



**ГМА**

Геодезия  
Маркшейдерия  
Аэросъемка

*XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ*



*«Геоэкология и промышленная безопасность: взгляд из космоса»*

**Аковецкий В.Г. , д.т.н., профессор кафедры геоэкологии,  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина**

**МОСКВА , 16-17 февраля 2023**

**1. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ****ГЕОЭКОЛОГИЯ**

*Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030* [6].

*Геоэкологические аспекты* программы включают:

*разработку* научно-обоснованных методологий учета данных о потерях от бедствий и их использования в методах моделирования, картирования, мониторинга и оповещения разных видов угроз;

*проведение обследований* по бедствиям и оценок их риска, составление карт бедствий, в том числе с отражением сценариев изменения климата; обмен данными и их обновление посредством средств коммуникаций, геоинформационных и космических технологий;

*наблюдение за климатом*, объектами земной поверхности посредством наземных наблюдений и систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);

*оценку рисков и потерь* от бедствий, уязвимость и характеристику угроз с учетом страновых особенностей.

**ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

*Градостроительный кодекс [7 ]:*

«Обеспечение при осуществлении градостроительной деятельности безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений».

**ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов (ред. 11.06.2021)**

**Ст.11.** ... Системы управления промышленной безопасностью обеспечивают:

идентификацию, анализ и прогнозирование риска аварий на опасных производственных объектах и связанных с такими авариями угроз; планирование, корректировку и реализацию мер по снижению риска аварий на опасных производственных объектах ...;

... информационное обеспечение деятельности в области промышленной безопасности.



## ***1. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ***

### ***ВЗГЛЯД ИЗ КОСМОСА***

Отличительной особенностью развития космических систем начала 21 столетия является их использование для решения специализированных экологических задач. Это, в первую очередь, связано с изменением климата Земли, что требует глубокого изучения процессов, происходящих в геосферных планетарных оболочках, а также воздействия на них техногенных факторов. Необходимость решения данного класса задач потребовало перехода от разработки отдельных спутников к спутниковым группировкам.

Они применяются в рамках программ экологических исследований Европейского Космического Агентства (ЕКА) «Коперник», Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) и Национального управления океанических и атмосферных исследований (НОАА) (США), Российского космического агентства "Роскосмос". Такой подход позволяет получить более полную информацию о динамике процессов, происходящих в атмосфере и выполнить локализацию источников изменения ее параметров. Увеличение объема передаваемой и обрабатываемой специализированной информации предполагает использование автоматизированных и автоматических режимов ее интерпретации и отображения. Наличие качественно новой информации, позволяет существенно расширить области ее применения. Одним из таких направлений является использование космических спутниковых группировок для локализации источников техногенного воздействия объектов нефтегазового комплекса (НГК) на состояние атмосферного воздуха при аварийных эмиссиях парниковых газов и других загрязняющих веществ.



### ***ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ***

***Целью работы*** является оценка технологий мониторинга эмиссии парниковых газов на объектах нефтегазового комплекса в задачах обеспечения промышленной безопасности посредством использования комплексов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

***Для достижения указанной цели в работе рассмотрены:***

- природные и техногенные источники эмиссии парниковых газов в атмосферу;
- возможности существующих и перспективных систем ДЗЗ при решении экологических задач;
- особенности технологий интерпретации изображений источников эмиссии парниковых газов в геоинформационных системах;
- примеры экспериментальной апробации технологий локализации источников аварийных выбросов парниковых газов на объектах нефтегазового комплекса.

*ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ*

*Газогидраты под ледяным покровом*

(Якушев В.С, и др,2014; Шахова Н.Е,2007)



*Газопроявления на поверхности акватории*( [http://oilgasjournal.ru/vol\\_9/bondur.html](http://oilgasjournal.ru/vol_9/bondur.html) , (<http://www.oceanology.ru/goto/http://www.nature.com>)



Рис.1. *Индикаторы газопроявлений на морских акваториях*

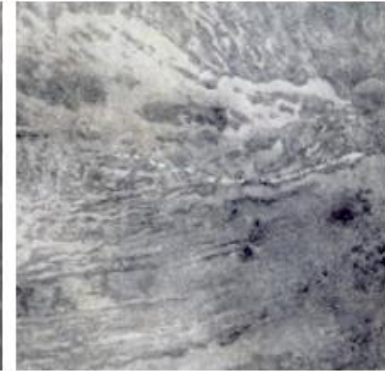
**ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ**
*Аэросъемка газопроявлений на акватории Каспия (1947-1953 гг.)*

 Извержение грязевого вулкана  
 (вынос глиняных масс)

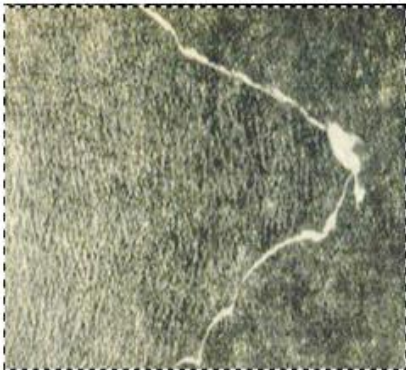

Приведены три аэрофотоснимка извержения одного и того же подводного вулкана, заснятые через 10—15 мин, здесь существенное изменение очертаний мутной воды.



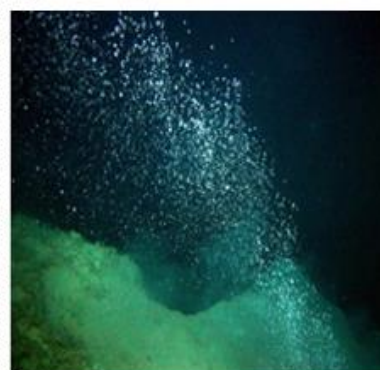
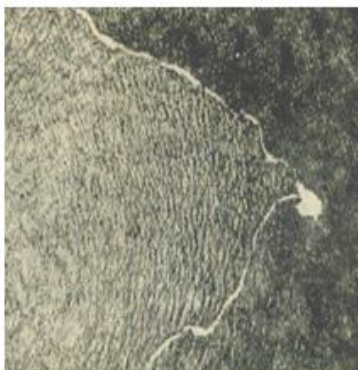
Выделение газа по тектонической трещине на морском дне, 1:10 000



Выход газа после шторма, вода мутная 1:10 000



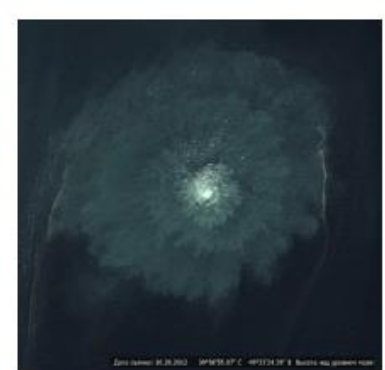
Явление наблюдалось на Каспийском море 20/VII- 53 г. в 13 км от берега против селения Кызыл-Бурун. Этот участок мощного выхода газов и обусловленного им образования пены был сфотографирован в течение 15—20 минут, форма полос, созданных пеной, под действием ветра все время менялась. Длина одной из полос пены, измеренная на фотосхеме, достигала 900 м.



Извержение вулкана



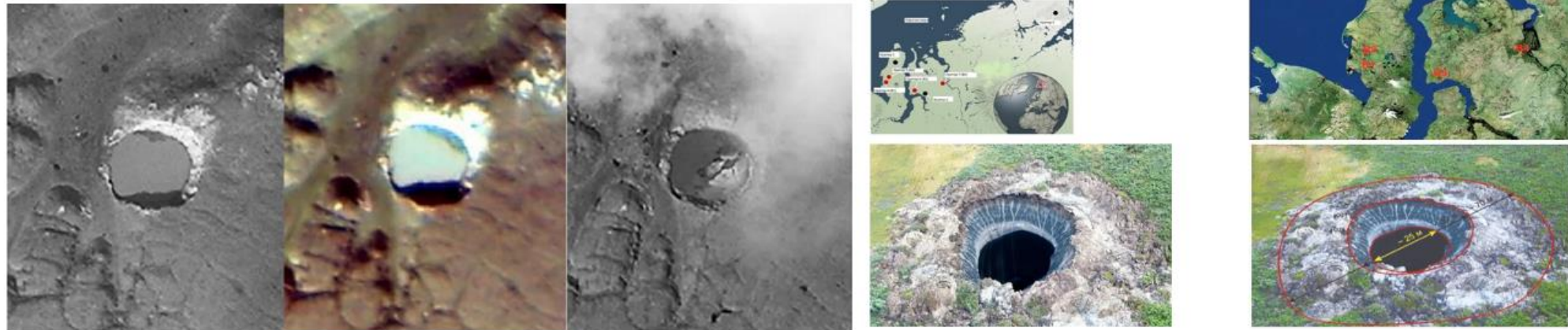
Газопроявление 20.10.2012: против селения Кызыл-Бурун


**Рис.2. Индикаторы газопроявлений акватории Каспийского моря**

**ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ**



Бугры пучения: <https://knowhow.pp.ua/giant-gaping-void-emerges-in-siberia>



Космические снимки объекта СЗ: WV-1 28.08.2015 (а), «Ресурс-П2» 31.08.2015 (б) и WV-1 16.07.2017 (в) [Богоявленский В.И. и др., 2018, <http://oilgasjournal.ru/>]

Богоявленский В.И.<sup>1,2</sup>, Богоявленский И.В.<sup>1</sup>. Фундаментальные аспекты формирования природных и природно-техногенных залежей углеводородов в верхней части разреза и кратеров выброса газа. <sup>1</sup> ИПНГ РАН; <sup>2</sup> РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, РФ.

**Рис.3. Газопроявления на суше, локальный и детальный уровни. Кратеры на Ямале**

*ТЕХНОГЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ*



*а) Штатные режимы эмиссии парниковых газов*



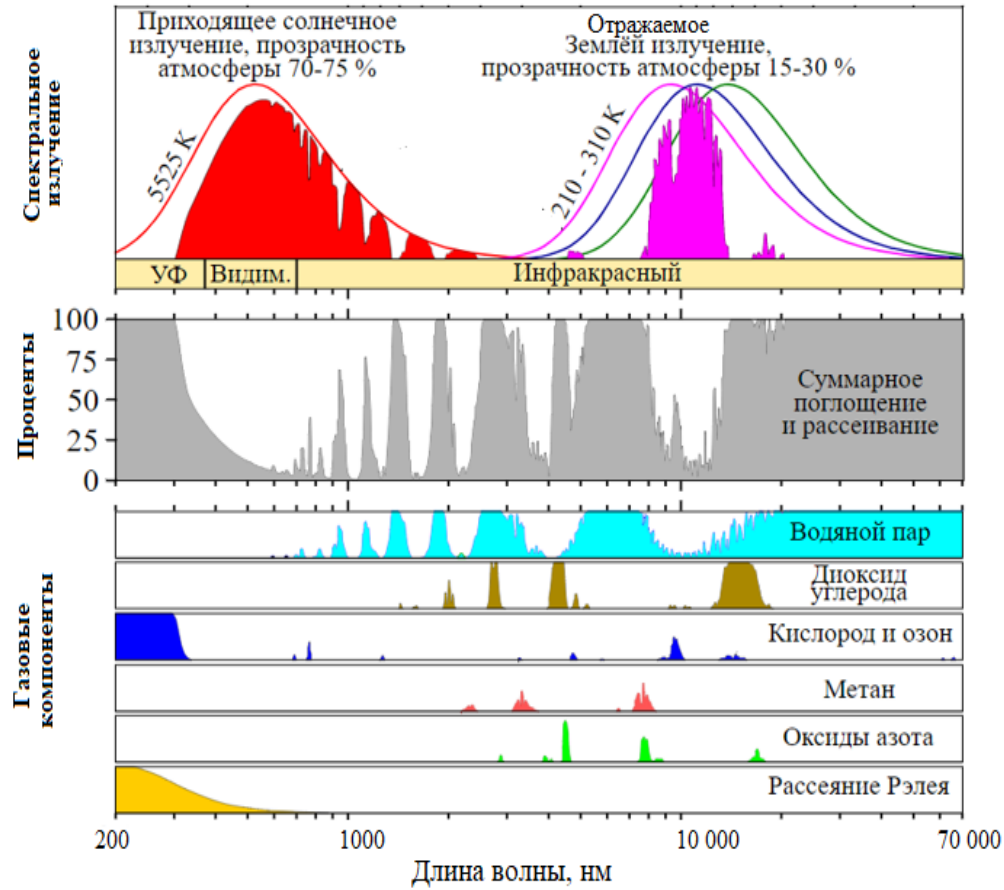
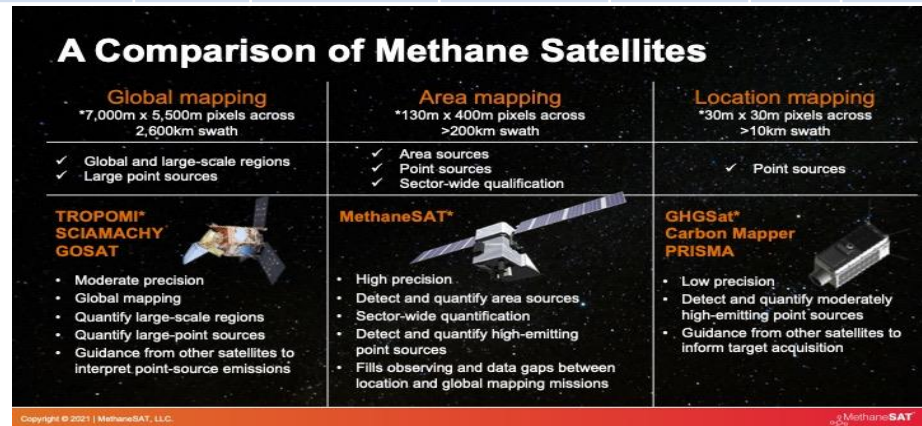
*б) Аварийные режимы эмиссии парниковых газов*

**Рис.4. Эмиссия парниковых газов от объектов нефтегазового комплекса**



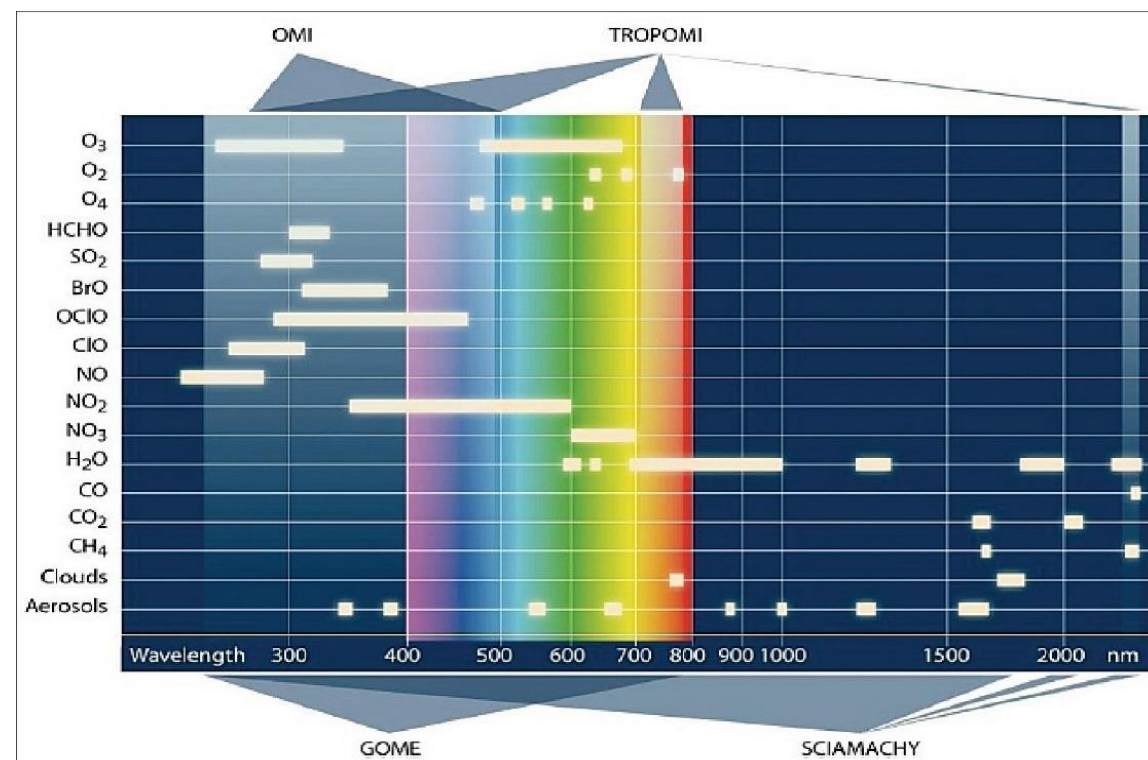
**ВОЗМОЖНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ДЗЗ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**
**Таблица 1 Характеристики экологических спутников для измерения газовых компонентов**

Название	Страна	Оператор	Дата запуска	Ракета-носитель	Масса, кг	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	Апоцентр	Перицентр
AURA [5]	США	NASA	15.07.2004	Delta II 7920-10L	2 970	-	-	+	710 км	707 км
Suomi NPP [8]	США	NASA/NOAA/DoD	28.10.2011	Delta II 7920-10C	2 200	+	+	+	835 км	834 км
Terra [10]	США	NASA	18.12.1999	Atlas-2 AS	4 864				685 км	654 км
Aqua [4]	США	NASA	04.05.2002	Дельта-2	3 117				686 км	673 км
OCO-2 [6]	США	NASA	02.07.2014	Delta II 7920-10C	454	+	-	-	704 км	701 км
Tan Sat [9]	Китай	MOST	21.12.2016	Long March 2D	620	+	-	-	728 км	696 км


**Рис.5. Спектры поглощения и отражения электромагнитного излучения газами атмосферы**

**ВОЗМОЖНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ДЗЗ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**
**Таблица 2 Характеристики экологических спутников Европейского космического агентства (ЕКА)**

ИСЗ/ Спектрометр	Спектральный диапазон (нм)	Спектральное разрешение (нм)	Пространственное разрешение (км x км)	Ширина скана (км)	Высота орбиты (км)	Время работы
«ERS-2» / GOME-1, ЕКА	UV-VIS-NIR (240-790)	-	320 × 40	960	477-484	1995-2011
«Met-OP-A»/ GOME-2, ЕКА	UV-VIS-NIR (240-790)	0,26-0,51	80 × 40	1920	817 км	2006- настоящее время
«ENVISAT» / SCIAMACH, ЕКА	UV to SWIR (240-2400)	0,2 до 1,5	30 × 215	1000	800	2002-2012
«AURA» / OMI, NASA	UV-VIS (270-500)	0,42-0,63	13 × 24	2600	705	2004- настоящее время
SENTINEL-5 P, (EUMETSAT)/ TROPOMI	UV-VIS-NIR-SWIR (270 – 2385)	0,23-0,65	7 × 7	2600	824	2017- настоящее время
SENTINEL- 4	UV-VIS-NIR (305- 775)	0,5- 0,12	8 × 8	NA	36 000	Запланирован на 2023
SENTINEL-5 (MetOp-SG)/ UVNS Heritage	UV-VIS-NIR-SWIR (270 – 2385 )	0,25-1,0	7 × 7	2670	817	Запланирован на 2023

**Таблица 3 Спектральные каналы спектрометров TROPOMI, GOME, SCIAMACHY и OMI [7]**


## ВОЗМОЖНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ДЗЗ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Таблица 4. Характеристики спектрометра TROPOMI

Спектрометр	UV		UVIS		NIR		SWIR	
Каналы	1	2	3	4	5	6	7	8
Рабочий диапазон (нм)	270–320		320–490		710–775		2305–2385	
Спектральный диапазон (нм)	267–300	300–332	305–400	400–499	661–725	725–786	2300–2343	2343–2389
Спектральное разрешение (нм)	0.45–0.5		0.45–0.65		0.34–0.35		0.227–0.225	
Ширина щели (мкм)	560	560	280	280	280	280	308	308
Дисперсия спектра (нм/ пиксель)	0.065		0.195		0.126		0.094	
Усиление спектра	0.327	0.319	0.231	0.231	0.263	0.263	0.025	0.021

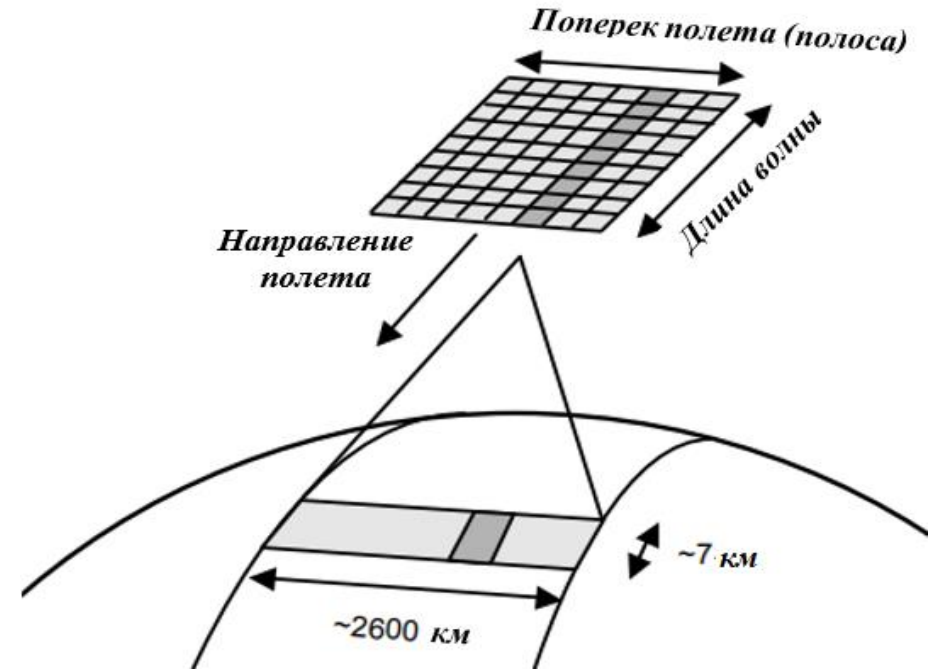
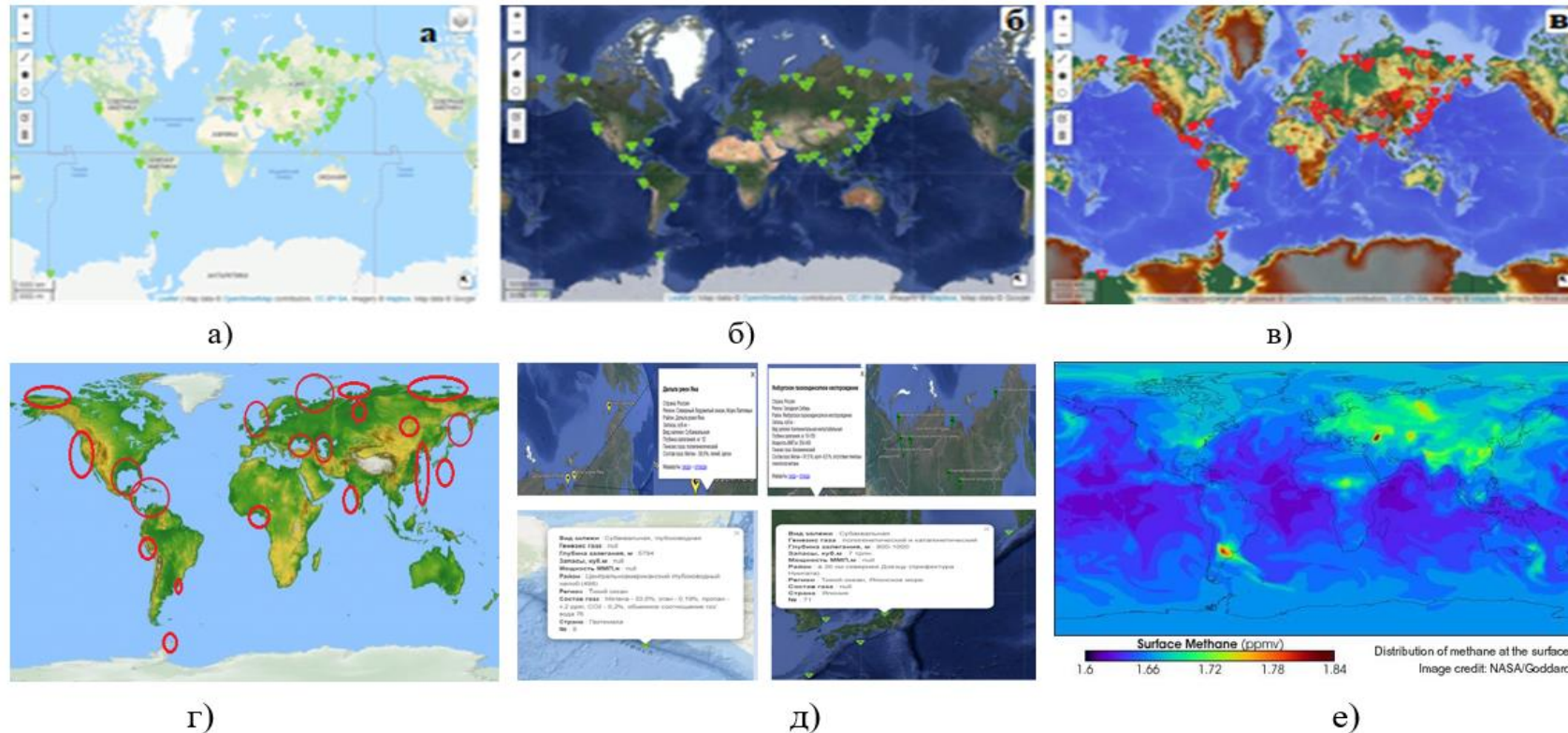


Рис.6. Принцип ДЗЗ прибором TROPOMI

## ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИСТОЧНИКОВ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ГИС

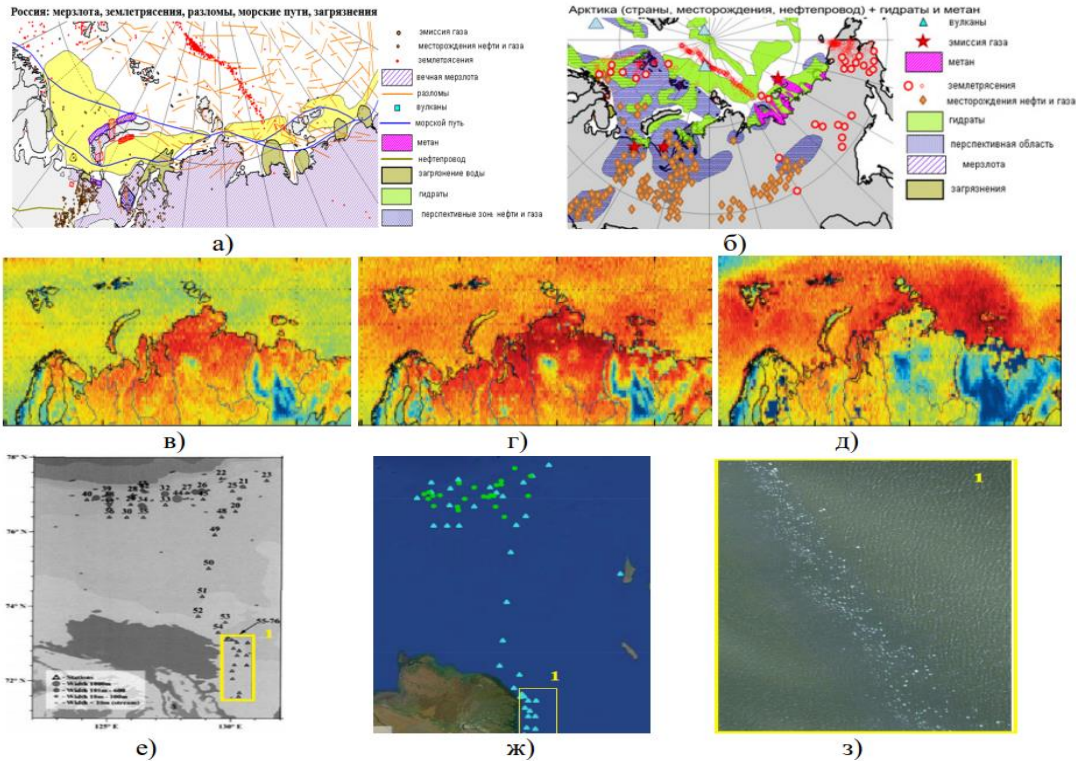
Таблица 5. Фрагмент БД залежей газогидратов

База данных газогидратных залежей											
№	Страна	Регион	Район	Запасы, куб.м	Вид залежи	Глубина залегания, м	Мощность ММП, м	Генезис газа	Состав газа	Широта	Долгота
1	Азербайджан	Каспийское море	В районе грязевого вулкана Буздаг	4 млрд.	Субаквальная	475		катагенетический	Метан - 58,7-87,0%, этан - 10,4-19,4%, пропан - 1,3-15,8%, CO <sub>2</sub> - 0,45-3,6%	39°27'37"с.ш	50°24'20"в.д
2	Азербайджан	Каспийское море	В районе грязевого вулкана Элм		Субаквальная	660		катагенетический	Метан - 81,4-95,3%, этан - 0,6-15,3%, пропан - 1,5%, CO <sub>2</sub> - 0,81-0,90%	38°57'25"с.ш	50°23'45"в.д
3	Антарктида	Тихий океан, Море Росса	Море Росса		Субаквальная	986-1100				77°27'51"ю.ш	177°49'01"з.д
4	Антарктида	Тихий океан	Южно-Шетландская континентальная окраина (восточнее острова Анверс)	48 млрд.	Субаквальная	1000-1040		катагенетический		64°45'49"ю.ш	63°20'15"з.д
5	Беларусь		Борецкой площади (южная часть Северо-Припятского плеча, в 5 км от Березинского месторождения нефти)		Континентальная стабильная	350-900			Пентан—28 %, гексан—72 %, при отсутствии метан—бутан	52°22'08"с.ш	30°54'41"в.д
6	Бразилия	Атлантический океан	Конус Риу-Гранди (веерообразная зона континентального склона Пелотас)		Субаквальная			биохимический	Метан 99,78% с небольшим содержанием этана	33°02'42"ю.ш	50°11'04"з.д
7	Гватемала	Тихий океан	Центральноамериканский глубоководный желоб (497)		Субаквальная, глубоководная	2743			Метана - 90,4%, этан - 0,05%, CO <sub>2</sub> - 0,1%, объемное соотношение газ/вода 51	12°59'12"с.ш	90°49'41"з.д
8	Гватемала	Тихий океан	Центральноамериканский глубоководный желоб (498)		Субаквальная, глубоководная	5794			Метана - 83,0%, этан - 0,19%, пропан - 4,2 ppm, CO <sub>2</sub> - 0,2%, объемное соотношение газ/вода 76	12°42'52"с.ш	90°54'55"з.д

**ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИСТОЧНИКОВ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ГИС**
**ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА ГАЗОПРОЯВЛЕНИЙ**


**Рис.7. Модели скопления газогидратов на планетарном уровне (АГИР-ТМ):**  
 а) на картографической топооснове; б) на фотокарте; в) на картографической основе ЦМР; г) прогноз зон скопления ГГ ; д) паспортизация залежей ГГ е)паспортизация залежей ГГ инвентаризация зон выброса метана

**ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИСТОЧНИКОВ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ГИС**



Наличие этих данных позволяет идентифицировать источники эмиссии метана за период 2009–2013 гг., которые были получены со спутника IASI1/Met OP-A [17]. Здесь представлены осредненные данные среднемесячной концентрации метана (ppb) в нижней атмосфере (0–4 км): за август (рис.8, в), сентябрь (рис.8, г), октябрь (рис. 5, д). Оценивая динамику изменения концентрации метана от августа к октябрю видно, что происходит ее увеличение на морских акваториях и снижение на континентальной части.

Рис 8. Геоинформационная среда газопроявлений арктических регионов России:  
 а) карта зон опасных природных процессов; б) карта объектов НГК;  
 в) изображение эмиссии метана за август; г) изображение эмиссии метана за сентябрь;  
 д) изображение эмиссии метана за октябрь; е) карта распределения ГФ в море Лаптевых;  
 ж) векторная модель зон газопроявлений; з) изображение зоны газопроявлений



**ГМА**

Геодезия  
Маркшейдерия  
Аэросъемка

*XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ*

*ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИСТОЧНИКОВ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ГИС*



Рис. 9. Карта выбросов метана по данным Sentinel-5  
[https://plus-one.ru/news/2022/02/05/evropeyskie-uchenyje-sozdali-pervuyu-kartu-vybrosov-metana-na-mestorozhdeniyah-nefti-i-gaza?utm\\_source=web&utm\\_medium=news&utm\\_content=link&utm\\_term=lastnews](https://plus-one.ru/news/2022/02/05/evropeyskie-uchenyje-sozdali-pervuyu-kartu-vybrosov-metana-na-mestorozhdeniyah-nefti-i-gaza?utm_source=web&utm_medium=news&utm_content=link&utm_term=lastnews)

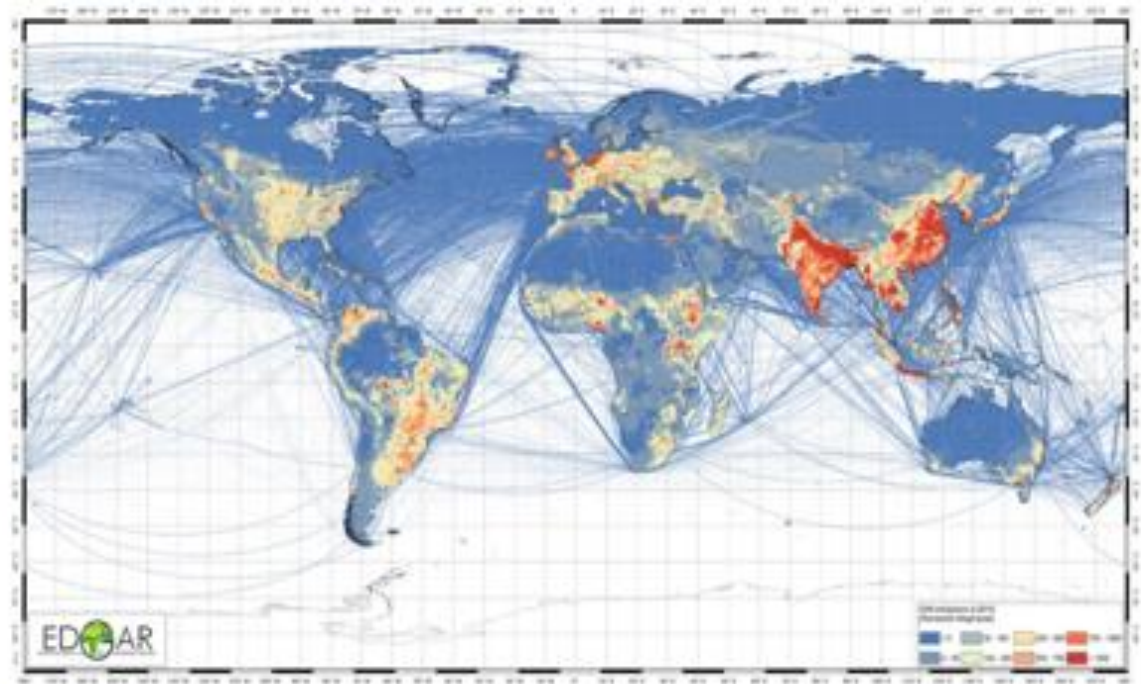
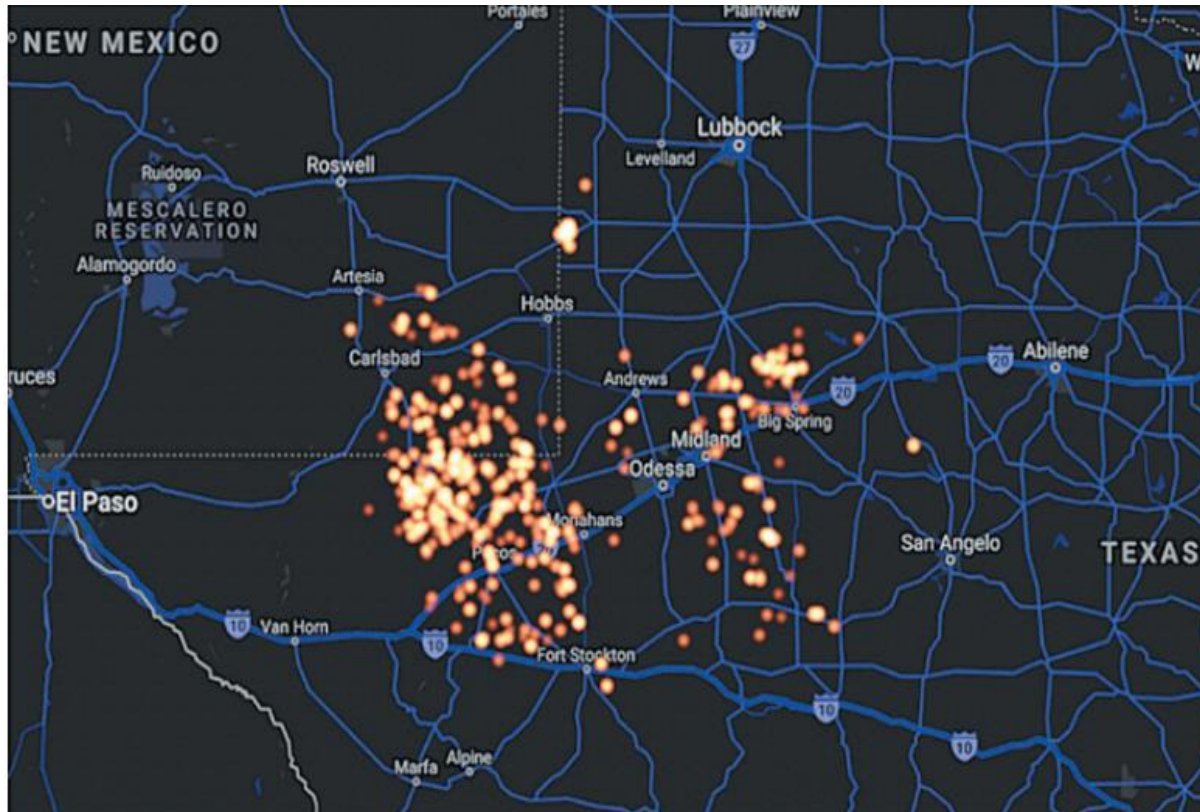


Рис.10. Карта выбросов метана по данным кадастра  
Scientific Data | (2020) 7:121 | <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0462-2>



*ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИСТОЧНИКОВ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ГИС*



Организации используют спутниковые данные, аэрофотосъемку и стационарные наземные станции мониторинга для перекрестного контроля сжигания газа. Анализ скважин и объектов в Пермском бассейне показали, что 11% факелов были неисправны, в том числе почти 5%, которые не горели. Для решения проблемы нерегулярного сжигания газа на факелах программа компании, направлена на сокращение факельного сжигания, включая нештатное сжигание. Данные могут быть из систем производственного учета и/или из отчетов об инцидентах, представляемых регулирующим органам агентства. Данные должны показывать абсолютный объем сжигаемого газа и интенсивности (т.е. объем факельного газа, деленный на объем добытого газа).

Рис.11. Карта сжигания газа по данным спутников



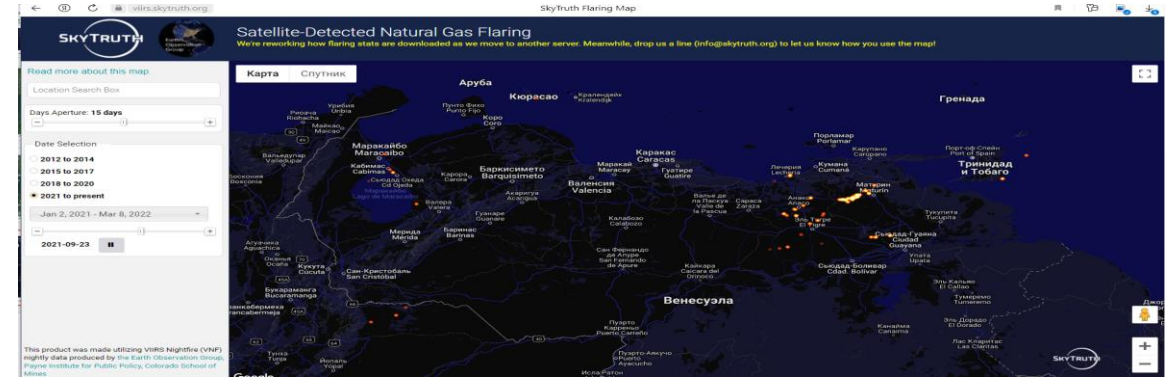


**ГМА**

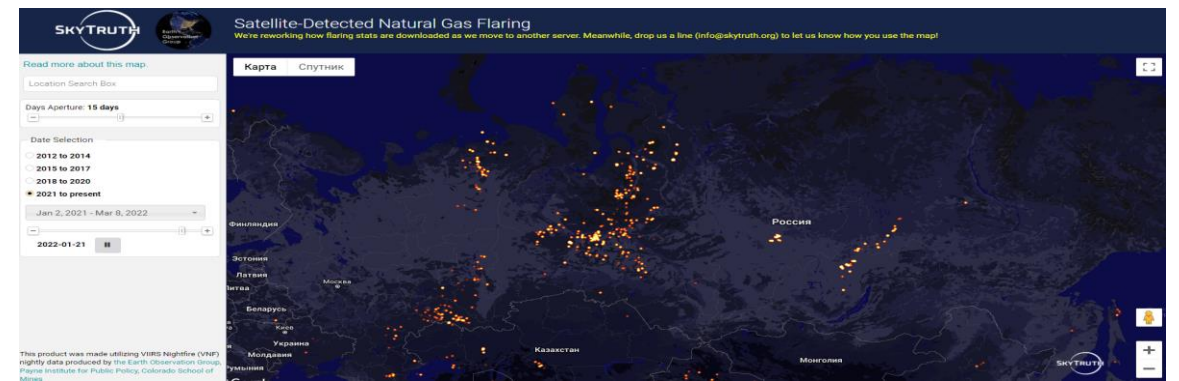
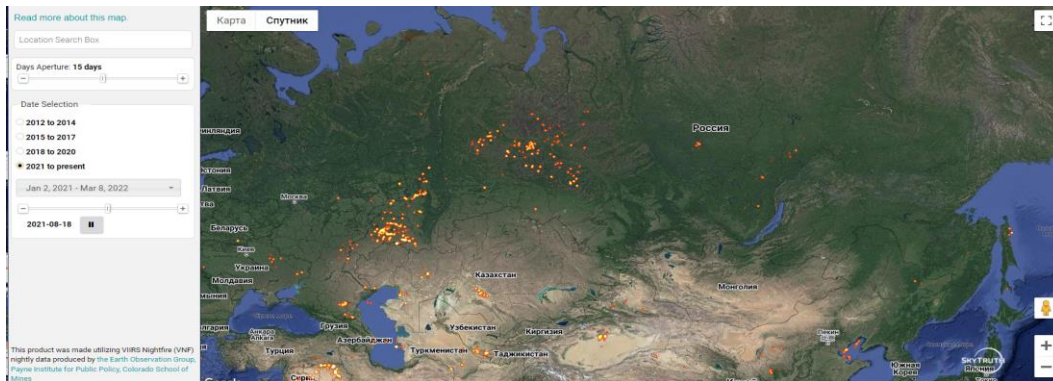
Геодезия  
Маркшейдерия  
Аэросъемка

**XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ 'ИЯ**

## **ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИСТОЧНИКОВ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ГИС**



<https://viirs.skytruth.org/apps/heatmap/flaringmap.html#lat=2>



<https://viirs.skytruth.org/apps/heatmap/flaringmap.html#lat=29.43243&lon=15.26825&zoom=3&offset=15>

Рис.11. Карта выбросов парниковых газов на факелах по данным спутников

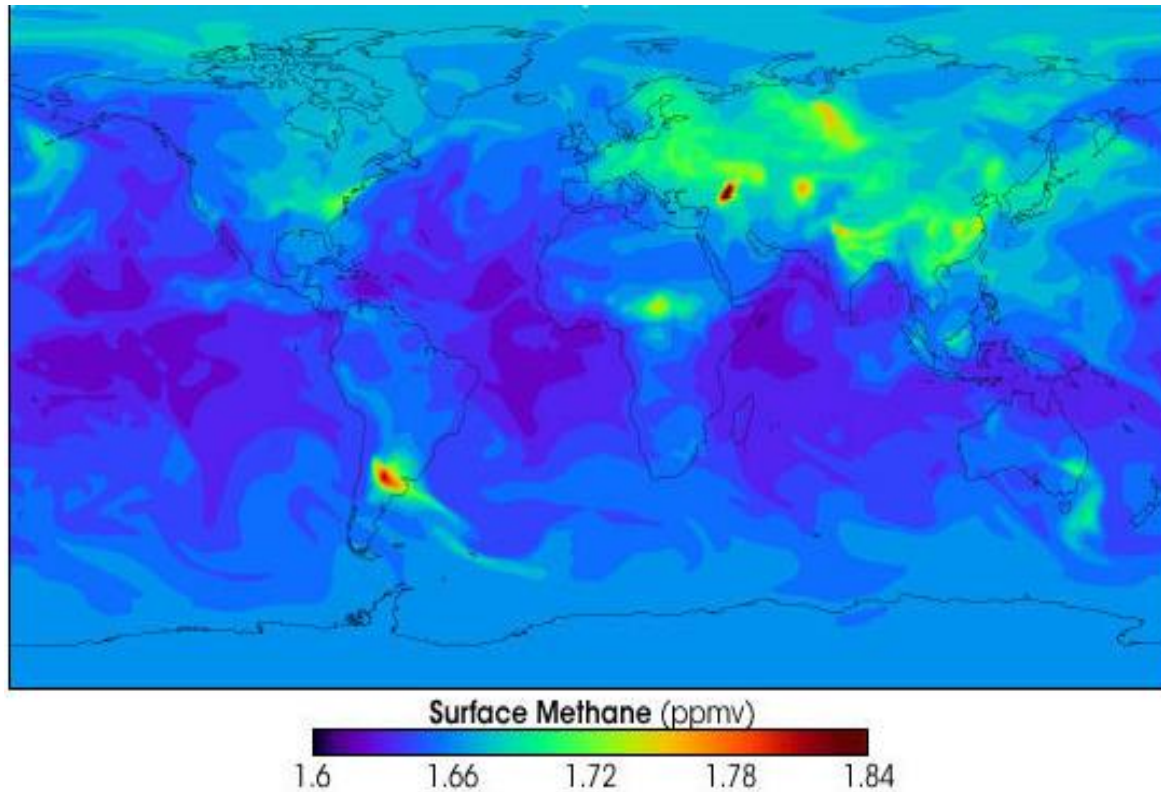


**ГМА**

Геодезия  
Маркшейдерия  
Аэросъемка

*XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ*

*ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИСТОЧНИКОВ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ГИС*



<https://www.giss.nasa.gov/research/news/20091029/>

([ftp://anonymous@acdisc.gsfc.nasa.gov/ftp/data/s4pa/Aqua\\_AIRS\\_Level3/](ftp://anonymous@acdisc.gsfc.nasa.gov/ftp/data/s4pa/Aqua_AIRS_Level3/))

**Рис.12. Оценка выбросов метана по материалам ДЗЗ**

Аковецкий В.Г. «Геоэкология и промышленная безопасность: взгляд из космоса»

*ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ*

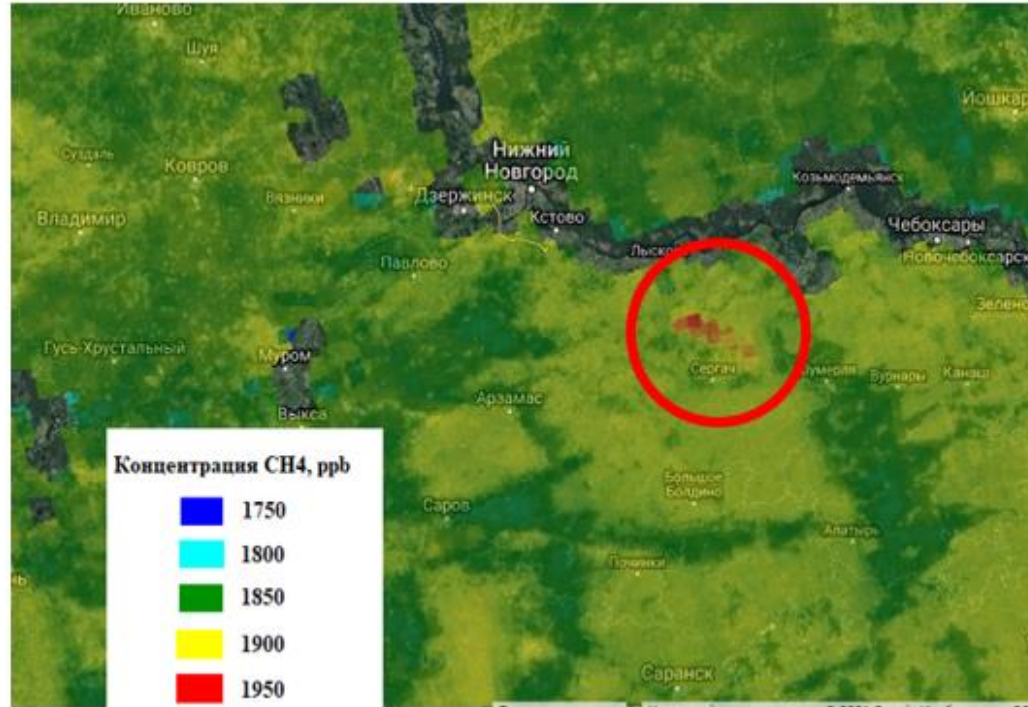


Рис.13. Выброс CH<sub>4</sub> на газопроводе «Ямбург-Тула I».  
(5 октября 2021 г. Нижегородская обл.)

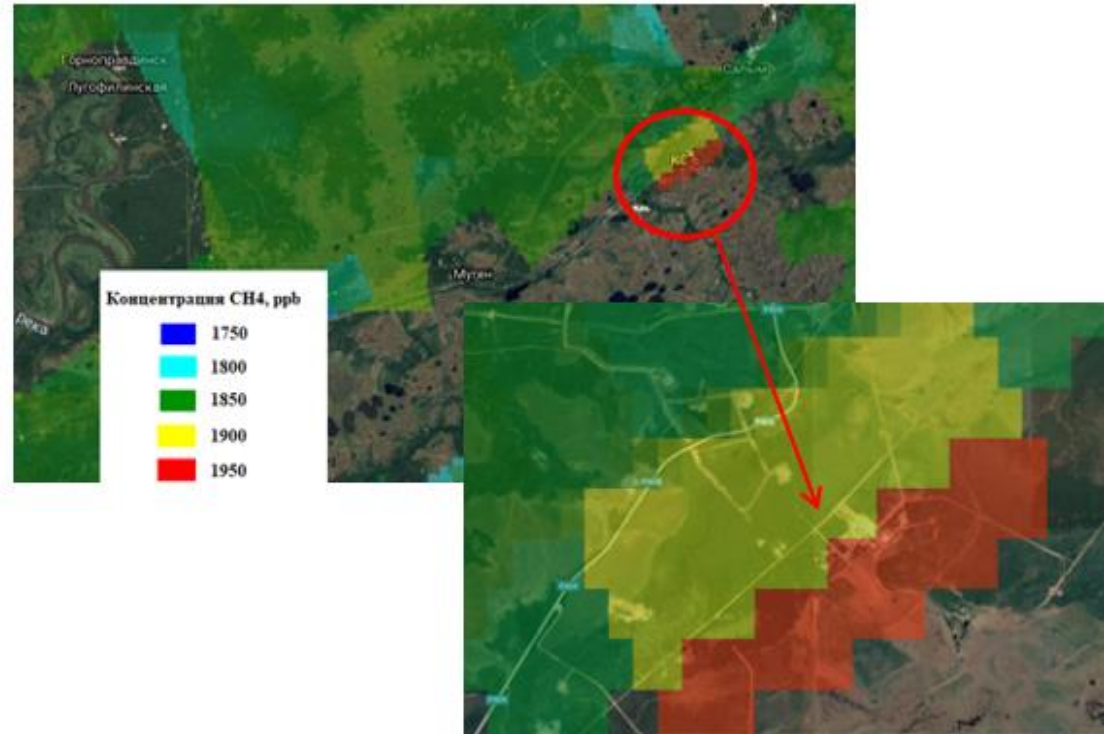


Рис.14. Выброс CH<sub>4</sub> на КС-6 «Самсоновская» (октябрь 2021 г. Нефтеюганский р-он, Ханты-Мансийский АО)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ

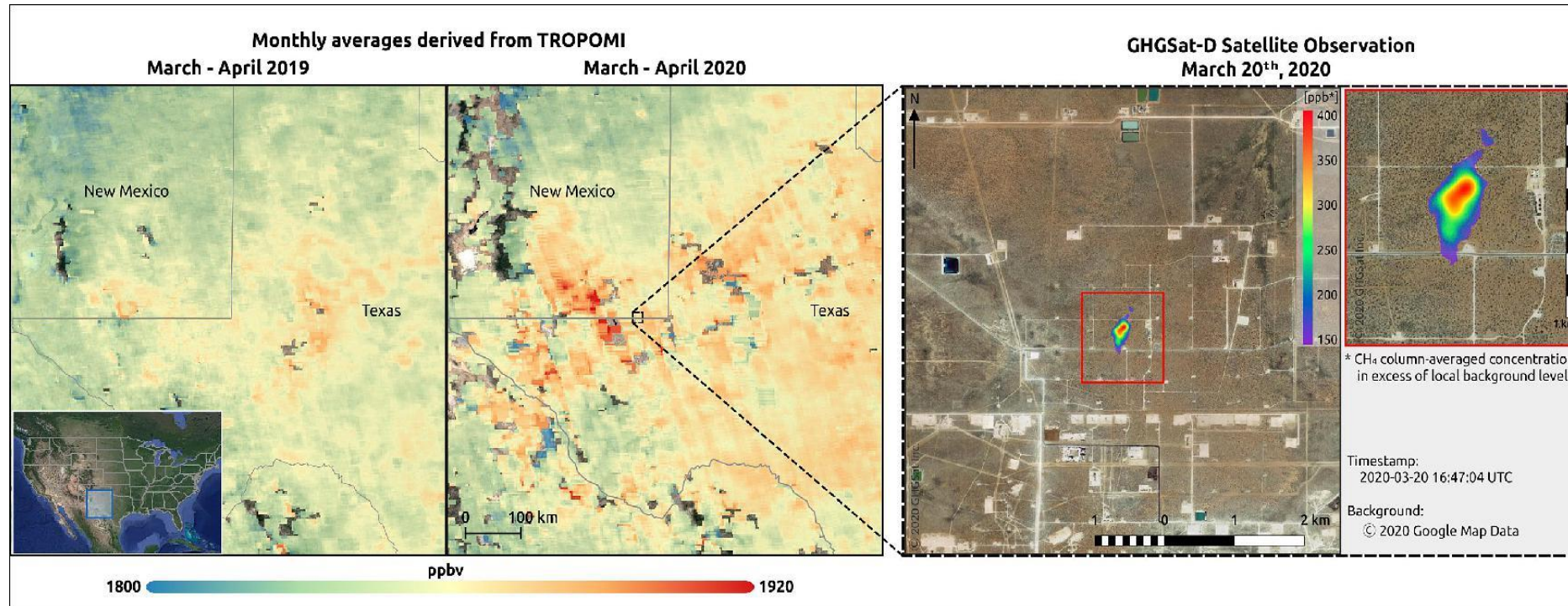


Рис. 15. Концентрация метана в Пермском бассейне.

GHGSat использует данные спутника Sentinel-5P для обнаружения очагов выбросов в различных регионах, в том числе в Пермском бассейне. На изображении слева показаны повышенные концентрации метана в Пермском бассейне, а на изображении справа показано точное место установки в Пермском бассейне, где протекает метан (изображение предоставлено GHGSat)

***ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ***

По данным Датского энергетического агентства, при наихудшем сценарии из трубопроводов «Северный поток 1» и «Северный поток 2» может выйти до 778 миллионов стандартных кубометров газообразного метана. Это эквивалентно почти трети выбросов парниковых газов в Дании за весь 2020 год.

«Катастрофа Nord Stream является чрезвычайно масштабным разовым событием», — говорит Эндрю Бакстер, инженер-химик, ставший директором по переходу к энергетике в Фонде защиты окружающей среды. «Но это своего рода символ других массовых выбросов метана в атмосферу нефтегазовой промышленностью».

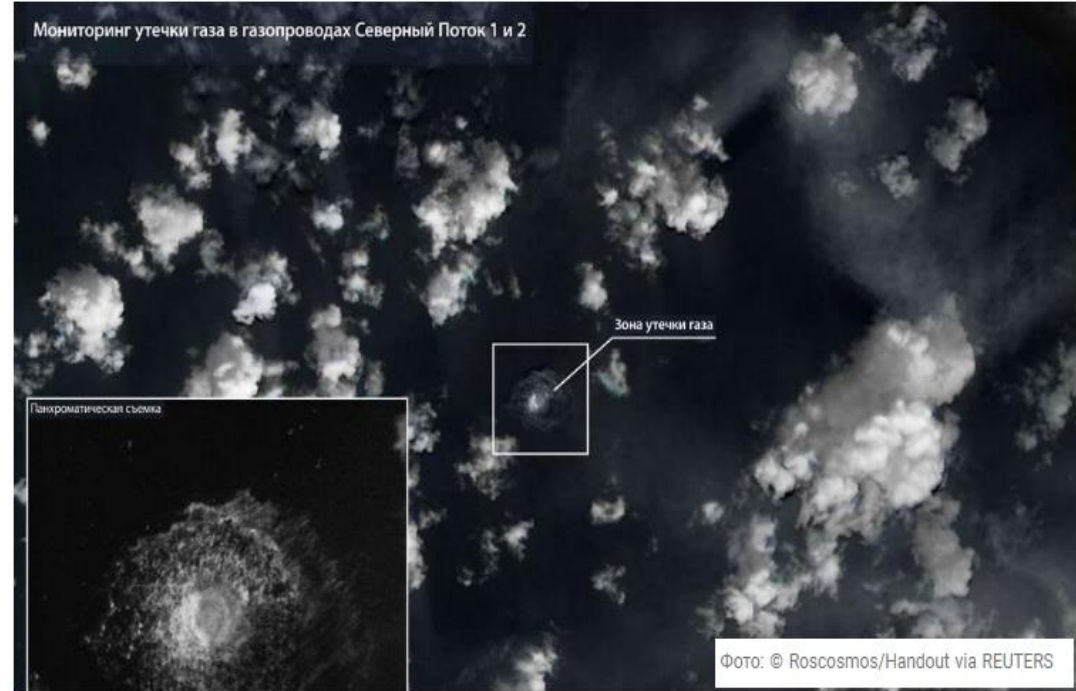
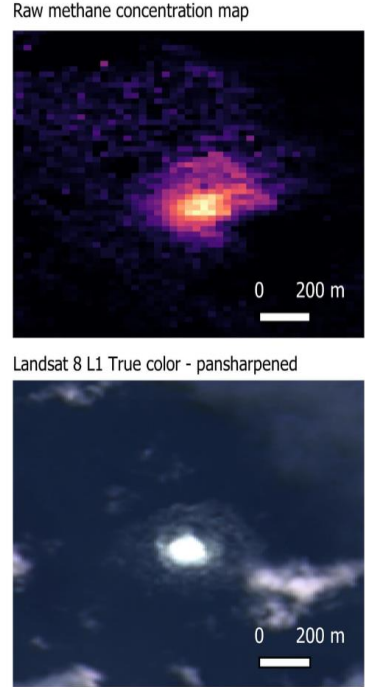
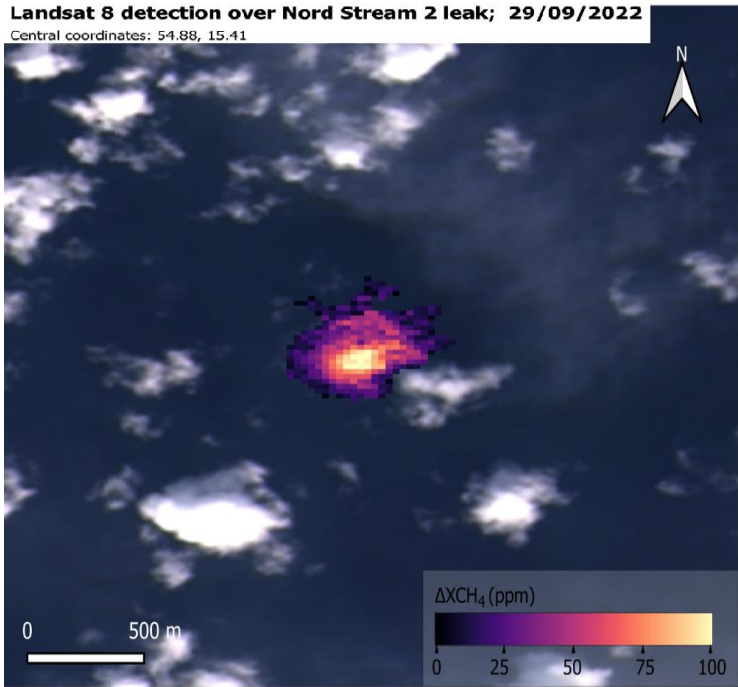
Каким бы масштабным ни было это событие, неуправляемый газ из трубопроводов Северного Потока составляет лишь часть метана, который обычно выбрасывается из нефтяных и газовых месторождений, трубопроводов и другой инфраструктуры.

Неисправное оборудование может протекать неделями. Компании также «сбрасывают» газ — выпуская его в воздух — для обслуживания скважин или трубопроводов или для предотвращения повышения давления до опасного уровня в своем оборудовании.

По данным Международного энергетического агентства, нефтегазовая промышленность выбрасывает в атмосферу 82,5 млн тонн метана в год. Это эквивалентно наихудшему сценарию катастрофы Северного Потока, происходящей каждые два дня, сказал Бакстер в своем письме новостному изданию The Verge.

По подсчетам климатолога и аналитика Кетана Джоши, одна только нефтегазовая промышленность США выбрасывает метан со скоростью катастрофы «Северного потока» примерно каждые две с половиной недели.

*ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ*



а) Съемка Landsat-8 (NASA)

б) Съемка Канопус-В (Роскосмос)

Рис.16. Космическая съемка аварии газопроводов на Северном потоке

<https://t4s.tech/utiechki-iz-gazoprovoda-sieviernyi-potok-eto-katastrofa/>



**ГМА**

Геодезия  
Маркшейдерия  
Аэросъемка

*XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ*

*ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ*



а) Утечка Nord Stream, Pléiades Neo (Франция)



б) Северный поток в кадре Planet



в) Радиолокационное изображение ICEYE от 28 сентября (Финляндия)

Рис.17. Космическая локализация аварии газопроводов на Северном потоке

*ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ*



Рис.18. GHGSat обнаружил усиление утечки газа по метану





## ***ВЫВОДЫ***

Для устранения имеющихся ограничений использования систем ДЗЗ федеральным органам исполнительной власти целесообразно разработать и внедрить:

комплексные технологии и регламенты использования систем аэрокосмического мониторинга для решения задач промышленной безопасности при авариях на объектах НГК;

регламентирующие документы, обязывающие государственные органы и организации выполнять постоянный контроль газопроявлений на объектах НГК системами ДЗЗ;

системы геоинформационного сопровождения мониторинговых наблюдений на объектах НГК;

методы и методики проведения сертификации систем аэрокосмического мониторинга, допущенных для использования в задачах паспортизации аварийных воздействий на ОС.

Реализацию данных предложений компаниям и организациям нефтегазовой отрасли целесообразно выполнить посредством создания систем автоматизированного контроля аварийных ситуаций на основе аэрокосмических мониторинговых наблюдений. Их использование позволит обеспечить контроль состояния природных компонентов ОС в местах расположения объектов НГК, а также на сопредельных территориях.



**ГМА**

Геодезия  
Маркшейдерия  
Аэросъемка

*XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ*

Телефон:

8-903- 755-32-07

e-mail: [geoinforisk@mail.ru](mailto:geoinforisk@mail.ru)

***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !!!***