает распространяться к юго-востоку и завершается на расстоянии 13 км к юго-западу от точки всплытия, пройдя в общей сложности 27 км.

ПРИМЕР ПОВЕРХНОСТНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СПУТНИКОВОМ ИЗОБРАЖЕНИИ ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

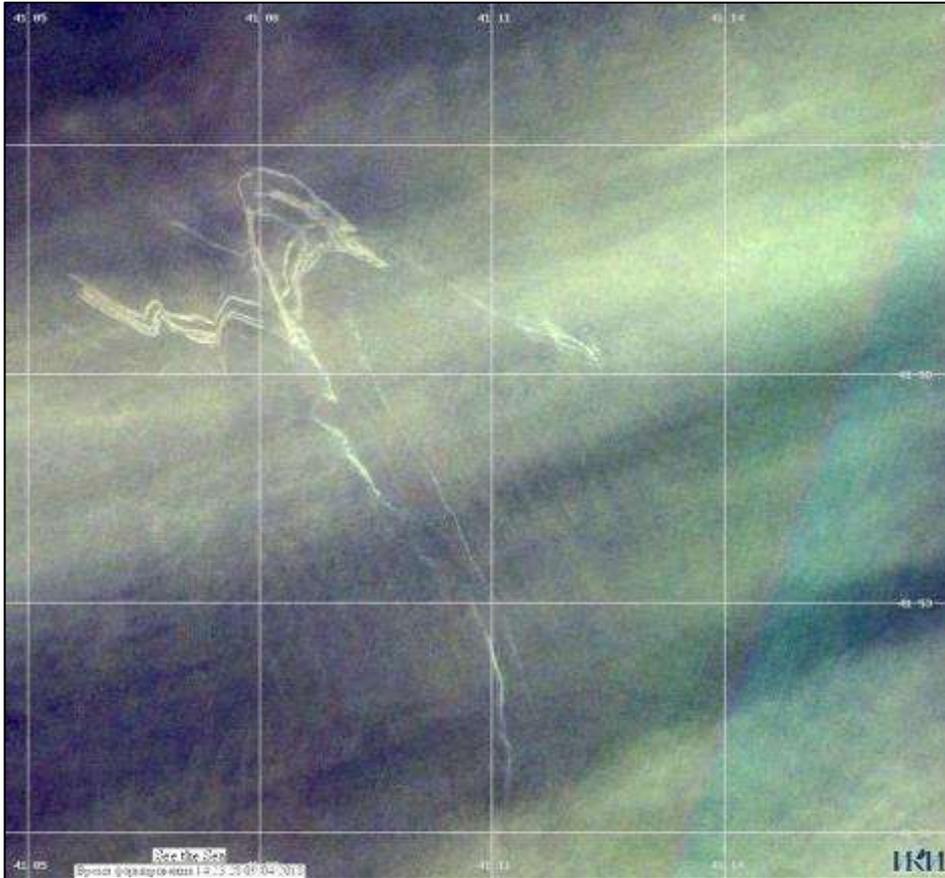


Три сформированные тонкие протяжённые полосы повышенной яркости, окружённые тёмным ореолом после выхода на поверхность распространяются, слегка изгибаясь, в юго-восточном направлении на расстояние 10 и 15 км от точки всплытия.

Общая площадь нефтесодержащего слика – 36,5 км².

Фрагмент цветосинтезированного изображения сенсора MSI Sentinel 2-B (4, 3 и 2 спектральные каналы) от 10.09.2017, 08:17 UTC

ПРИМЕР ПОВЕРХНОСТНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СПУТНИКОВОМ ИЗОБРАЖЕНИИ ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ



Фрагмент цветосинтезированного изображения сенсора MSI Sentinel 2-B (4, 3 и 2 спектральные каналы) от 20.10.2017, 08:16 UTC

Три сформированные тонкие искривленные полосы повышенной яркости, после выхода на поверхность распространяются, слегка изгибаясь, в восточном направлении на расстояние примерно 5 км от точки всплытия.

Достигнув этой точки, слики резко поворачивают на север и описывая петлю, распространяются примерно на 5 км в северном направлении, а затем сливаются и после резкого поворота продолжают движение в направлении на юг на расстояние 16 км.

Общая длина траектории нефтесодержащего слика – примерно 26 км.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ

Сложная многокомпонентная структура нефтепроявления зачастую приводит к существенному усложнению траектории его распространения под влиянием ветра и течений, делая её плохо предсказуемой.

Это понижает достоверность прогноза распространения загрязнения морской поверхности на основе ныне существующих моделей

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ

В условиях, когда преобладающее направление ветра и течений сохраняется в течение длительного времени, нефтяная пленка может распространяться на большие расстояния – вплоть до 50 км от точки всплытия.

СВЯЗАННЫЕ ВОПРОСЫ:

СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ?

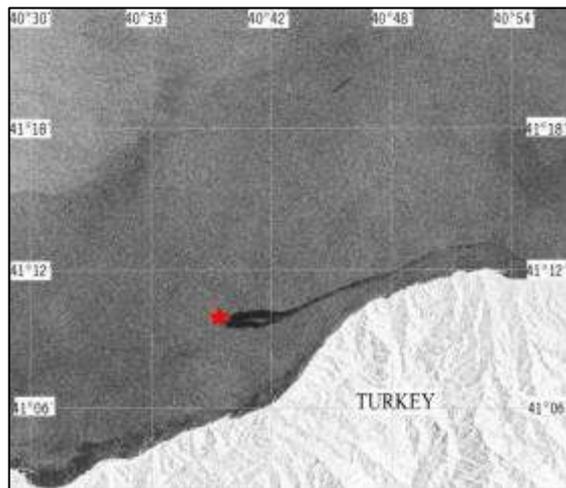
ВРЕМЯ ЖИЗНИ ?

ЕСТЕСТВЕННОЕ НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ (В ОБЛАСТИ ТУРЕЦКОГО ШЕЛЬФА)

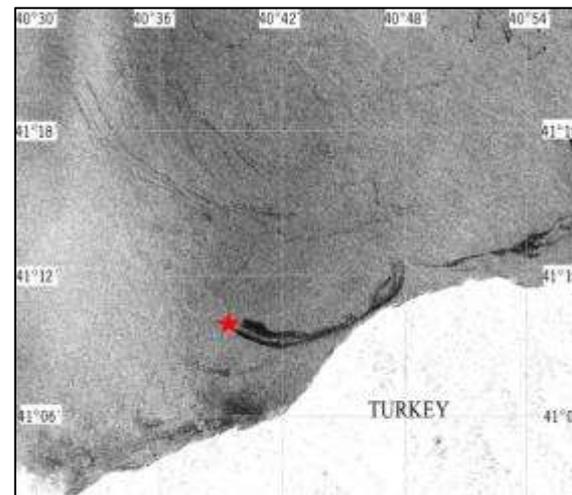


- 1) География исследований распространена на область турецкого шельфа вблизи г. Ризе.
- 2) В течение длительного времени известно о существовании нефтесодержащих сипов на дне моря в этом районе, но регулярные исследования здесь не проводились
- 3) Для локализации местоположения слипов были рассмотрены все накопленные нами спутниковые изображения района. SAR ERS-2 и ASAR Envisat изображения за период с января 2010 по декабрь 2011; SAR Sentinel-1A, В изображения с октября 2014 по настоящее время. Все “безоблачные” изображения сенсоров оптического диапазона: MSI Sentinel-2, OLI TIRS Landsat-8
- 4) Выявлено множество сликов, привязанных к определенной точке

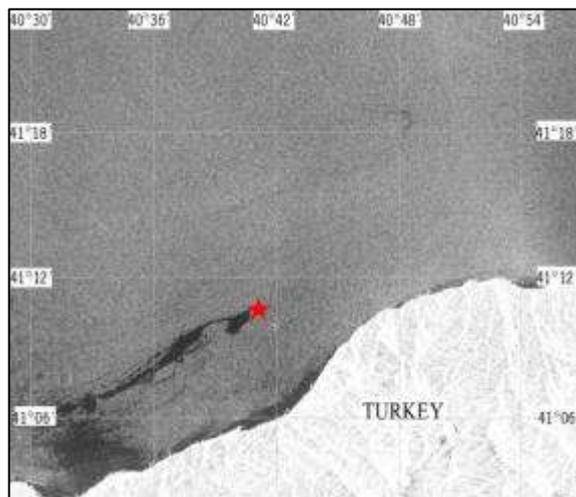
ПРИМЕРЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СПУТНИКОВОМ РАДИОЛОКАЦИОННОМ ИЗОБРАЖЕНИИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ (ТУРЕЦКИЙ ШЕЛЬФ)



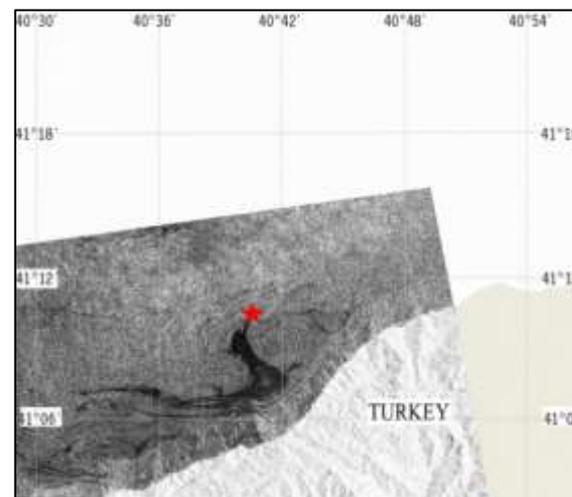
Sentinel-1A SAR, 24.06.2015, 15:10 UTC



Sentinel-1A SAR, 01.03.2015, 15:18 UTC

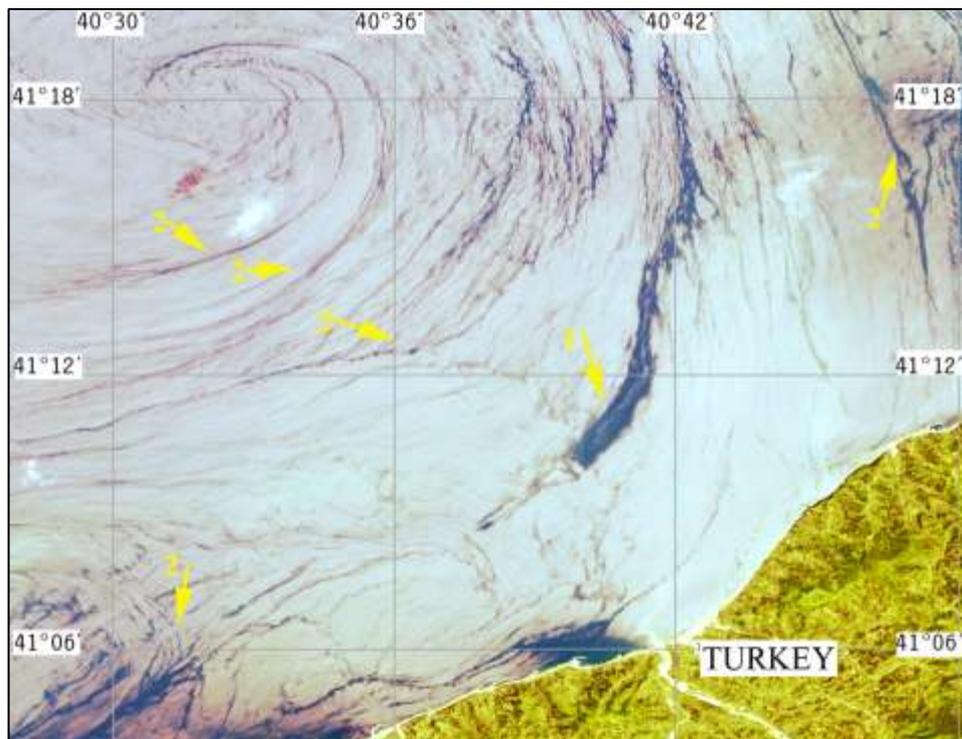


Sentinel-1A SAR, 19.02.2016, 15:10 UTC



Sentinel-1A SAR, 14.12.2015, 15:18 UTC

ПРИМЕР ПОВЕРХНОСТНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СПУТНИКОВОМ ИЗОБРАЖЕНИИ ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ (ТУРЕЦКИЙ ШЕЛЬФ)



OLAT Landsat-8 (каналы 4, 3 и 2),
29.05. 2014, 08:01 UTC.

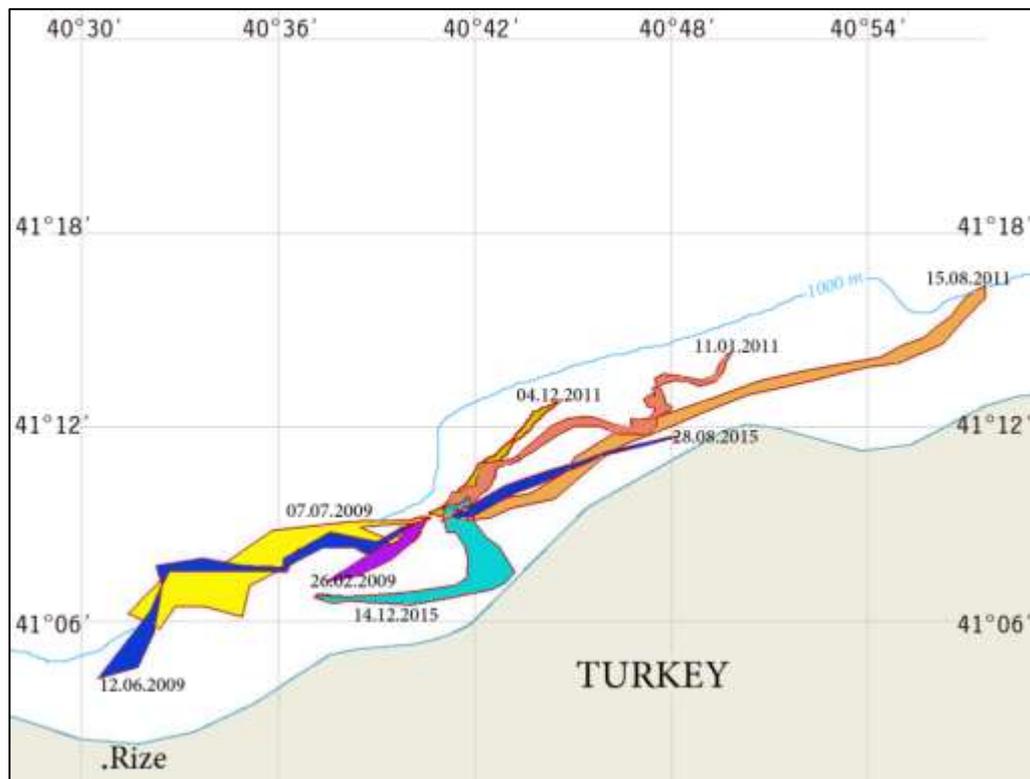
1—surface slicks from the seafloor
seepages; 2—biogenic films.

Обнаружение траектории естественного нефтяного пятна в радарном изображении может быть значительно затруднено благодаря сигнатурам биогенных пленок, существующих в изобилии в прибрежных водах.

Тем не менее анализ данных, полученных спутниковыми датчиками в VIS / NIR регионах электромагнитного спектра в условиях солнечного блика, доказывает, что нефтяные пленки всегда присутствуют на поверхности моря в районе интереса.

Нефтяной слик естественного происхождения виден как характерная удлиненная слегка изогнутая радужная полоса с более темным ореолом в соответствии с неравномерностью пленки по толщине

ЕСТЕСТВЕННОЕ НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ (В ОБЛАСТИ ТУРЕЦКОГО ШЕЛЬФА)



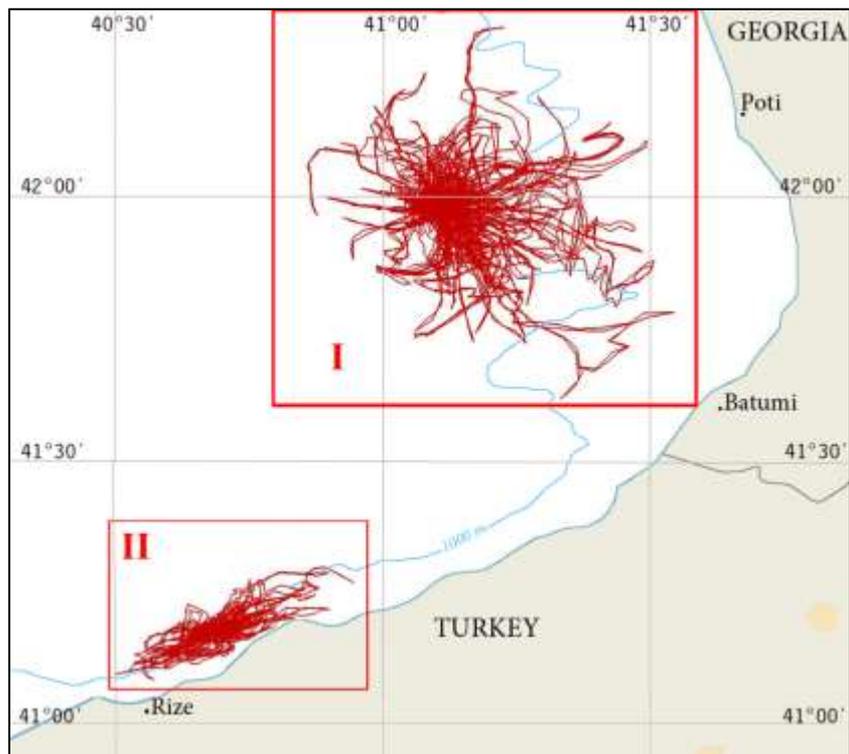
Пример. Восемь снимков, извлеченных из изображений SAR, зарегистрированных в разные годы, в разные сезоны и в разные дни, указывают местоположение источника на морском дне на расстоянии около 5 км от береговой черты.

Слики, извлеченные из радиолокационных данных, были наложены на карту, что позволило локализовать источник просачивания углеводородов на морском дне на турецком шельфе около города Ризе.

Местоположение источника было установлено как точка всплытия 230 нефтяных пятен, выявленных на спутниковых снимках, полученных над в регионе интереса в 2010-2017 годах.

Наши результаты показывают, что точка с координатами 40°41'Е, 41°09'Е оказалась «источником» естественного происхождения нефтяных
СЛИКОВ

ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ НАД РАЙОНОМ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВЫХОДОВ УГЛЕВОДОРОДОВ СО ДНА В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ



Карта может быть использована для оценки вероятности загрязнения морской поверхности моря в исследуемом регионе.

Площадь акватории, имеющей высокую вероятность загрязнения плёнками в результате естественных нефтепроявлений, составляет около 860 км² в районе Поти-Батуми и 360 км² в районе турецкого шельфа вблизи г. Ризе.

Дрейф нефтяных пленок в районе I. Определяется, прежде всего, неустойчивой системой течений. Кросс-шельфовый перенос нефтяного загрязнения может происходить здесь с высокой степенью вероятности

Преобладающие течения и ветра определяют, главным образом, вдольбереговой дрейф нефтяных пленок в районе II.

Работа поддержана РФН в рамках проекта № 14-17-00555

Спасибо за внимание

