



# Наблюдение техногенно-спровоцированных нефтепроявлений в северо-западной части Черного моря с помощью космической радиолокационной съемки

**А.Ю. Иванов**

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН  
[ivanoff@ocean.ru](mailto:ivanoff@ocean.ru)

# Введение

- Северо-западная часть Чёрного моря является уникальной акваторией. Здесь расположен наиболее широкий черноморский шельф, это акватория с активным судоходство, кроме того, здесь находятся места обитания ряда промысловых рыб.
- Известна также значительная грифонная активность (газопроявления) на шельфе этой части моря (Шнюков, 2014). Она определяется геологическим строением морского дна, осадконакоплением в затопленных палеодельтах Днепра и Дуная (мощность до 7-10 км) и рядом других геолого-геофизических факторов.
- Антропогенный фактор в виде активного судоходства и газодобычи оказывает значительное влияние на состояние экосистемы этой части моря. С другой стороны, роль естественных нефтегазопроявлений до сих пор неизвестна и их вклад не получил должной оценки.

# Мотивация

- Появление большого количества характерных повторяющихся пятен-сликов в центральной части СЗ части Черного моря. Такое явление на радиолокационных изображениях морской поверхности было зарегистрировано впервые.
- Идея работы заключалась в том, чтобы исключительно с помощью данных ДЗЗ, главным образом радиолокационных (европейских спутников Sentinel-1A/1B), попытаться установить причину появления этих пятен и по возможности связать их с активизацией подводных источников нефтеуглеводородов.



**Серия мелких  
повторяющихся пятен-  
сликов – нефтепроявлений  
на РЛИ от 28.06.2018**

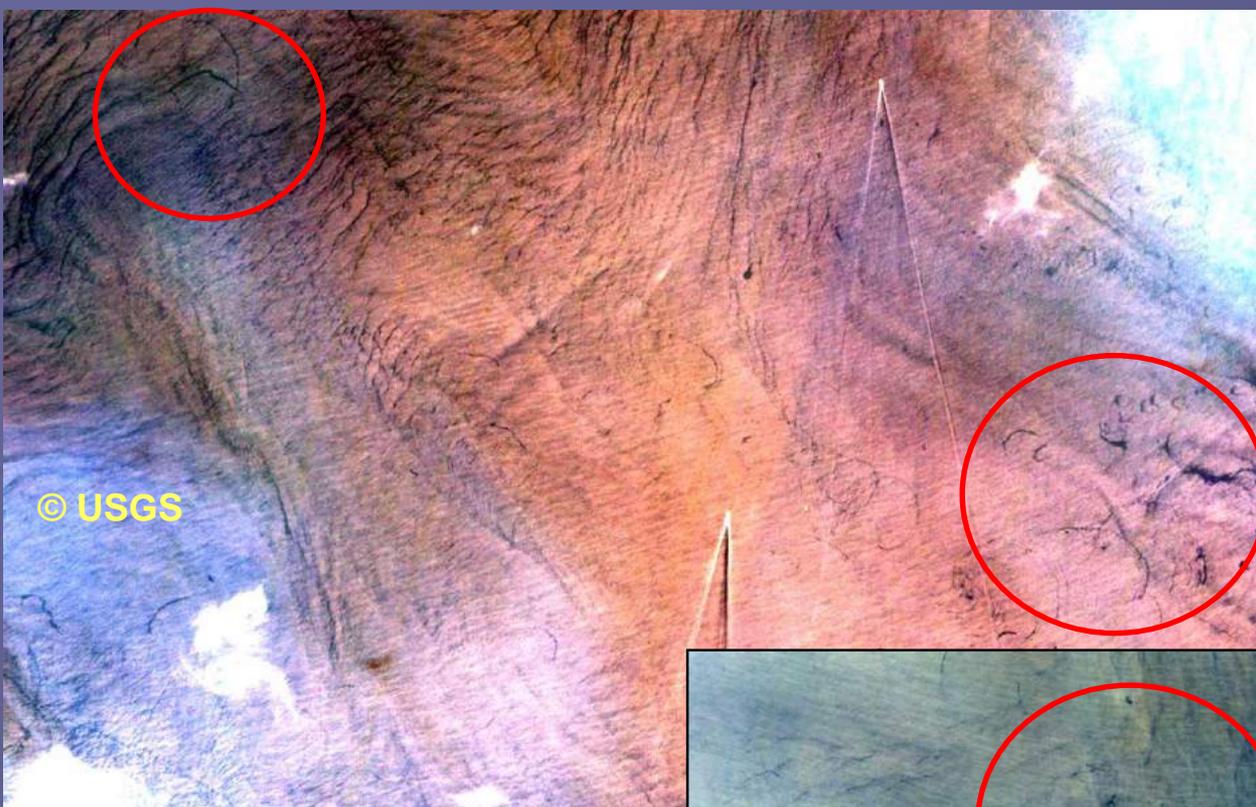
**© ESA**



Уникальная линейчатая  
структура из мелких  
пятен-сликов –  
нефтепроялений на РЛИ  
от 15.05.2018

© ESA

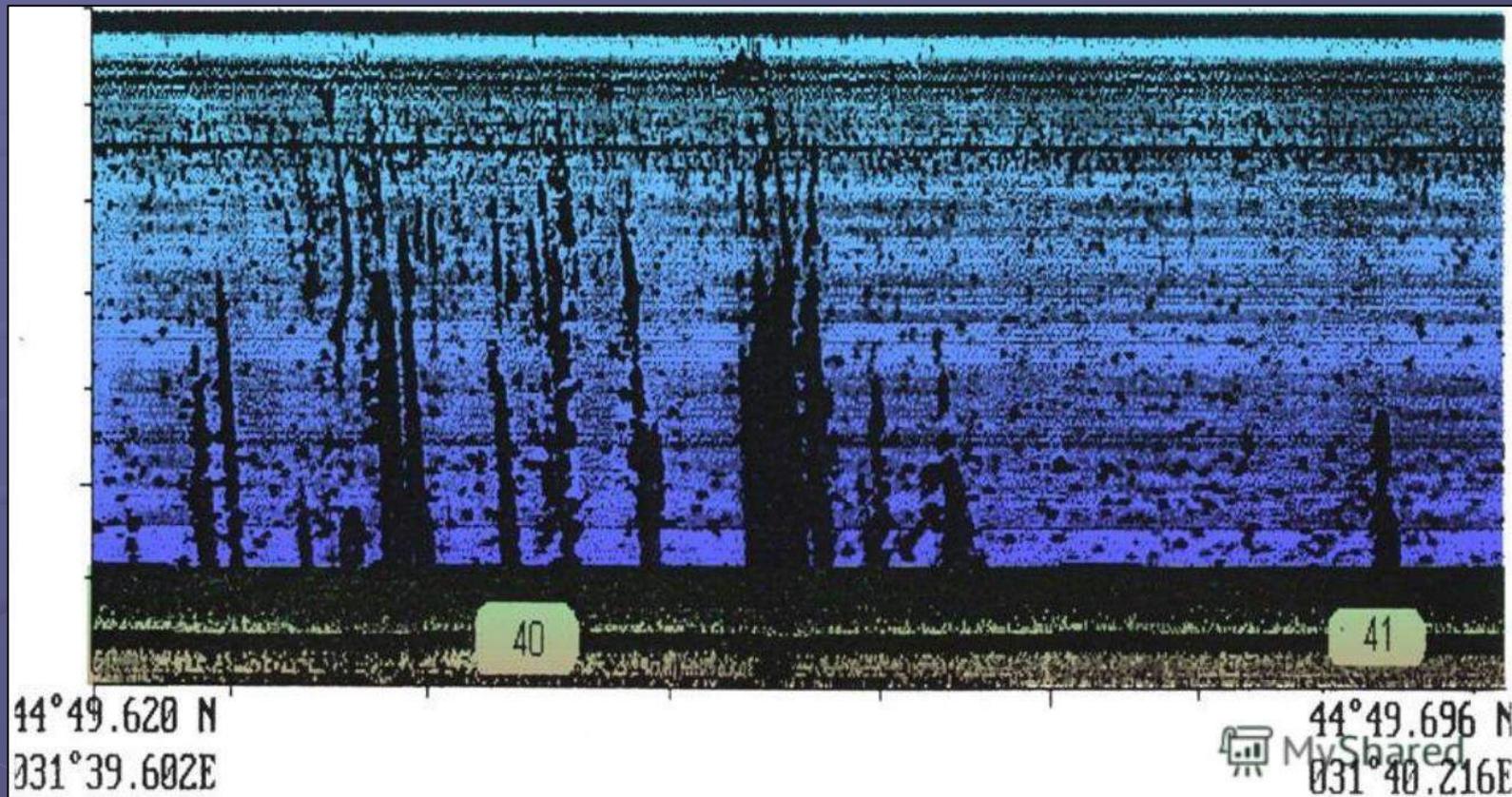
**Нефте-  
проявления здесь  
наблюдались и  
ранее**



**Скопления мелких  
повторяющихся пятен-  
сликов – нефтепроявлений  
в мелководной СЗ части  
Черного моря (красные  
круги) на снимках Landsat-8  
за 2014 и 2015 гг.**

© USGS

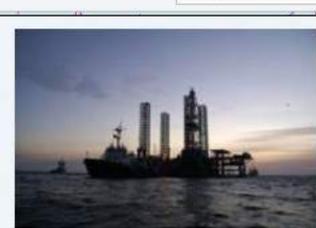
# Газопроявления на СЗ шельфе Черного моря



Многочисленные выходы газа на эхограмме НИС «Профессор Водяницкий», полученной в 47 км к югу от месторождения «Штормовое».

# Район мониторинга и техногенная нагрузка

fishing-app.gpsnauticalcharts.com/i-boating-fishing-web-app/fishing-marine-charts-navigation.html

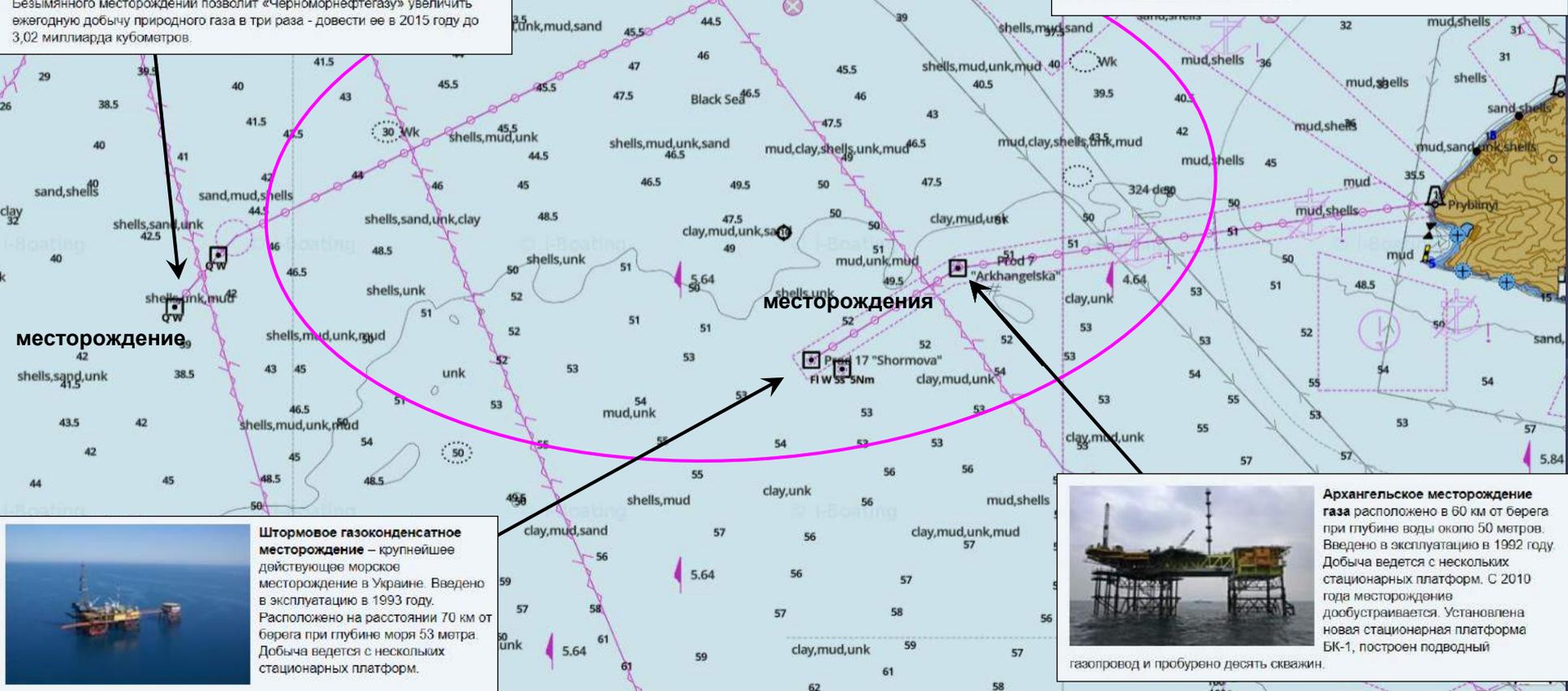


**Одесское и Безымянное месторождения природного газа.**  
Суммарные запасы составляют более 22 миллиардов кубометров. Месторождения расположены на расстоянии 155 км от крымского побережья при глубине моря 30-80 м. Находятся в стадии обустройства. Первый газ с Одесского месторождения (с

платформы БК-1) поступил в газотранспортную систему Крыма в четвертом квартале прошлого года. Обустройство в том числе Одесского и Безымянного месторождений позволит «Черноморнефтегазу» увеличить ежегодную добычу природного газа в три раза - довести ее в 2015 году до 3,02 миллиарда кубометров.



**Голицынское газоконденсатное месторождение** - первое открытое в Черном море месторождение углеводородов. Расположено в 70 км от берега при глубине моря более 50 м. Открыто в 1974 году. Введено в эксплуатацию в 1983 году. Действующее. Добыча ведется с куста стационарных платформ.



месторождение



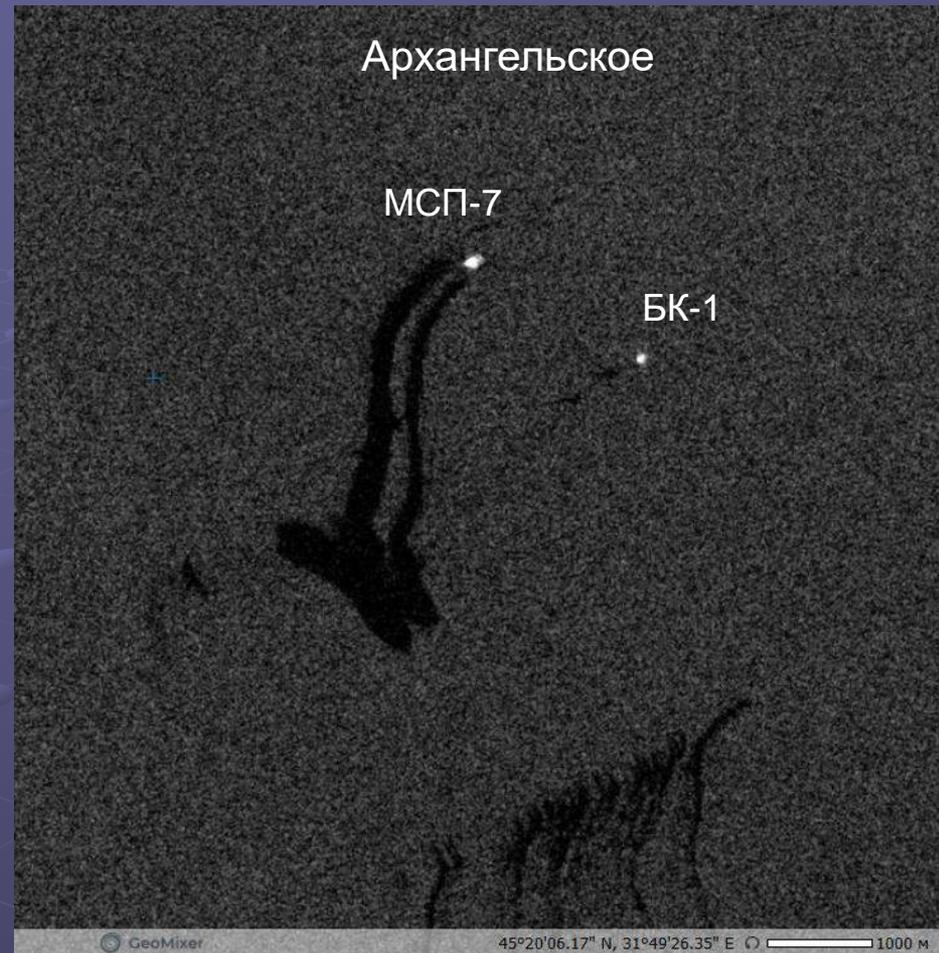
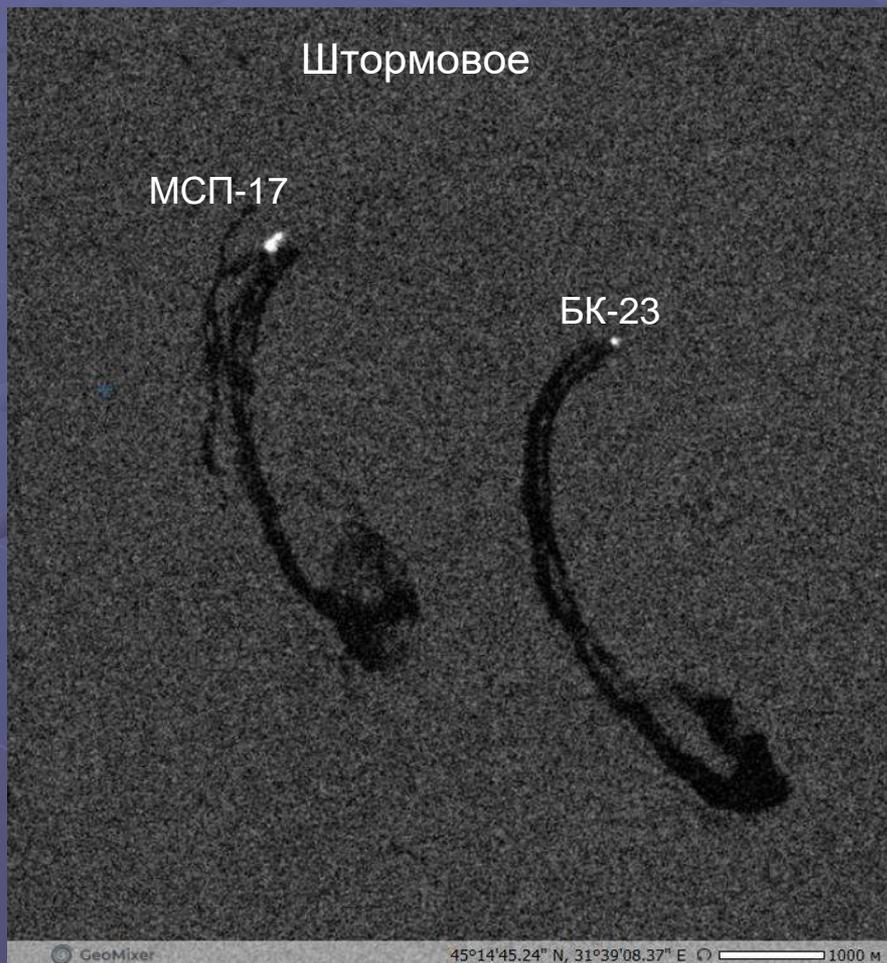
**Штормовое газоконденсатное месторождение** - крупнейшее действующее морское месторождение в Украине. Введено в эксплуатацию в 1993 году. Расположено на расстоянии 70 км от берега при глубине моря 53 метра. Добыча ведется с нескольких стационарных платформ.



**Архангельское месторождение газа** расположено в 60 км от берега при глубине воды около 50 метров. Введено в эксплуатацию в 1992 году. Добыча ведется с нескольких стационарных платформ. С 2010 года месторождение дообустраивается. Установлена новая стационарная платформа БК-1, построен подводный газопровод и пробурено десять скважин.

Платформы и газопроводы в СЗ части Черного моря

# Разливы у платформ (обнаружены на 37 РЛИ)



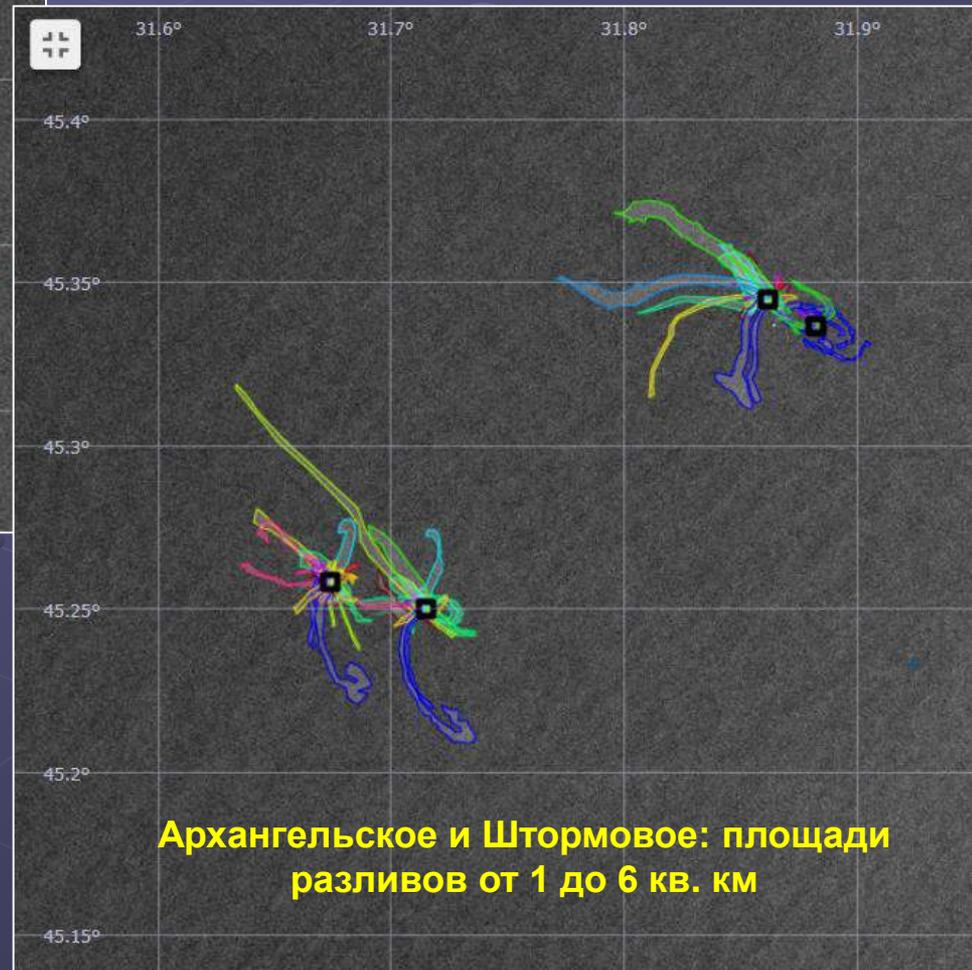
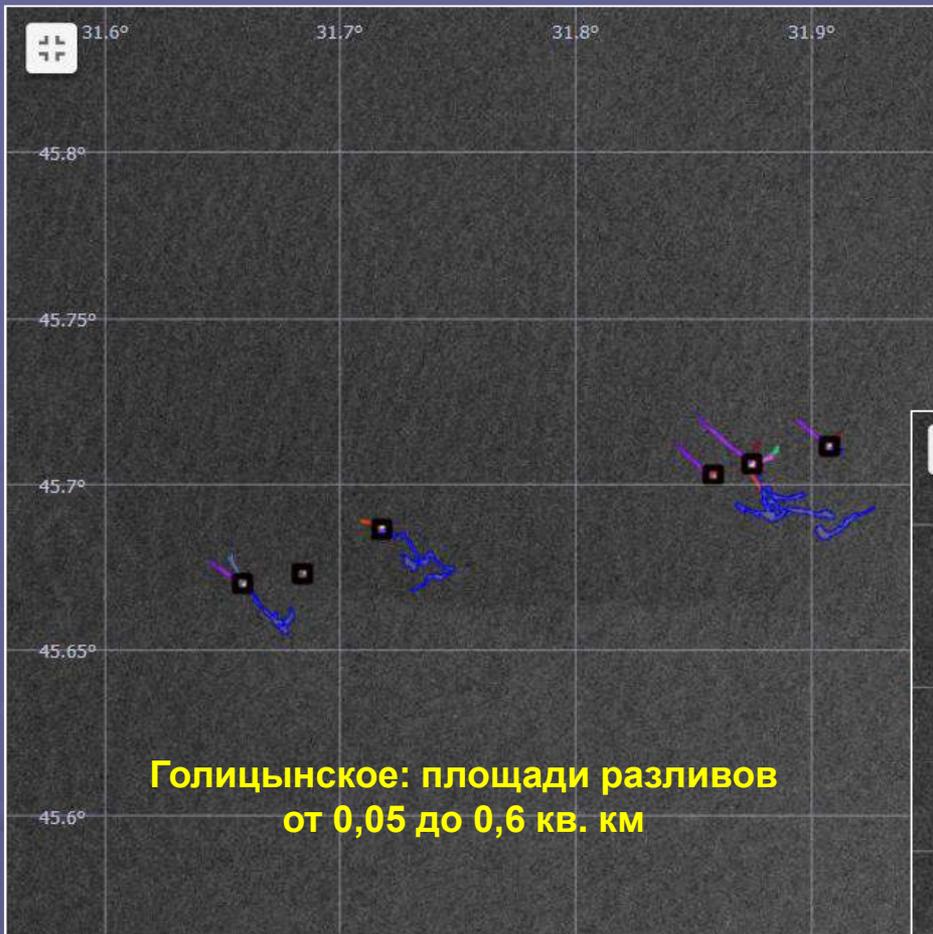
Sentinel-1B 22.06.2018 (15:43 UTC). © ESA

# Загрязнения и грифоны на снимках Sentinel-2



Утечка нефтепродуктов у платформы МСП-7 (Архангельское месторождение) на оптическом снимке Sentinel-2В от 29.06.2018 (08:456 UTC)

# Разливы у платформ на основе анализа 37 РЛИ за 2018 г.



Увеличение количества и площадей пятен у платформ Архангельского и Шормового месторождений может говорить об увеличении техногенной нагрузки на акваторию рядом.

# Нефтепроявления на радиолокационных изображениях (район № 1)

28.06.2018

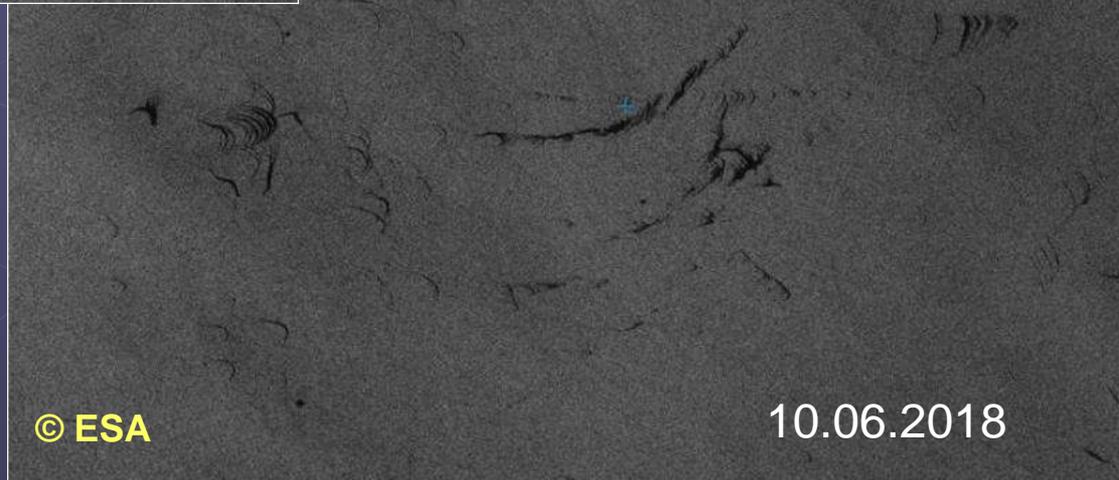


© ESA

Нефтепроявления на фрагментах РЛИ спутников Sentinel-1A/Sentinel-1B с нефтепроявлениями в центральной части района интереса.

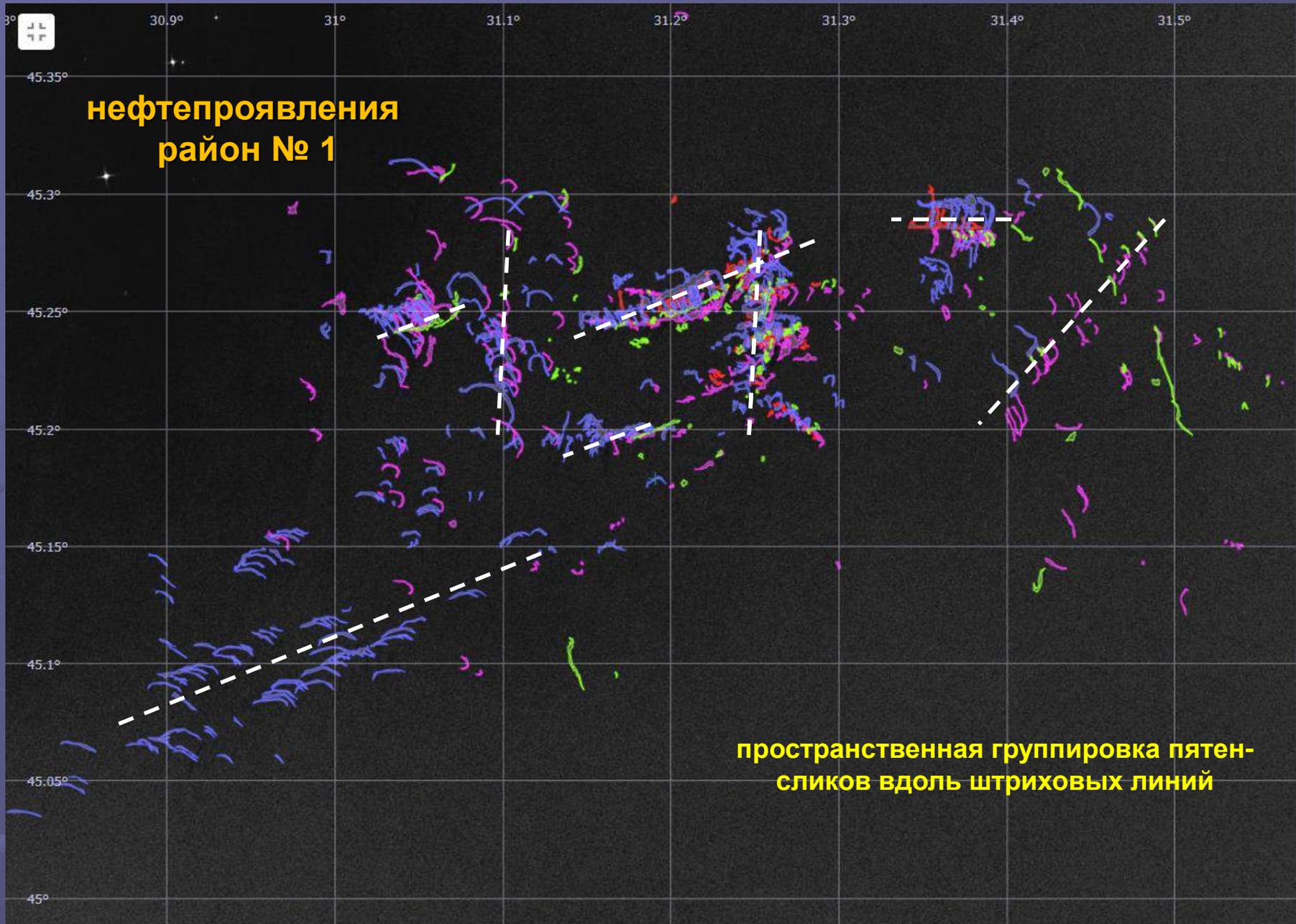
© ESA

Хорошо видна пространственная группировка пятен-сликов вдоль линий, имеющих пространствие запад-восток



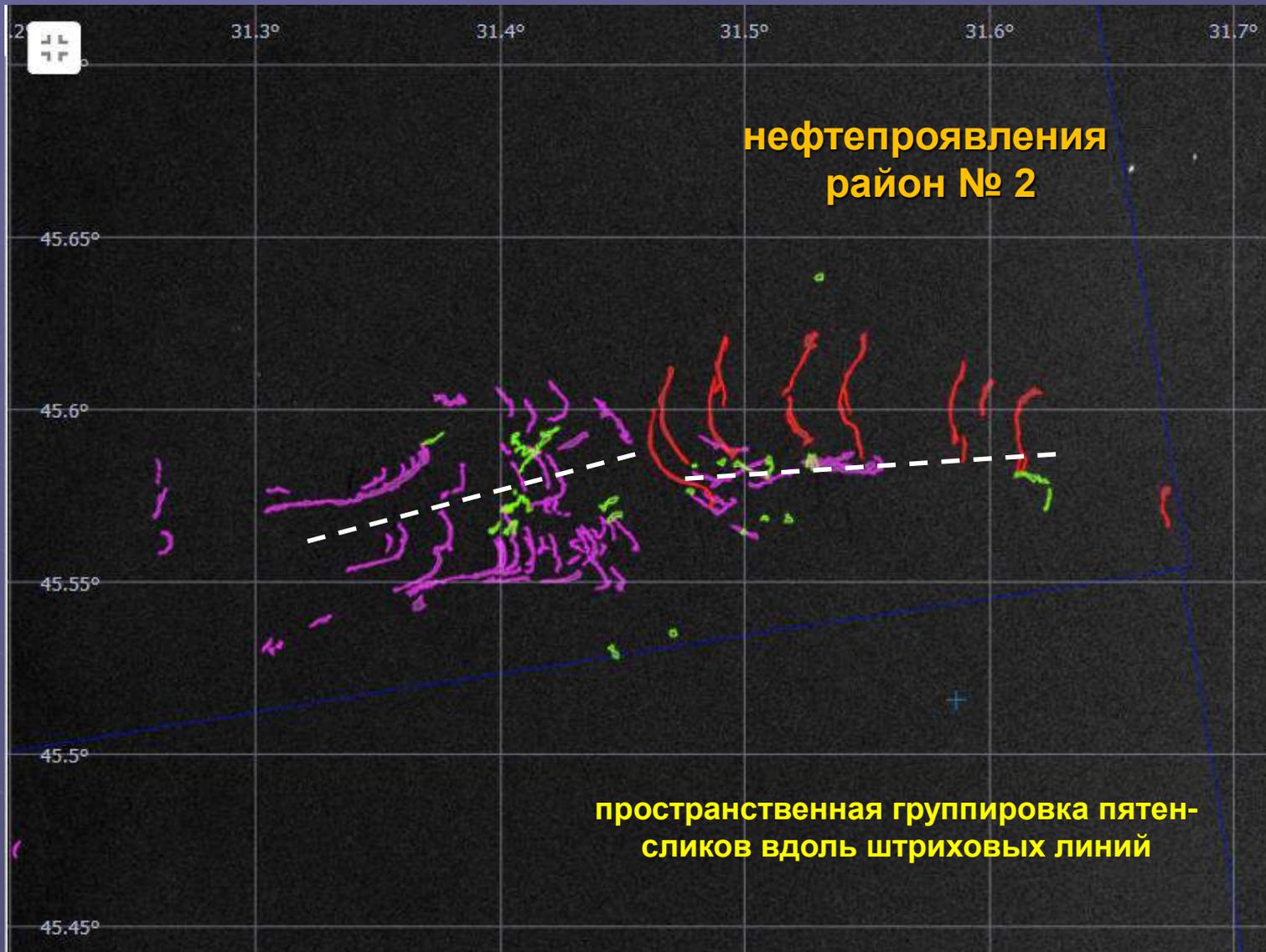
© ESA

10.06.2018

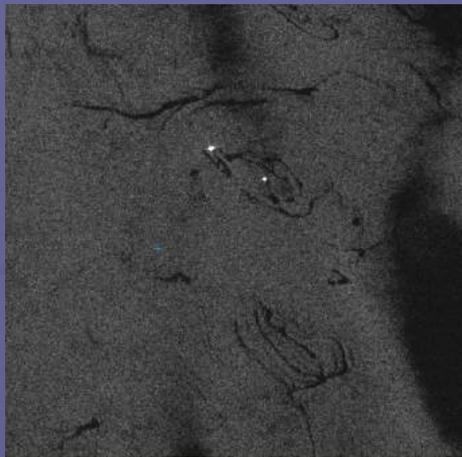


**нефтепроявления  
район № 1**

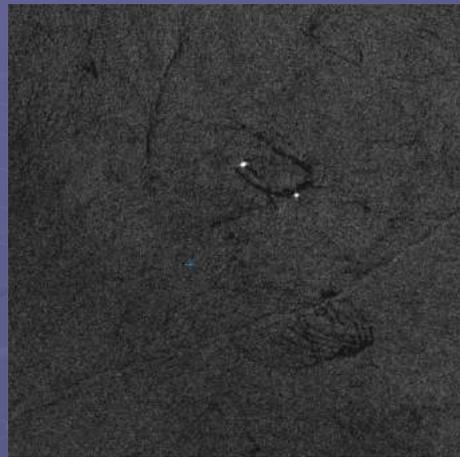
**пространственная группировка пятен-сликов вдоль штриховых линий**



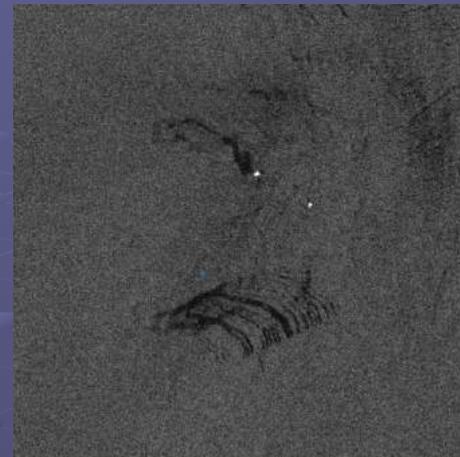
# Нефтепроявления на радиолокационных изображениях (район № 3)



23.04.2018



29.04.2018



15.05.2018



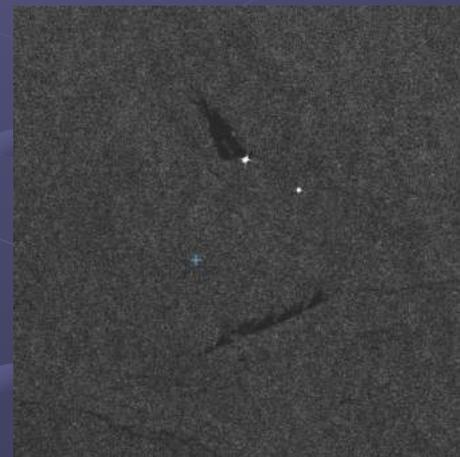
3.06.2018



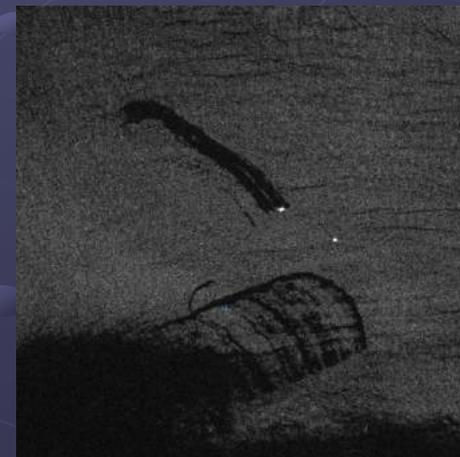
14.06.2018



22.06.2018



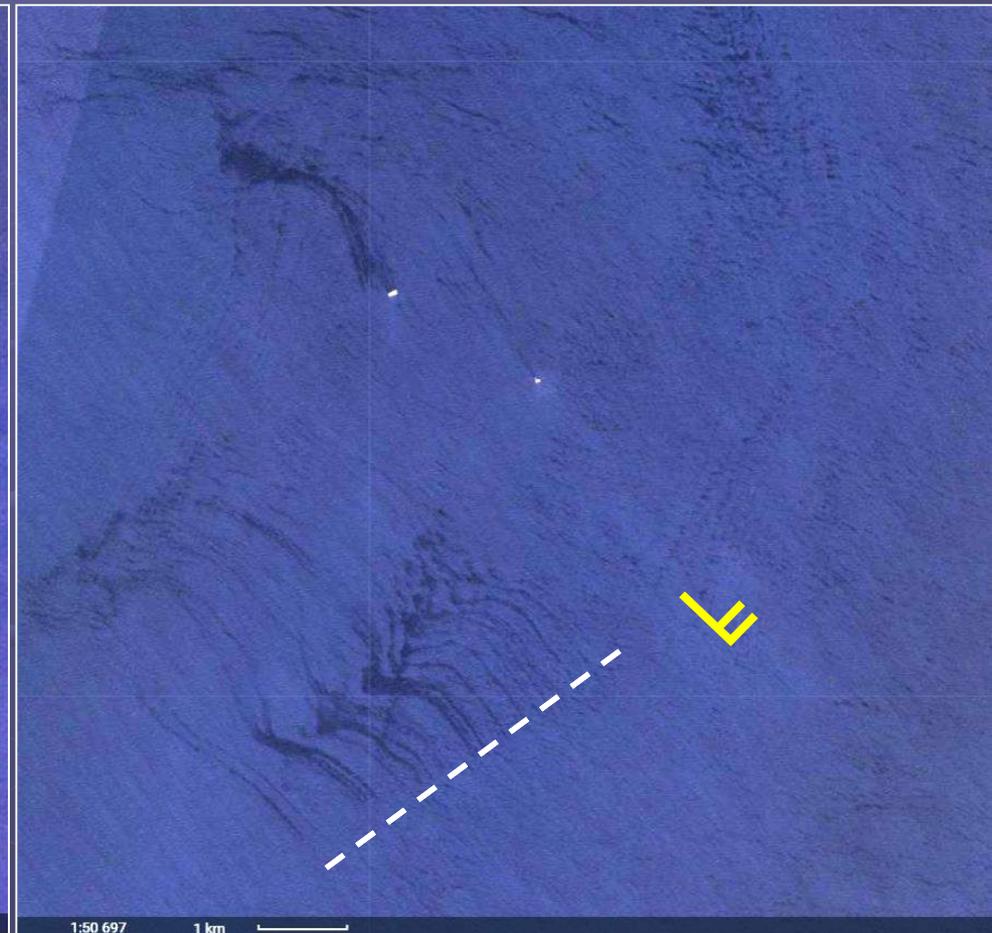
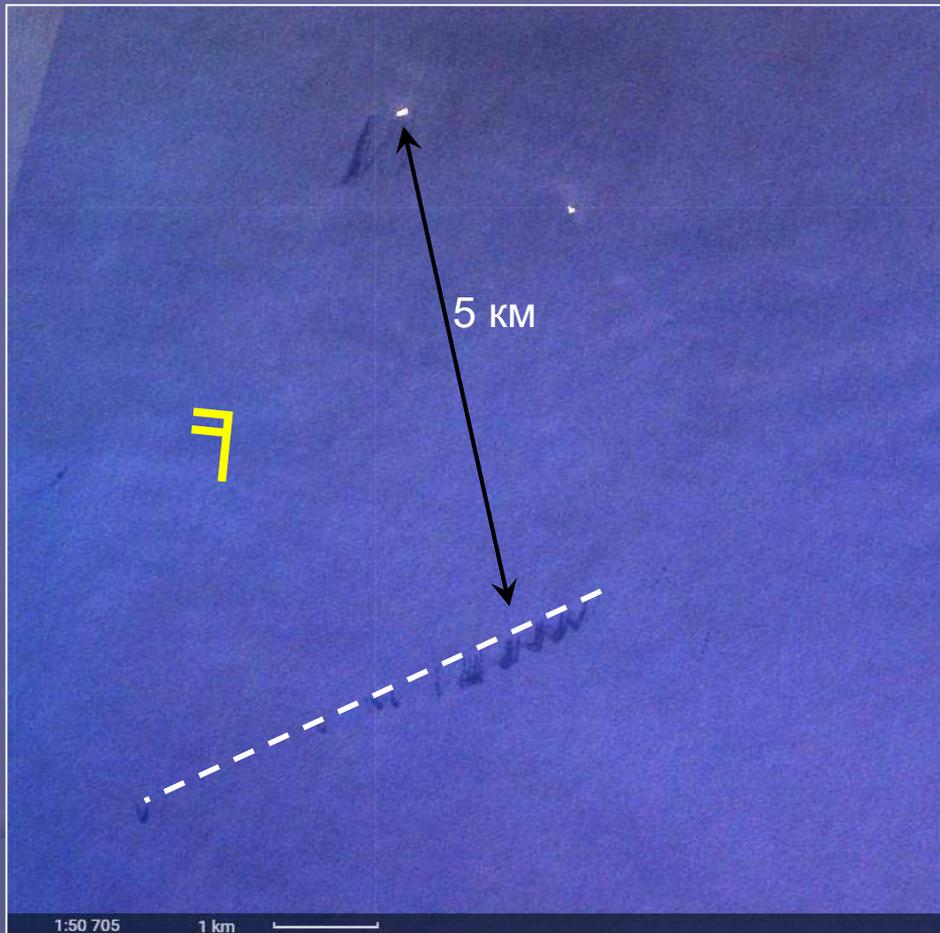
3.07.2018



8.07.2018

Фрагменты РЛИ спутников Sentinel-1A/Sentinel-1B на место нефтепроявлений около месторождения «Архангельское». © ESA

# Нефтепроявления (район № 3) на снимках Sentinel-2



Разливы у платформ (месторождение Архангельское) и полоса грифонов вдоль линии (в 5 км к югу от МСП-7) на оптических снимках Sentinel-2 от 30.04.2018 (08:46 UTC) и 15.05.2018 (08:46 UTC); направление ветра показано флажками с оперением. © ESA



31.82°

31.84°

31.86°

31.88°

31.9°

31.92°

## нефтепроявления район № 3

45.31°

45.3°

45.29°

45.28°

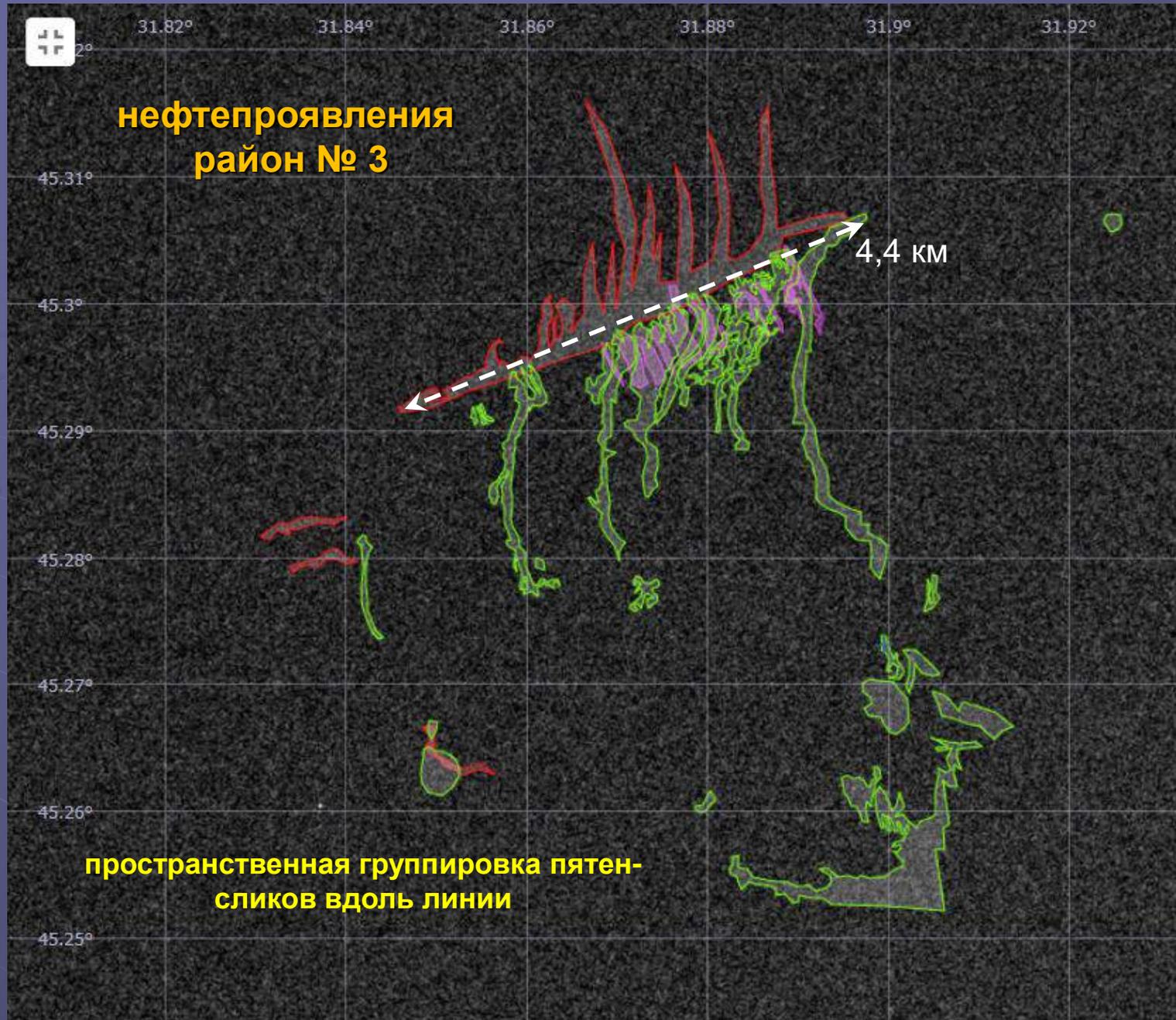
45.27°

45.26°

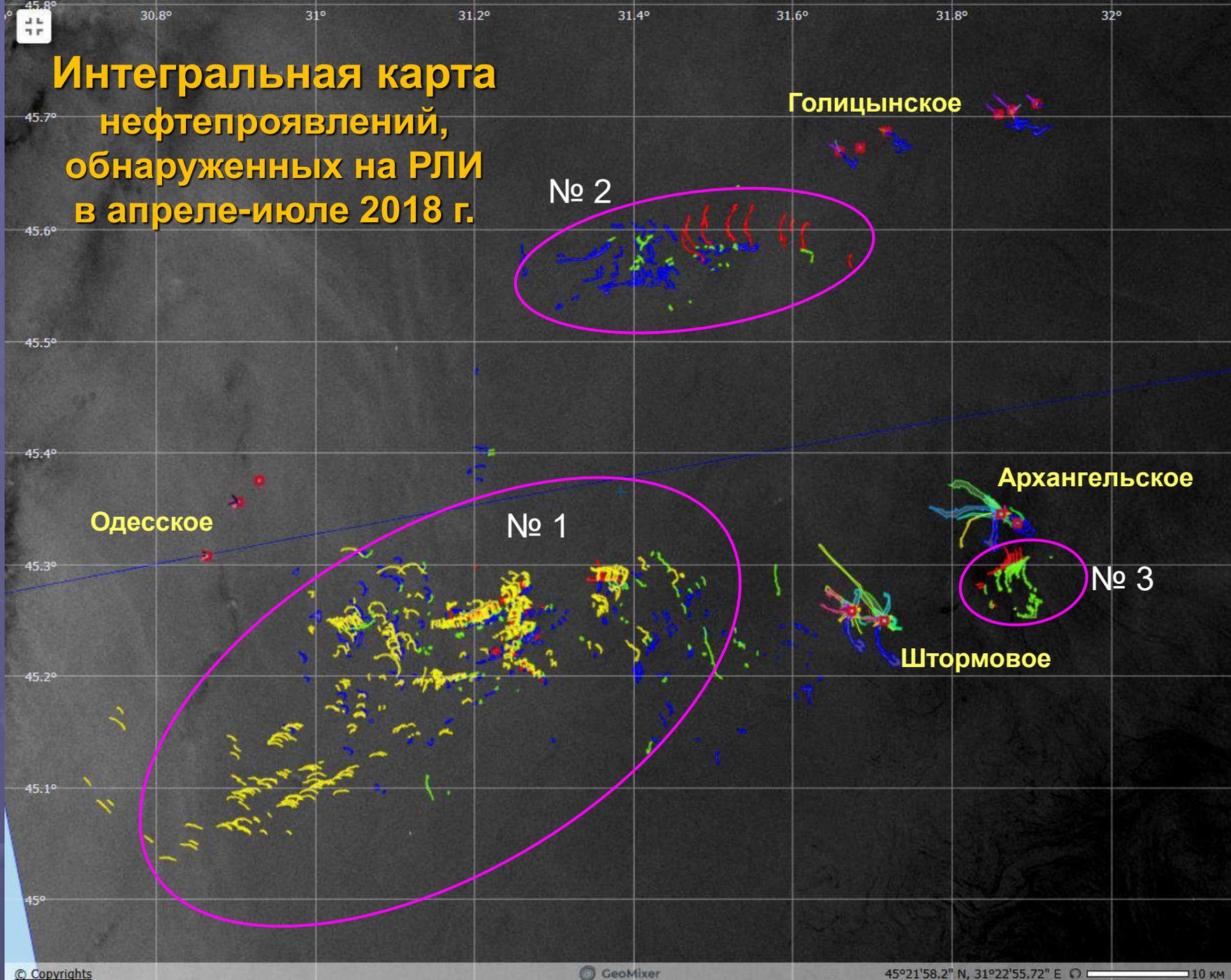
45.25°

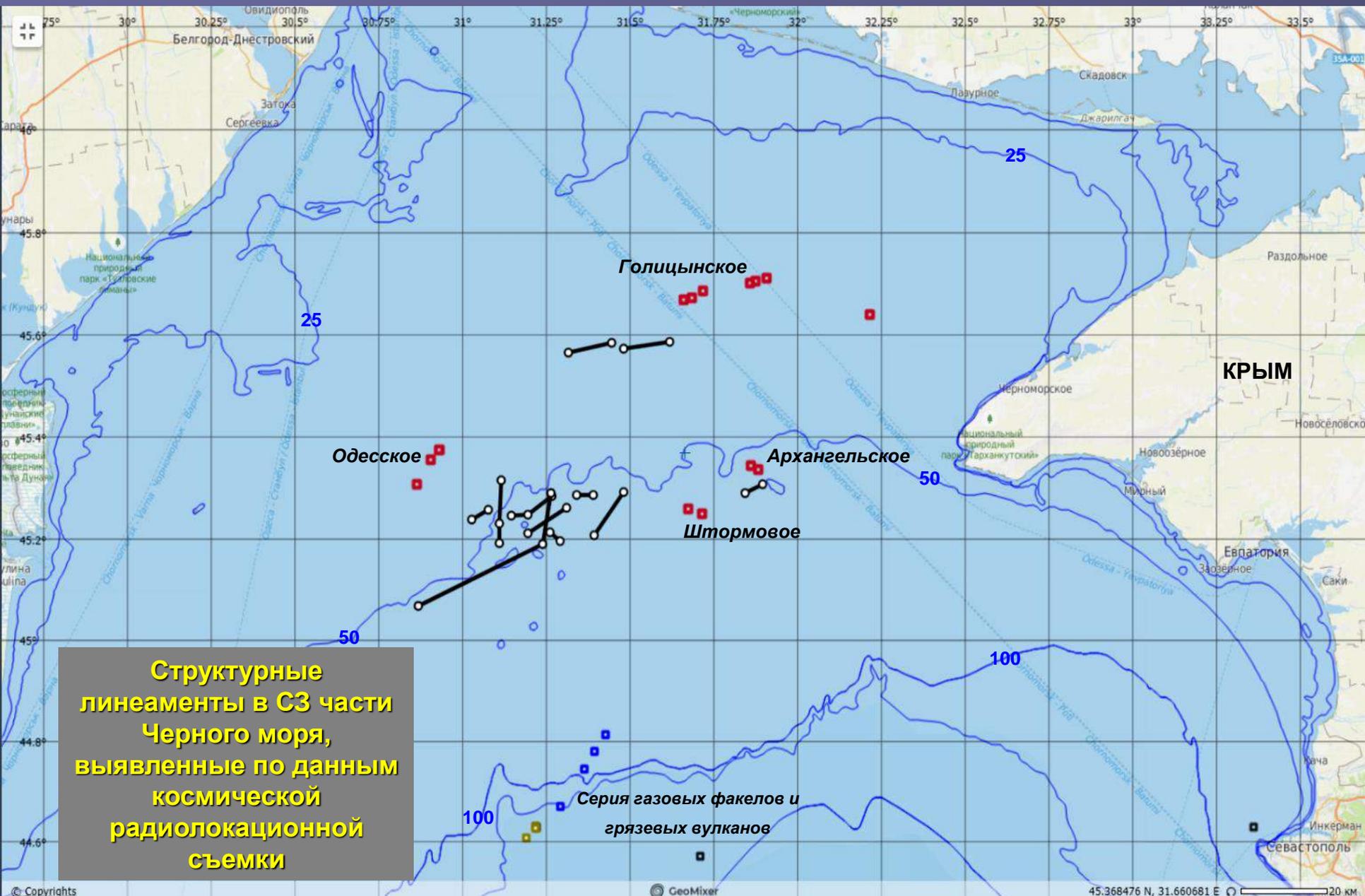
4,4 км

пространственная группировка пятен-  
сликов вдоль линии



# Интегральная карта нефтепроявлений, обнаруженных на РЛИ в апреле-июле 2018 г.





**Структурные  
линеаменты в СЗ части  
Черного моря,  
выявленные по данным  
космической  
радиолокационной  
съемки**

*Серия газовых факелов и  
грязевых вулканов*

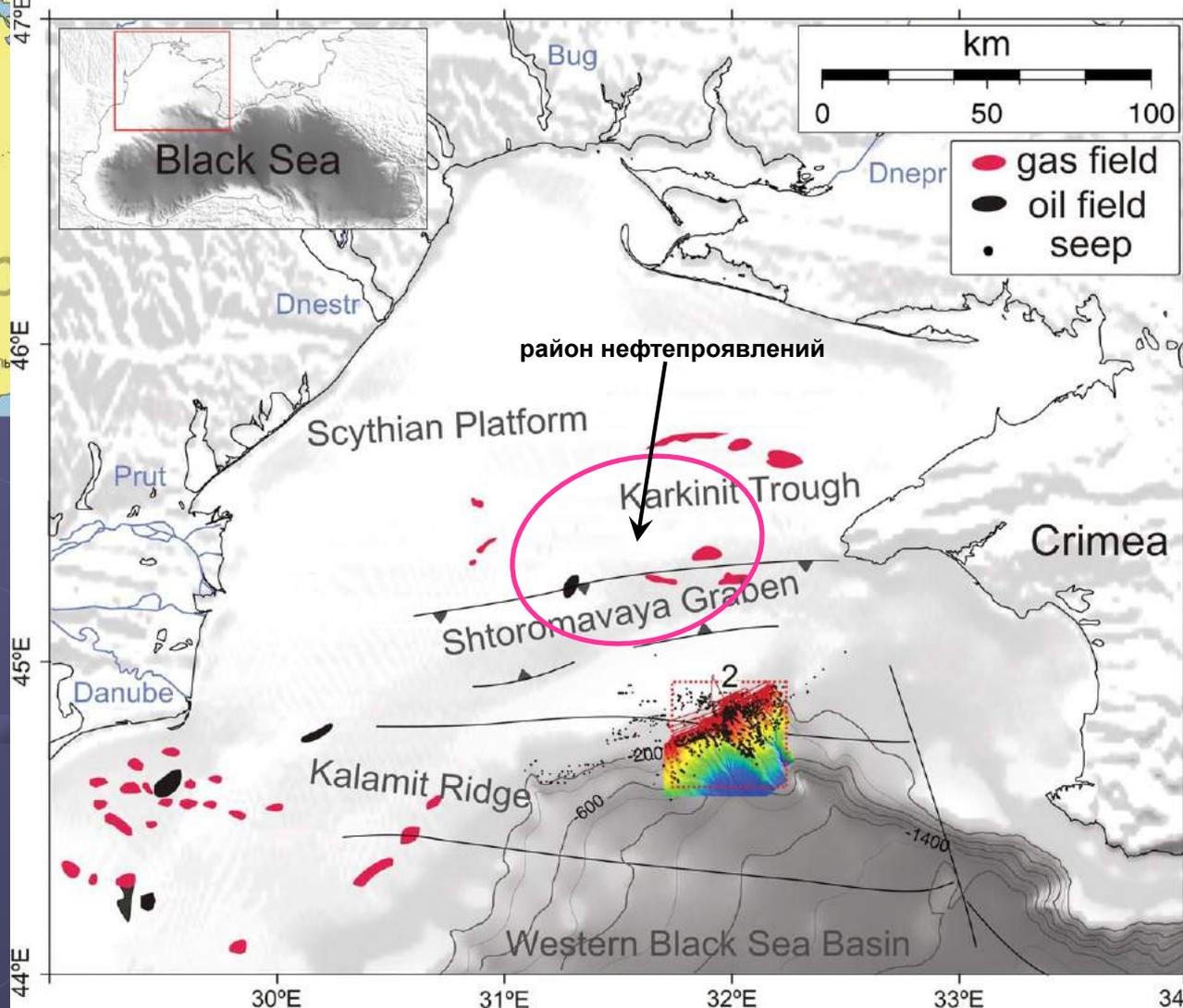
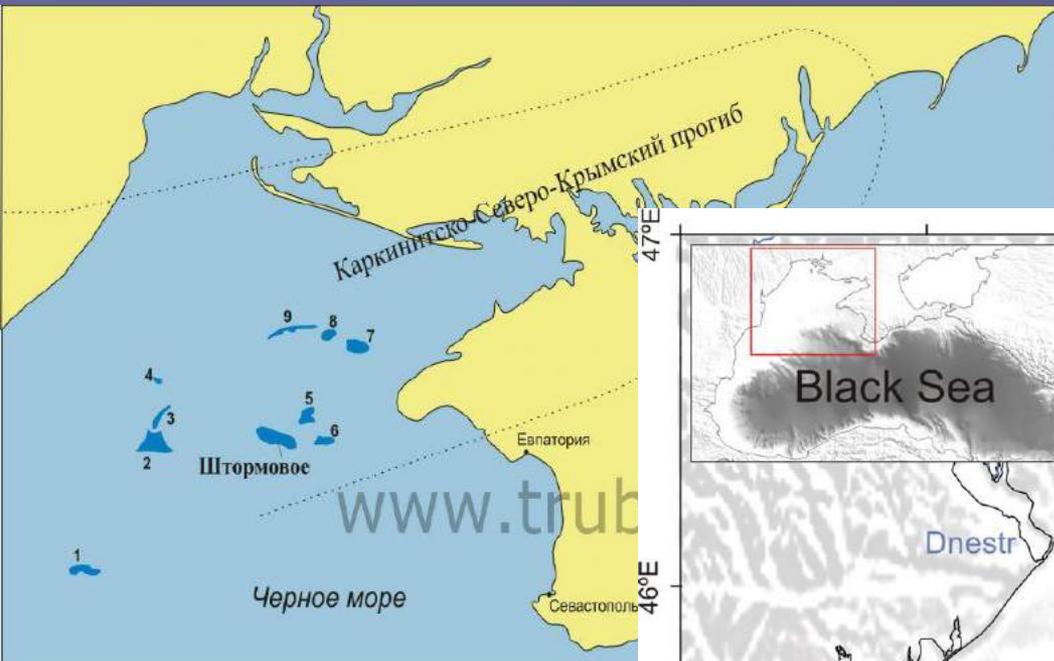
Анализ РЛИ с привлечением, дополнительных данных, в частности оптических снимков, навигационных карт и батиметрии показал, что:

- Образование на поверхности моря пленочных slicks (областей выглаживания мелкомасштабного волнения) говорит о наличии в составе выбросов жидких фракций углеводородов (газоконденсат?);
- Форма (линейчато-крючковидная), большое количество повторяющихся slicks, их пространственно-временная группировка – т.е. появление пятен-slicks в одних и тех же местах в течение 3-х месяцев, однозначно указывает на грифонную активность на дне моря;
  - Пятна начали появляться на поверхности моря над глубинами 40-50 м с середины апреля 2018 г. и обнаруживались практически на каждом РЛИ при скорости ветра не превышающей 4-5 м/с;
- Большая часть обнаруженных пятен находилась в российском секторе моря;
  - Пятна группировались в трех районах: первый большой (№ 1) между месторождениями Одесское, Голицынское и Штормовое. Второй (№ 2), в котором активность была минимальной – к северу от района № 2, а третий (№ 3) – самый маленький и наиболее активный – к югу от месторождения Архангельское.
  - Квасисинхронные оптические снимки спутников Landsat-8 и Sentinel-2A, полученные в малооблачных условиях, независимо подтвердили наличие нефтепроявлений на поверхности моря.

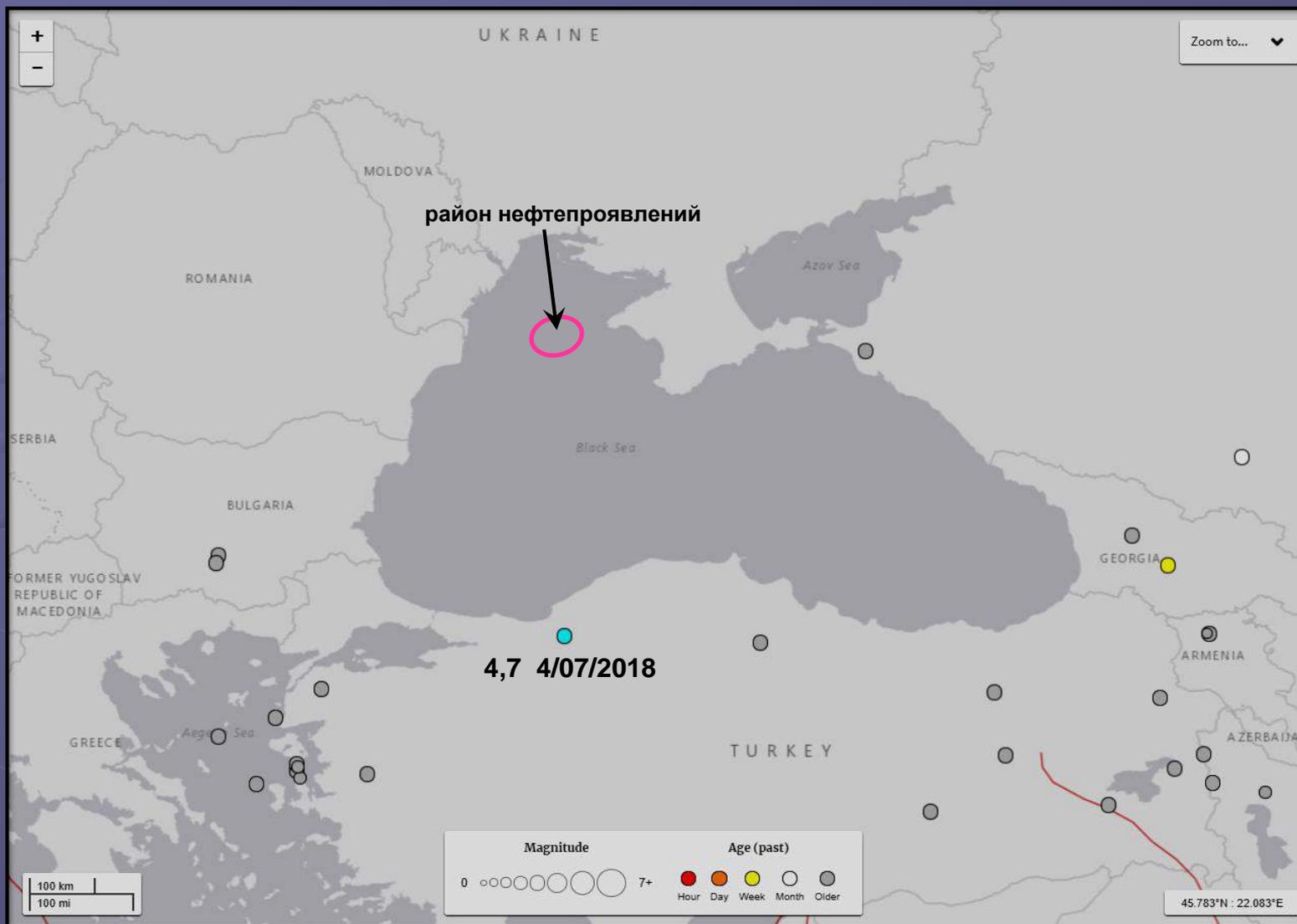
**Как понять какова главная  
причина появления  
пятен-сликов в районе  
интреса?**

**Возможно два варианта:  
1) естественно-природная,  
2) техногенная.**

# Геолого-геофизическое строение



# Сейсмическая активность



Отмечена низкая сейсмическая активность в Черноморском регионе в период 1.01.2018 — 30.10.2018 (данные USGS)

# Карта-схема работ ГУП «Черноморнефтегаз» на шельфе Черного моря в 2017-2018 гг.



# Информация компании «Черноморнефтегаз»

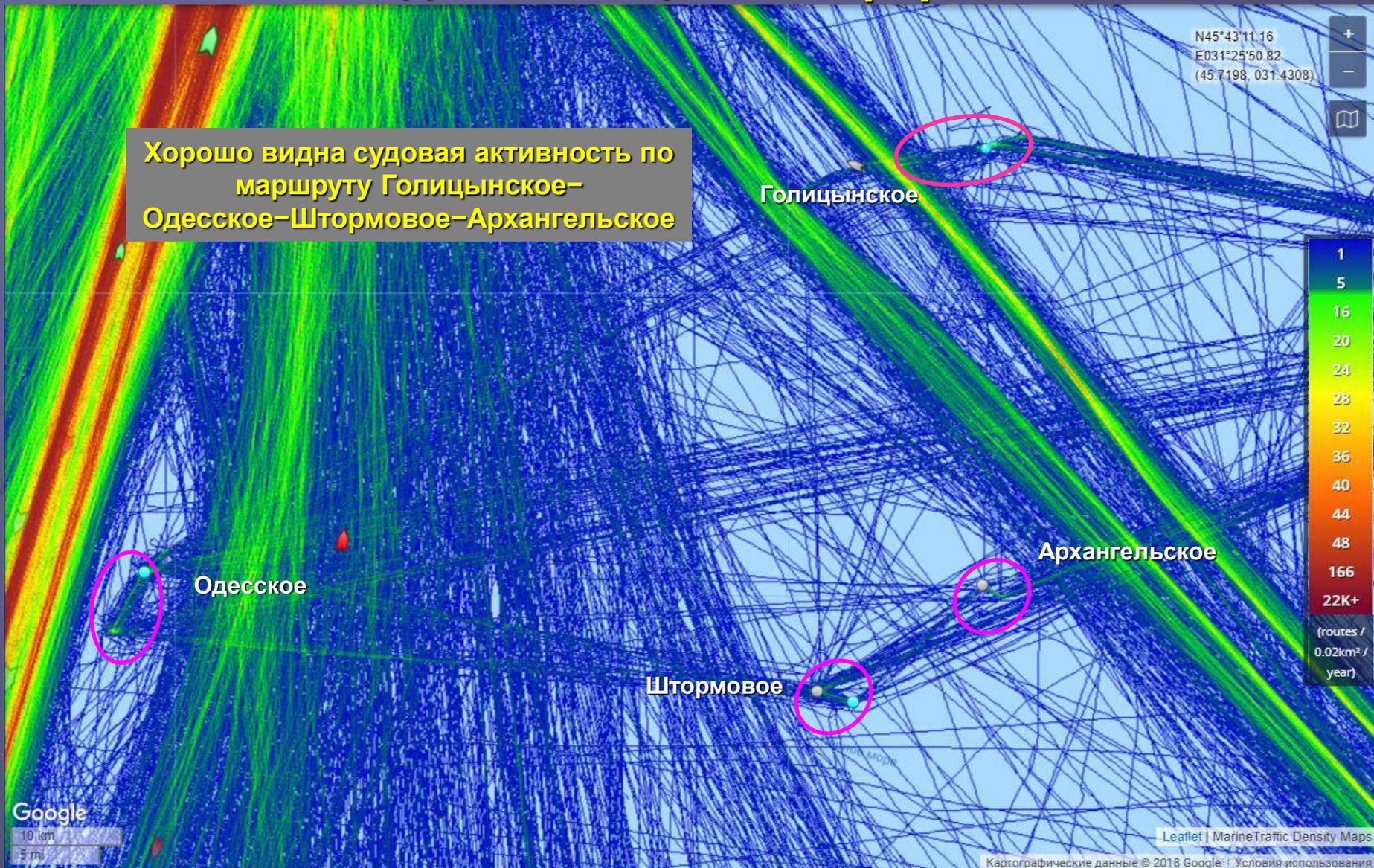
- в конце 2000-х гг. продолжались буровые работы на Одесском газовом месторождении, были задействованы СПБУ «П. Годованец» и «Независимость».
- СПБУ «Сиваш» продолжала выполнять эксплуатационные работы и дообустройство на Архангельском газовом месторождении (МСП-7).
  - СПБУ «Таврида» выполняла эксплуатационные работы на Штормовом газоконденсатном месторождении (МСП-17) и его дообустройство.
- Кроме того, есть информация, что в 2018 г. Одесское и Голицынское месторождения готовят к консервации из-за имущественного спора между Украиной и Россией.



**Плавучая буровая установка "Таврида" у МСП-17 на Штормовом месторождении (фото УНИАН)**

# Судовой трафик и судовая активность около добывающих платформ

Хорошо видна судовая активность по маршруту Голицынское–Одесское–Штормовое–Архангельское



# Заключение

- В апреле–июле 2018 г. на радиолокационных изображениях северо-западной части Черного моря были обнаружены многочисленные нефтепроявления (грифонного типа). Анализ последовательных РЛ-съемок в с использованием наработок ИО РАН и веб-ГИС технологий ГК «СКАНЭКС» подтвердил это предположение.
- Анализ данных ДЗЗ с привлечением дополнительной информации (данных геофизики, АИС и др.) позволил более конкретно определить причины, способствующие активизации подводных источников нефтеуглеводородов.
- В итоге, с большой вероятностью можно утверждать, что появление нефтепроявлений в этом секторе моря было связано с работами на Архангельском и Штормовом месторождениях в результате антропогенного воздействия на недра.



# Благодарности

Исследование выполнено при поддержке РФФ,  
проект 14-50-00095.