



Российская академия наук
Институт проблем нефти и газа РАН



Природная и техногенная дегазация Земли на суше и акваториях Арктики

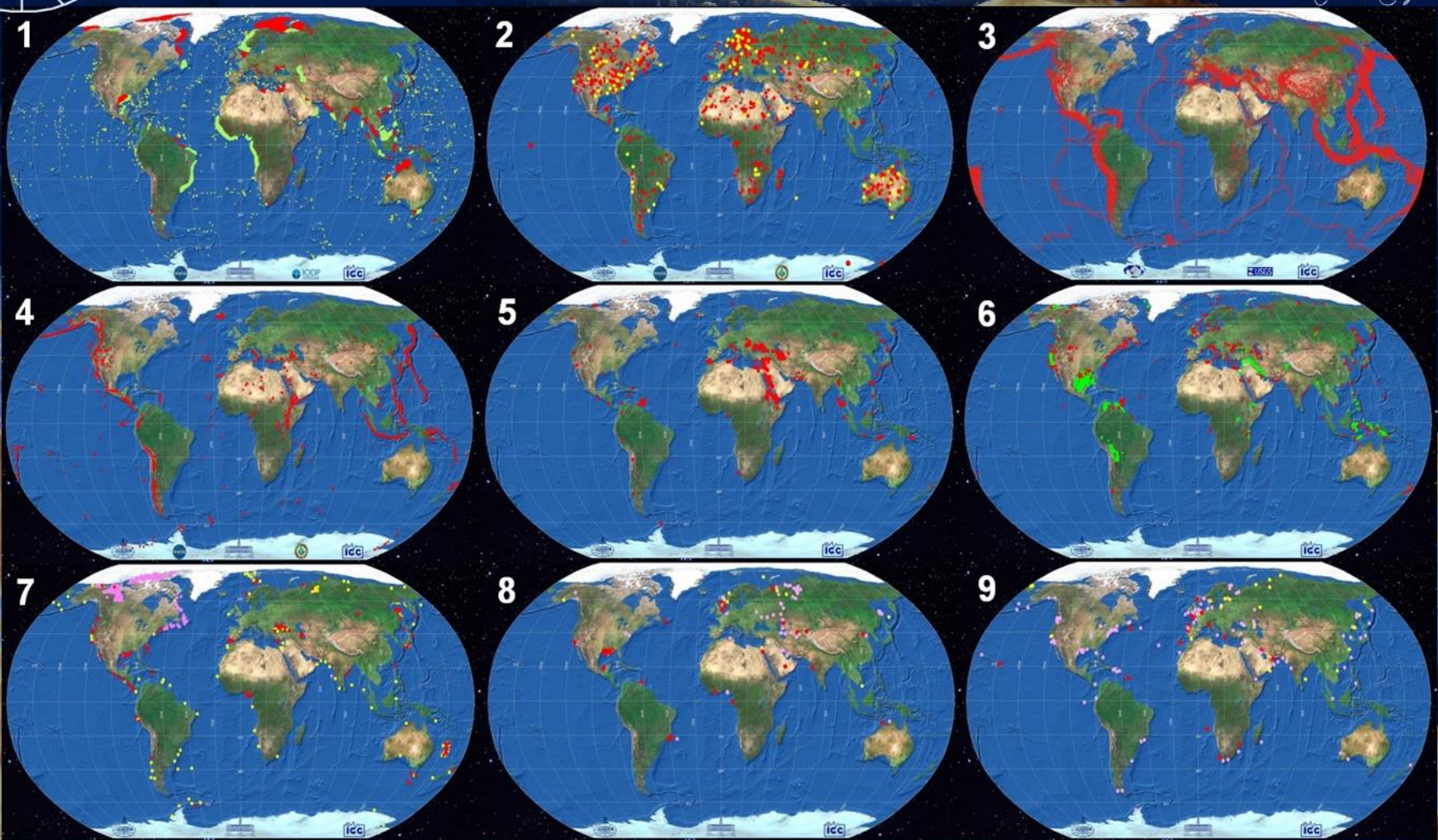
*В.И.Богоявленский, И.В.Богоявленский,
А.В.Кишанков, Н.А.Никонов*



Российская Академия Наук

Москва, МЭФ - 2026

Комплексный анализ опасных природных и техногенных явлений: ГИС «АМО»



Цепочки триггерных эффектов в газонасыщенных геосистемах

1. Землетрясение, извержений вулканов, выбросы и взрывы газа, оползни, цунами ...
2. Выбросы газа, электризация, самовоспламенение и взрыв, землетрясение, оползни ...
3. Изменение климата, деградация мерзлоты, эмиссия метана, изменение климата ...
4. Добыча нефти и газа, уплотнение резервуара, проседание, землетрясение, выброс газа ...



Катастрофа на Кумжинском месторождении 28.11.1980-18.05.1987 (2362 суток)



Катастрофа Кумжи

В. И. БОГОВИЦКИЙ,
член-корреспондент РАН,
д.т.н., заместитель
директора по научной работе
института проблем
«Экология»
Институт проблем нефти и
газа РАН (ИПТБ) ИГиГ

В. М. БОРИС,
заместитель начальника
информационного центра

ДИSASTER OF KUMZHA FIELD

УДК 622.248.6.622.444.83

**КАТАСТРОФА НА КУМЖИНСКОМ ГАЗОКОНДЕНСАТНОМ
МЕСТОРОЖДЕНИИ: ПРИЧИНЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ, ПУТИ
УСТРАНЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ**

В. И. Богговичский
ИГиГ (Институт проблем нефти и газа РАН (Москва, Российская Федерация),
ИГУ нефти и газа им. И. М. Губкина (Москва, Российская Федерация)

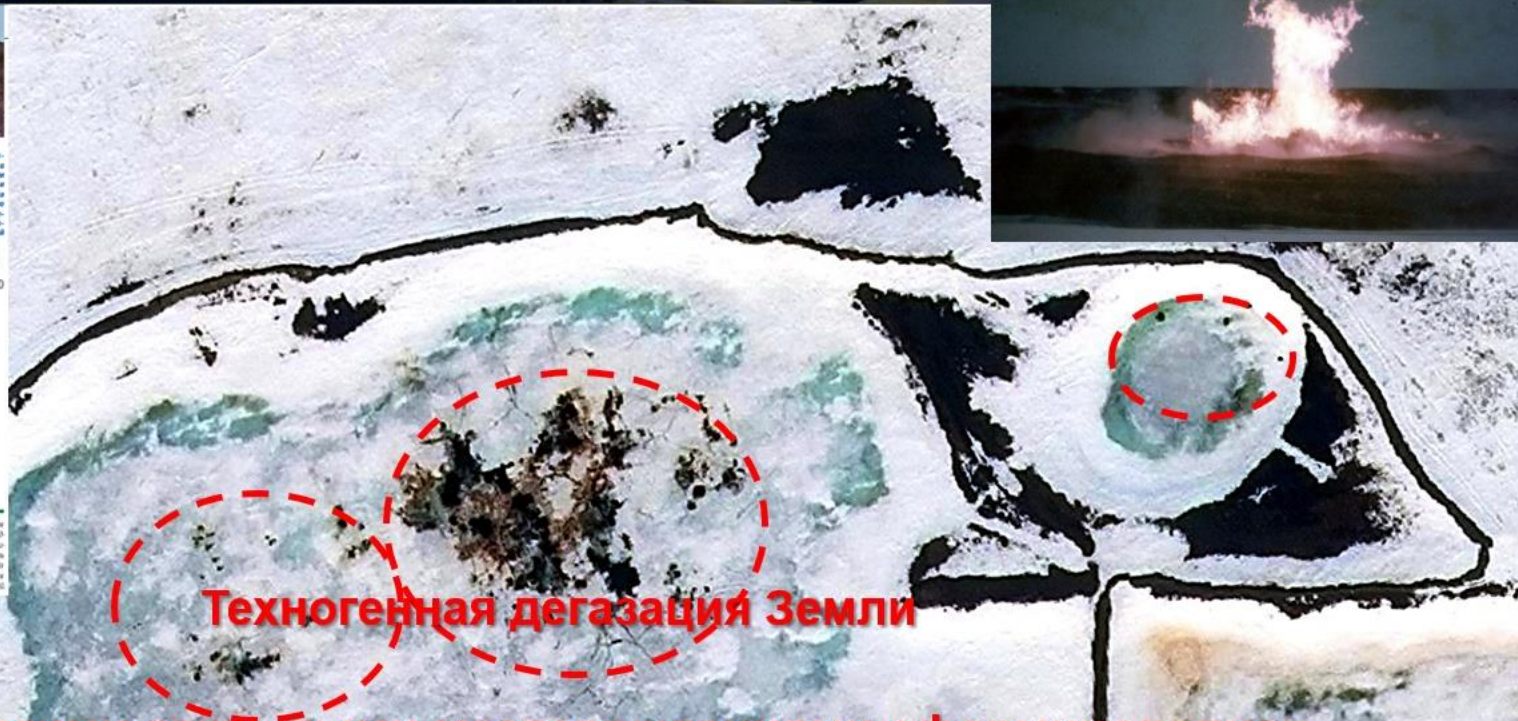
С. О. Переклин
ООО «Норникель-Арктические формы» (Губа, Пермь, Российская Федерация)

В. М. Борис
ИГО Арктикостроительное, Арктикострой, Российская Федерация

Н. В. Богговичский, Т. Н. Кудрява
ИГиГ (Институт проблем нефти и газа РАН (Москва, Российская Федерация)

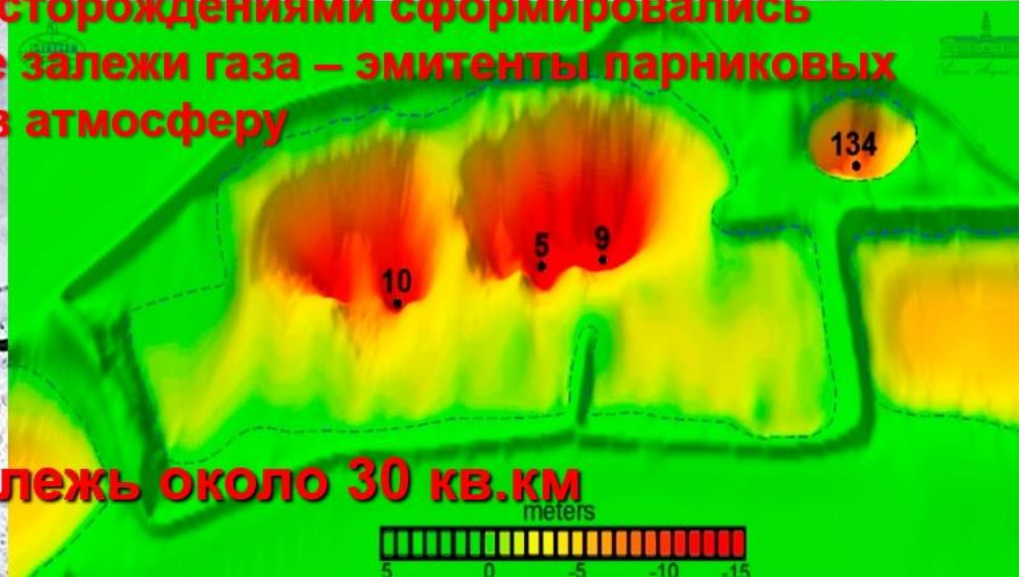
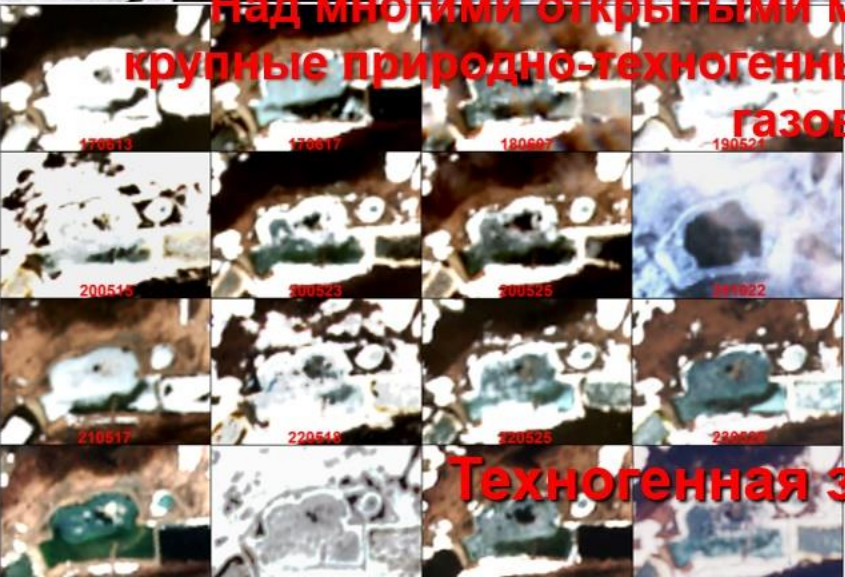
Рассмотрены особенности геологического строения Кумжинского газоконденсатного месторождения и причины возникновения аварийной ситуации в 1980 г., переросшей в катастрофу с гравитационно-массовыми последствиями для населения Арктики. В геологической последовательности пластов и проявлений разведаны слои и результаты ликвидации выбросов газа и конденсата, включая применение подземного аттестованного. На основе данных исследовательской работы и дистанционного зондирования доказано, что эмиссия углекислого газа продолжается в настоящее время. Сделаны рекомендации по предотвращению подобных катастрофических ситуаций в будущем.

Словесные слова: Кумжинское месторождение, катастрофа, выброс газа, зондирование, спутник, спутниковый мониторинг



Техногенная дегазация Земли

**Над многими открытыми месторождениями сформировались
крупные природно-техногенные залежи газа – эмитенты парниковых
газов в атмосферу**



Техногенная залежь около 30 кв.км

Катастрофические выбросы газа на островах Канадского Арктического Архипелага



Аварийные и катастрофические выбросы газа при освоении ресурсов углеводородов в арктических зонах США и Канады

Сформированы планы вытеснения газовых выбросов при освоении ресурсов углеводородов в зонах развития многолетнемерзлых пород. Планируются мероприятия по снижению выбросов и контролю за деятельностью в арктических зонах США (Аляска и Канада), Великобритании, Шриланке, Филиппинах, что является стратегическим приоритетом для обеспечения безопасности и устойчивости энергетического сектора. Аварийные и катастрофические выбросы газа при освоении ресурсов углеводородов в арктических зонах США и Канады.

ACCIDENTAL AND CATASTROPHIC GAS BLOWOUTS DURING HYDROCARBON RESOURCES DEVELOPMENT IN THE ARCTIC ZONES OF THE USA AND CANADA

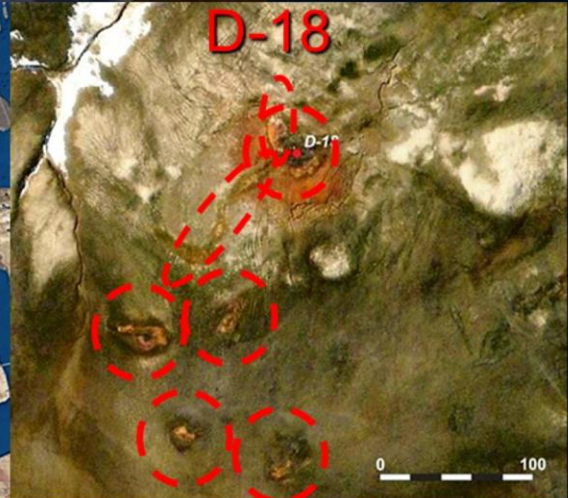
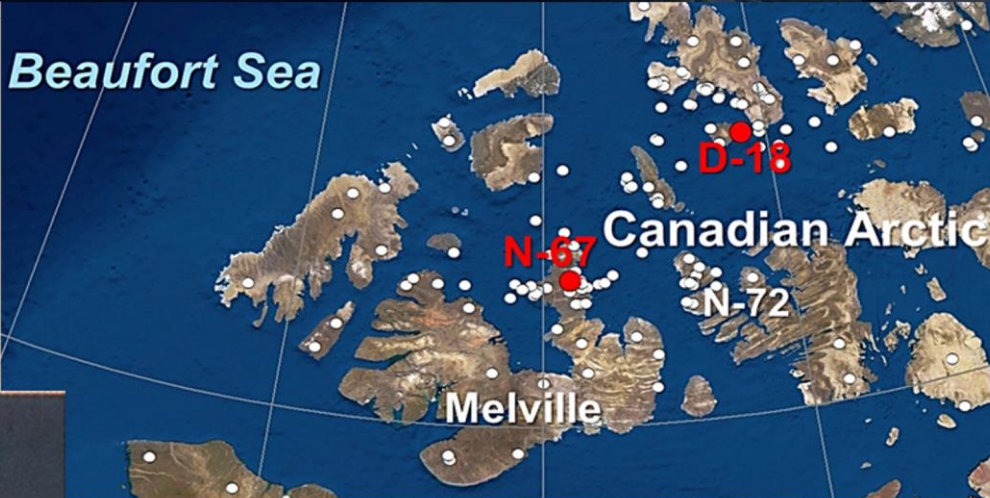
The number of the high level of accidents gas blowouts during the period resources development in arctic zone of the USA, Canada and Russia is increasing. The number of the high level of accidents gas blowouts during the period resources development in arctic zone of the USA, Canada and Russia is increasing. The number of the high level of accidents gas blowouts during the period resources development in arctic zone of the USA, Canada and Russia is increasing.

ВОЗРАСТАЮЩАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ АВАРИЙ И КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ВЫБРОСОВ ГАЗА ПРИ ОСВОЕНИИ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В АРКТИЧЕСКИХ ЗОНАХ США И КАНАДЫ

В 2019 г. отмечается увеличение количества аварийных и катастрофических выбросов газа при освоении ресурсов углеводородов в арктических зонах США (Аляска и Канада), Великобритании, Шриланке, Филиппинах, что является стратегическим приоритетом для обеспечения безопасности и устойчивости энергетического сектора.

ВОЗРАСТАЮЩАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ АВАРИЙ И КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ВЫБРОСОВ ГАЗА ПРИ ОСВОЕНИИ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В АРКТИЧЕСКИХ ЗОНАХ США И КАНАДЫ

В 2019 г. отмечается увеличение количества аварийных и катастрофических выбросов газа при освоении ресурсов углеводородов в арктических зонах США (Аляска и Канада), Великобритании, Шриланке, Филиппинах, что является стратегическим приоритетом для обеспечения безопасности и устойчивости энергетического сектора.

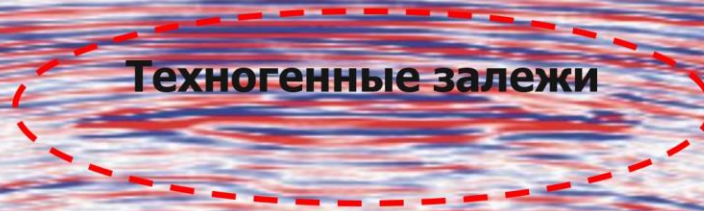


2019

D-18, 1970-1971

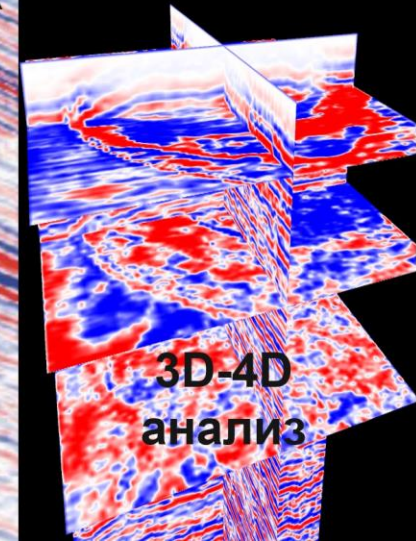


Проблемы строительства скважин на суше и шельфе: заколонные и межколонные перетоки газа – техногенные залежи – выбросы и взрывы газа



«По самым скромным статистическим оценкам цементный камень разрушен или полностью отсутствует в половине добывающих скважин, эксплуатирующих сеноманские залежи. Оценки сделаны ... после завершения бурения. Несомненно, к настоящему времени процент скважин с разрушенным цементным камнем гораздо выше» («ВНИИгаз», 2007).

При обследовании 47 устьев морских скважин в акваториях Баренцева, Карского и Охотского морей «выявлено 22 устья с источниками барботации газа слабой и средней интенсивности» (46.8%), которые, видимо, продолжают длительное время («Газпром газобезопасность», 2023 г.).





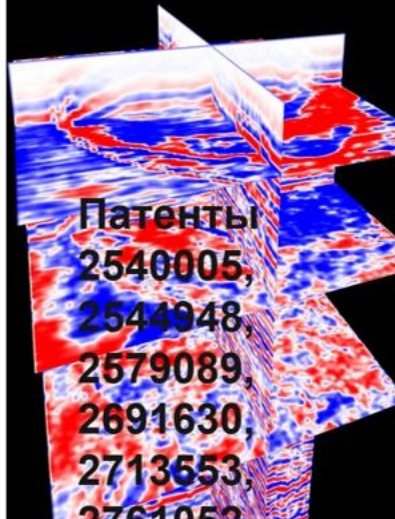
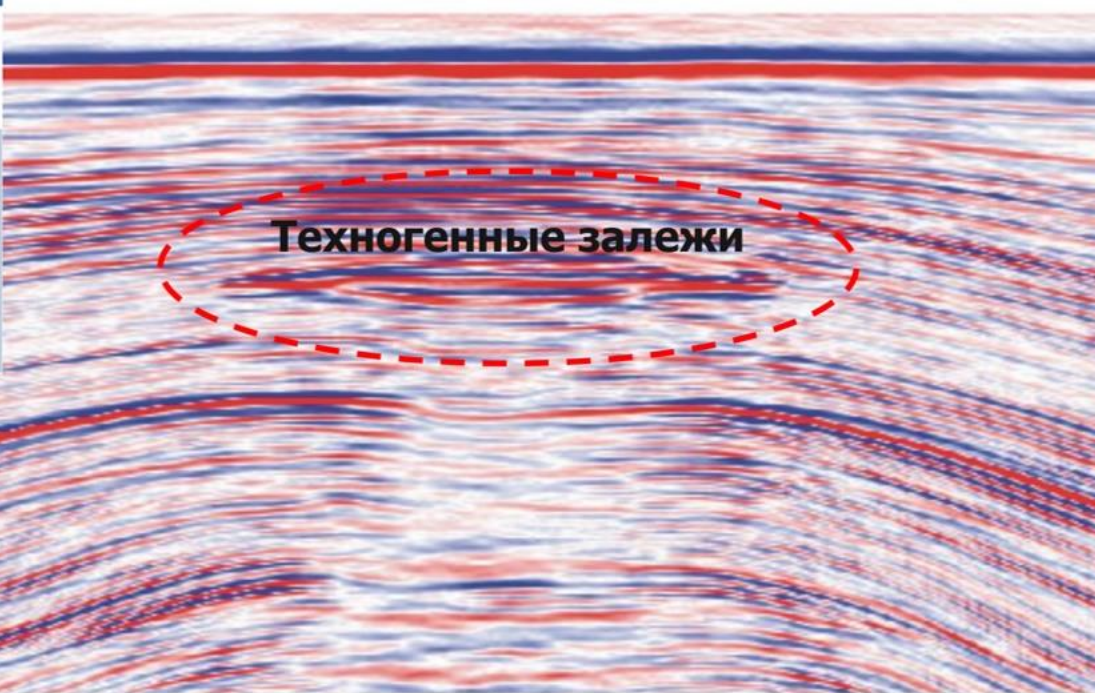
Новые методы и технологии 3D-4D сейсморазведки – сейсмический мониторинг разработки месторождения в реальном времени



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЬ: ЦИФРОВИЗАЦИЯ

ТРИЕДИННЫЙ ПОДХОД К ЦИФРОВИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ГАРАНТИРУЮЩИХ БЕЗОПАСНОСТЬ ДОБЫЧИ ГАЗА. ИДЕОЛОГИЯ «ИНДУСТРИЯ 4.0»

- ВК 005.5814-52
- Б.А. Арин, ООО «Газпром добыча Вейбург» (Новый Уренгой, РФ), arin@veiburg.gazprom.ru
 - А.К. Арабский, д.т.н., доцент, ООО «Газпром добыча Вейбург», arab@veiburg.gazprom.ru
 - Т.В. Соколов, ООО «Газпром добыча Вейбург», sokolov@veiburg.gazprom.ru
 - И.И. Кузнецов, ООО «Газпром добыча Вейбург», kuznetsov@veiburg.gazprom.ru
 - Р.А. Кожухарь, ООО «Газпром добыча Вейбург», kozhuhar@veiburg.gazprom.ru
 - С.И. Гусев, ООО «Газпром добыча Вейбург», gusev@veiburg.gazprom.ru
 - Э.Г. Тальков, д.т.н., ООО «Газпром добыча Вейбург», tal@veiburg.gazprom.ru
 - С.А. Карсанов, к.т.н., ОАО «Газпром (Санкт-Петербург, РФ), kar@veiburg.gazprom.ru
 - В.А. Давыдов, ЗАО «Газпром», davydov@veiburg.gazprom.ru
 - В.В. Богомоловский, д.т.н., чл.-корр. РАН, ФГБУН «Институт проблем нефти и газа Российской академии наук» (Москва, РФ), bogomolov@veiburg.gazprom.ru
 - В.И. Кавкази, д.т.н., проф., ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Индустриальный научный центр биологических исследований Российской академии наук» Институт физико-химических и биологических проблем геологии Российской академии наук (Пушкин, РФ), kav@veiburg.gazprom.ru
 - Р.В. Салкунов, д.т.н., ФГБУН «Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук (Пушкин, РФ), salkunov@veiburg.gazprom.ru



Цифровизация, импортозамещение



Bloomberg, 1.11.2021: «Российский грязный газ не дает Европе замерзнуть».
«Выбросы метана в результате деятельности человека в России угрожают свести на нет глобальные усилия по ограничению выбросов мощного парникового газа».

Bloomberg Green

Flow rate (tonnes/hour)

- <20
- 20-50
- 50-100
- >100

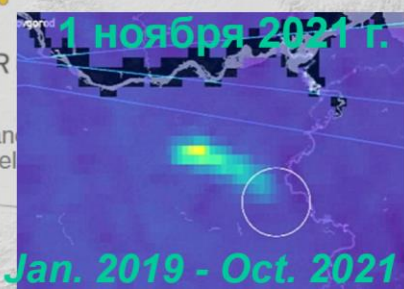
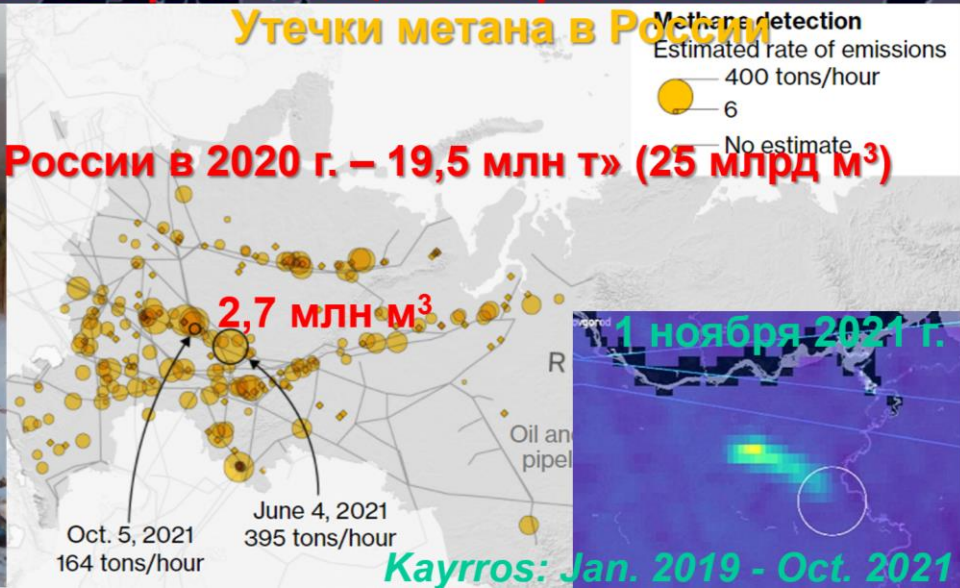


МЭА: «Выбросы в России в 2020 г. – 19,5 млн т» (25 млрд м³)

Утечки метана в России

Methane detection
 Estimated rate of emissions

- 400 tons/hour
- 6
- No estimate



Kayrros: Jan. 2019 - Oct. 2021



ИССЛЕДОВАНИЯ

Опасные газонасыщенные объекты на акваториях Мирового океана: море Лаптевых



Грузопоток по СМП
2023 – 36.25 млн т
2024 – 37.89 млн т
2025 – 37.04 млн т

ДОКЛАДЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК. НАУКИ О ЗЕМЛЕ. 2021, том 500, № 1, с. 83–89

ОКЕАНОЛОГИЯ

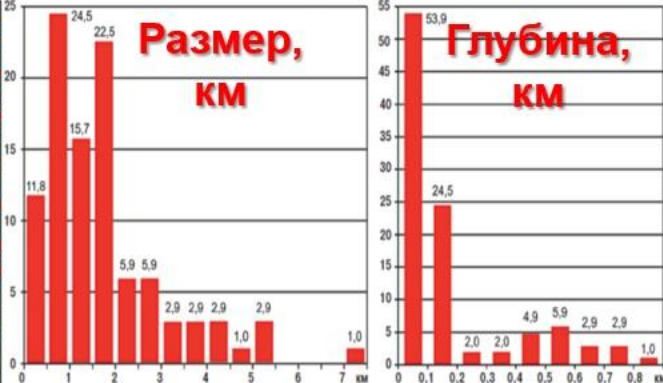
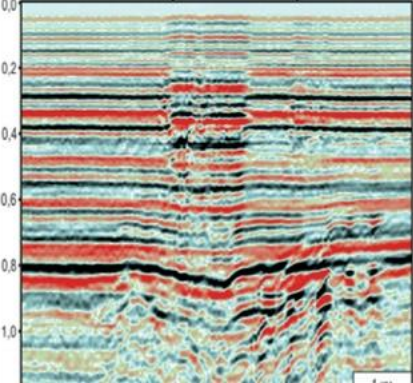
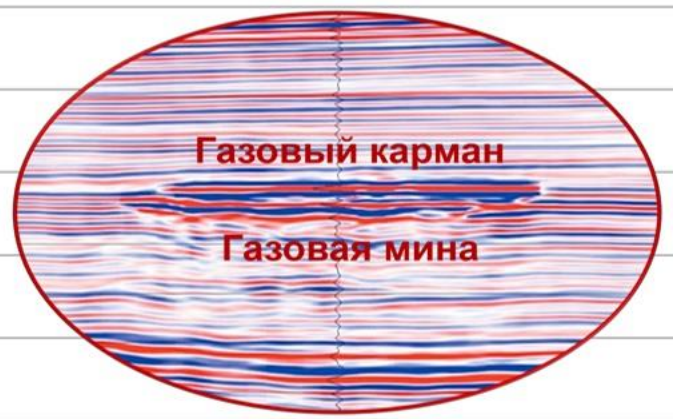
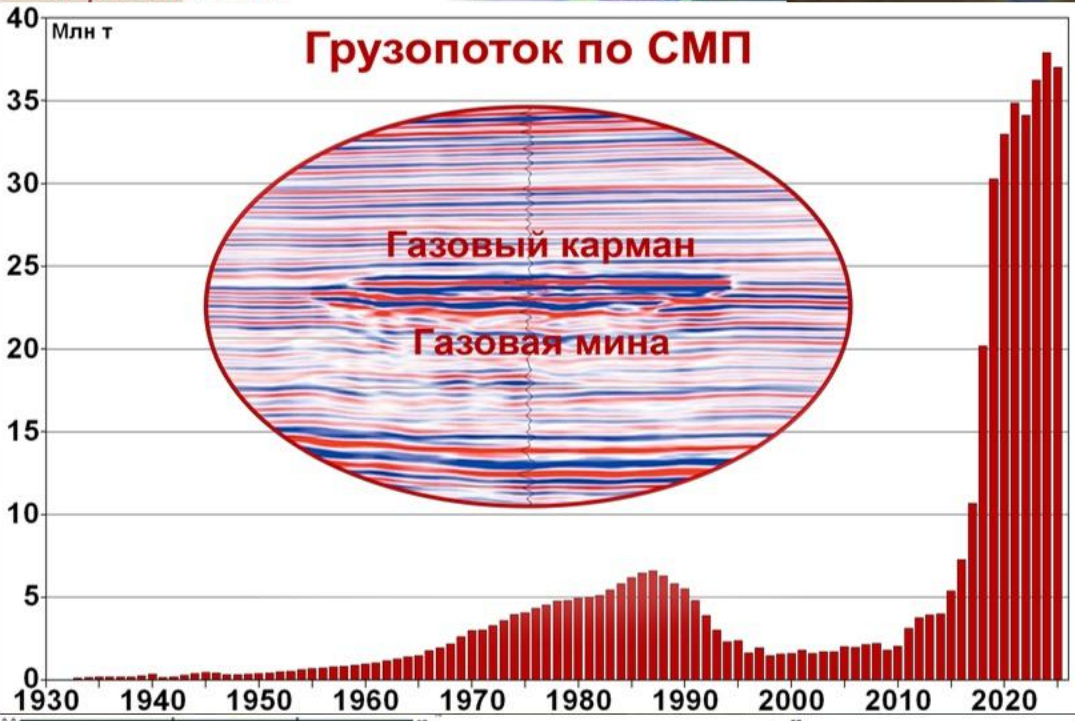
УДК 551.345+551.981

МЕРЗЛОТА, ГАЗОГИДРАТЫ И СИПЫ ГАЗА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

© 2021 г. Член корреспондент РАН В. И. Боговянский^{1,2*}, А. В. Кишанков¹, А. Г. Казанин¹

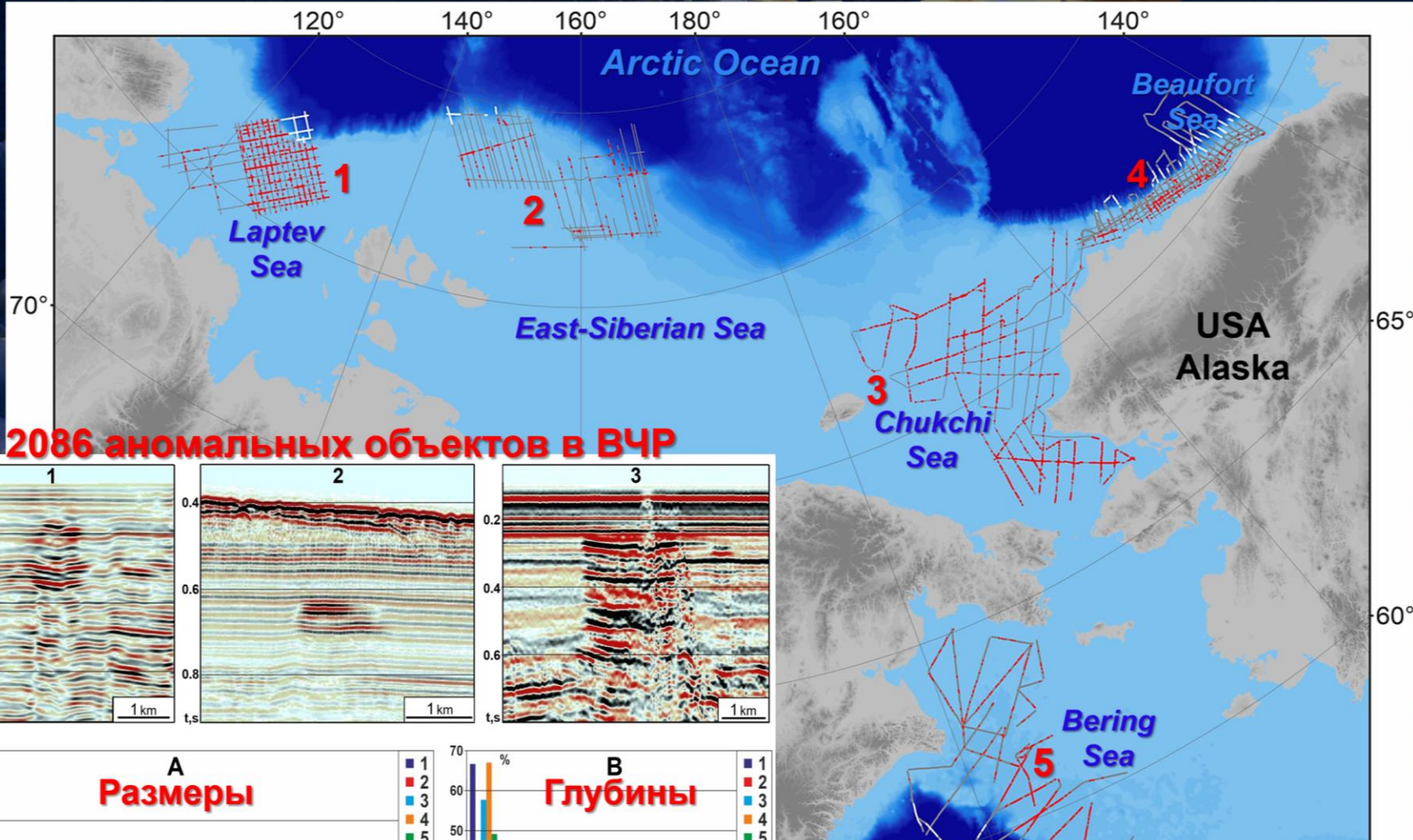
Поступило 21.05.2021 г.
 После доработки 10.06.2021 г.
 Принято к публикации 11.06.2021 г.

Целью исследований является анализ причин интенсивной эмиссии газа в центральной части моря Лаптевых. Исследованы волновые поля сейсморазведки АО «Морская арктическая геологоразведочная экспедиция» по 28 профилям суммарной протяженностью 5930 км. Выявлены зоны существования преломленных волн от высокоскоростных горизонтов, отождествляемых с мерзлым состоянием осадочных отложений и возможным наличием газовых гидратов. Впервые для региона построена картографическая схема изменения скорости распространения преломленных волн и физического состояния придонных отложений (мерзлое или талое). Доказано отсутствие мерзлоты и газогидратов в районе интенсивной эмиссии газа и обоснованы его глубинный тенеизм и миграция по тектоническим разломам.

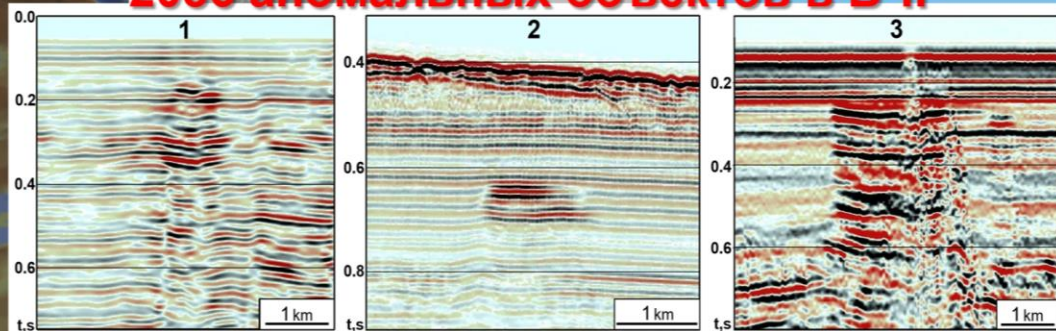




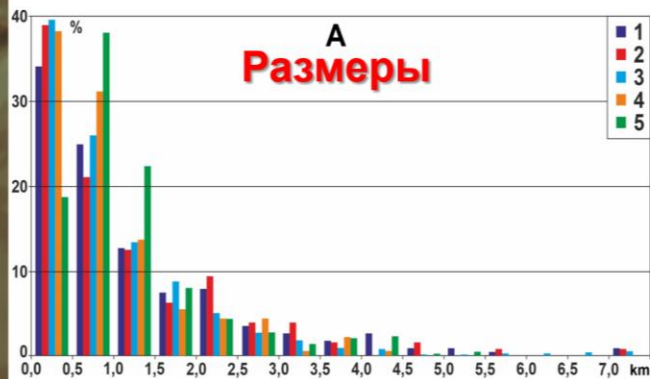
Опасные газонасыщенные объекты на арктическом шельфе Восточной Сибири, Дальнего Востока (Россия) и Аляски (США)



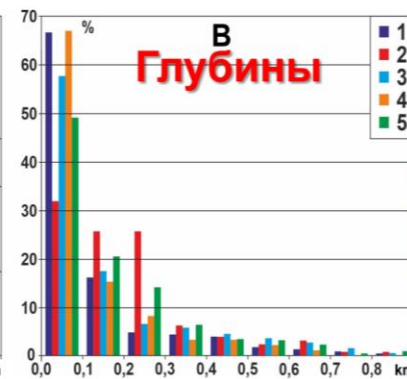
2086 аномальных объектов в ВЧР



А Размеры



В Глубины



Научные исследования
в Арктике

DOI: 10.25203/2223-4594-2024-4-478-487
УДК 553.981.2

**ОПАСНЫЕ ГАЗОНАСЫЩЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ
НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ,
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА (РОССИЯ) И АЛЯСКИ (США)**

В. И. Боговявленский, А. В. Кишанов

Институт проблем нефти и газа РАН (Москва, Российская Федерация)

Для цитирования

Боговявленский В. И., Кишанов А. В. Опасные газонасыщенные объекты на арктическом шельфе Восточной Сибири, Дальнего Востока (Россия) и Аляски (США) // Арктика: экология и экономика. — 2024. — Т. 14, № 4. — С. 478—487. — DOI: 10.25203/2223-4594-2024-4-478-487.



Bovanenko crater of gas blowout C1 on the Yamal Peninsula

Бованенковский кратер выброса газа С1 на Ямале



2014

Междисциплинарные исследования:
геология, геофизика, геохимия, геокриология,
гляциология, гидрогеология, геоэкология,
вулканология, сейсмология, спелеология...

Yamal's Crater C1 **С1 кратер на Ямале**

**Endogenous processes – Gas Dynamics (+ Climate?) – Gas blowout – Electrization –
Electrostatic discharge – Gas explosion – Thermal denudation – Landslides**

**Эндогенные процессы - Газодинамика (+ Климат?) - Выброс газа –
Электризация – Взрыв газа – Термоденудация - Оползни**

Russian Center of Arctic Development

Российский центр освоения Арктики

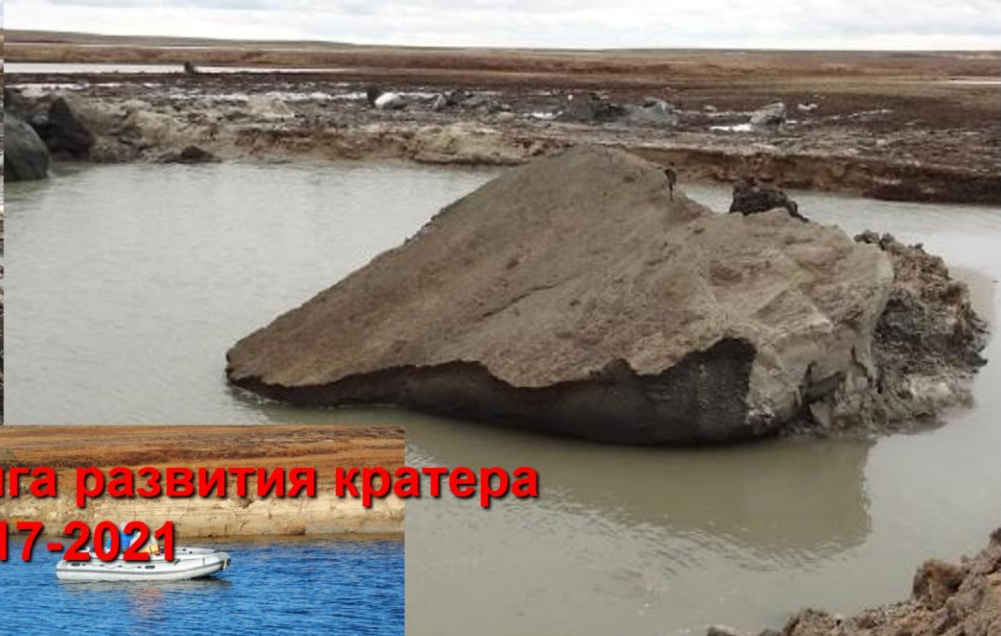
Photo 25.08.14

V.Bogoyavlensky





Сеяхинский выброс газа С11 28 июня 2017 г.



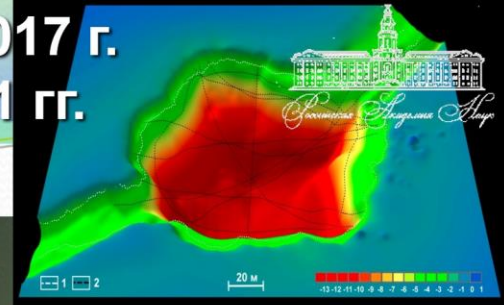
**5 лет мониторинга развития кратера
2017-2021**



2017-2021

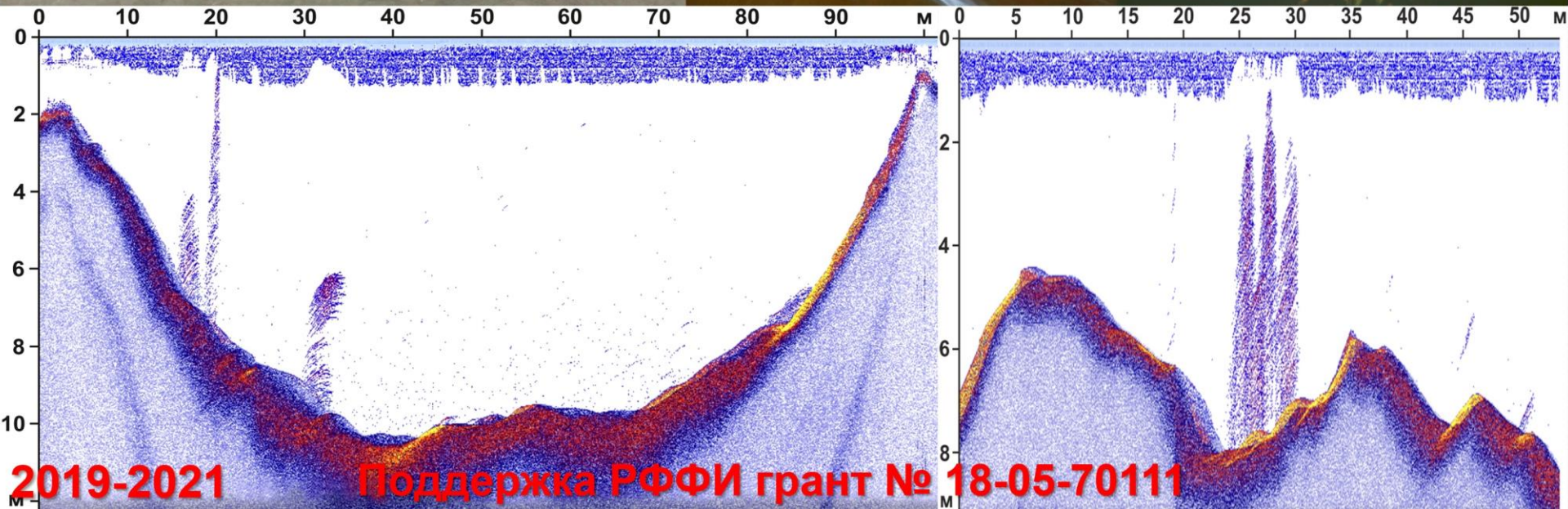


Сеяхинский выброс газа С11 28 июня 2017 г. Непрерывная эмиссия газа в 2017-2021 гг.



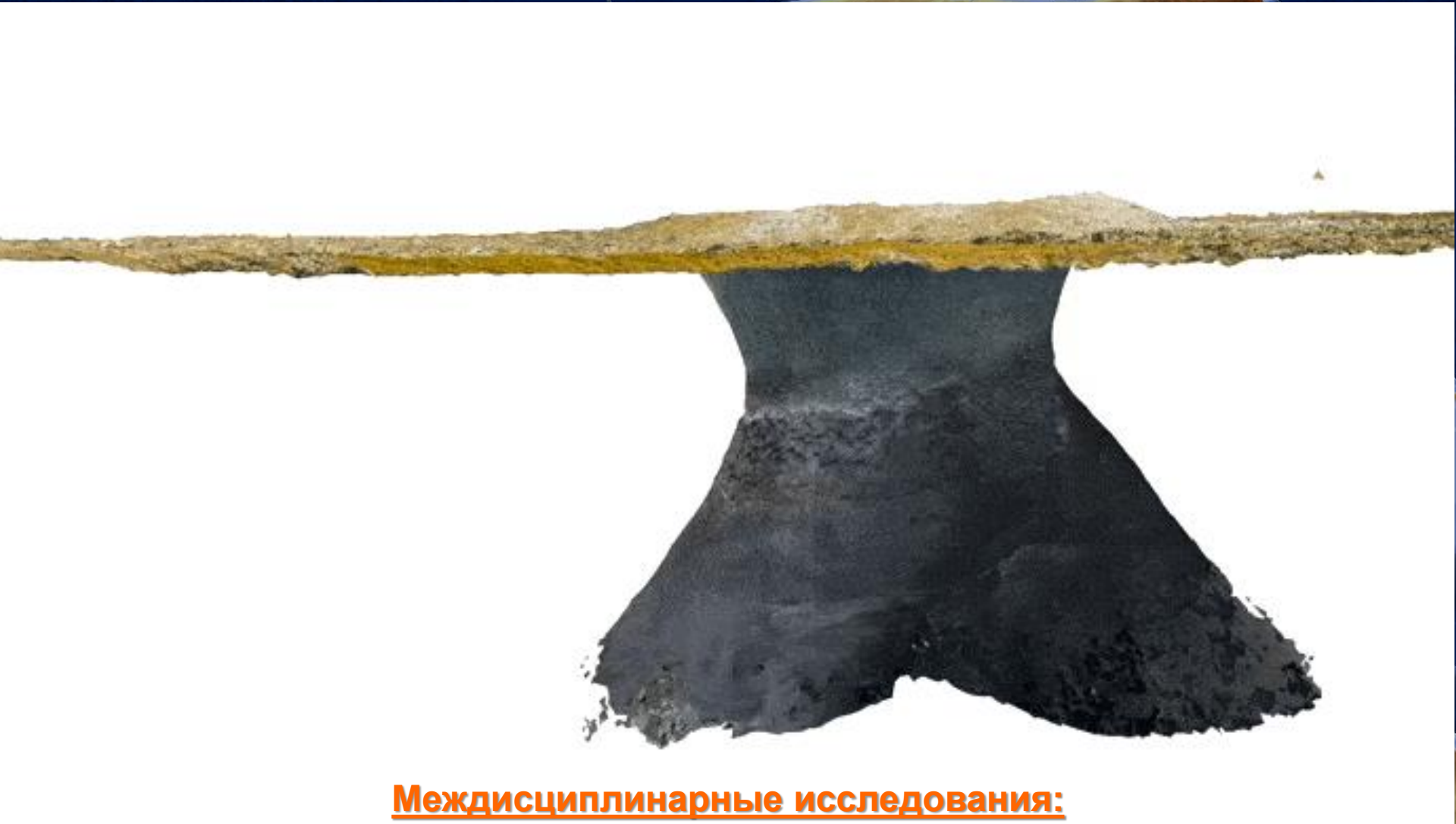
3

**5 лет мониторинга развития кратера
2017-2021**





Анимация 3D-модели рельефа, полости и кратера С17 (Бованенковское месторождение)

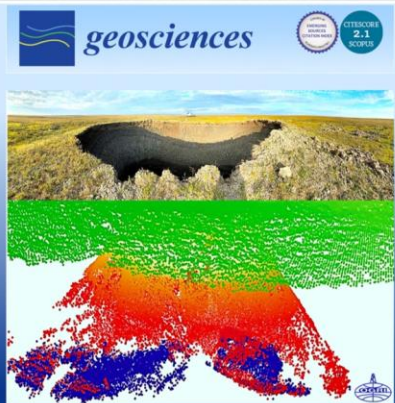
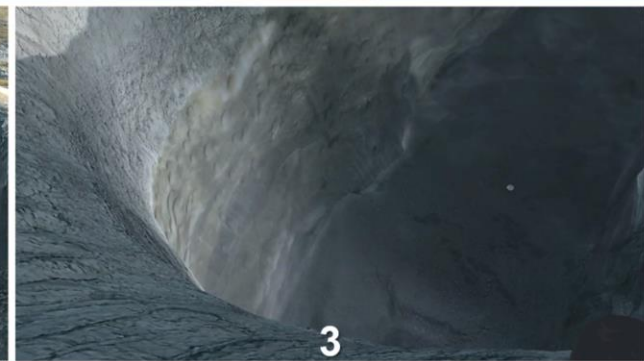
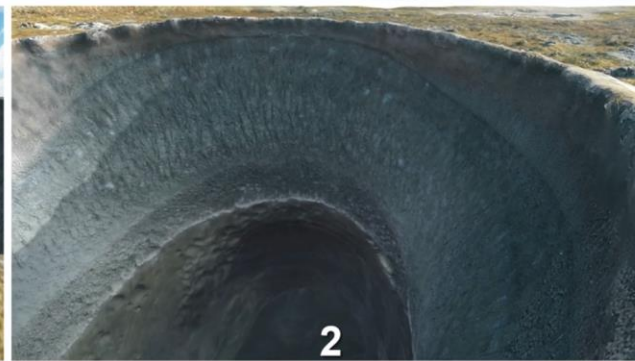


Междисциплинарные исследования:

геология, геофизика, геохимия, геокриология,
гляциология, гидрогеология, геоэкология,
вулканология, сейсмология, спелеология...

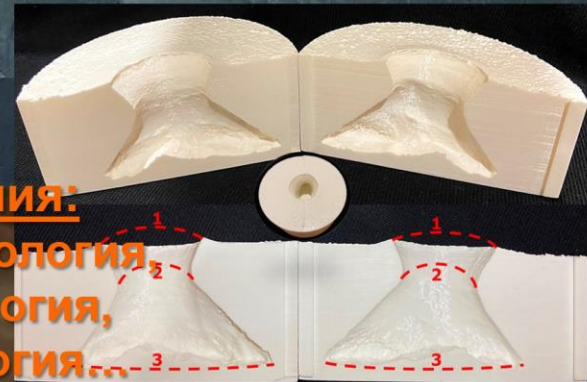


Бованенковский объект выброса газа С17 - виртуальная реальность (скриншоты)

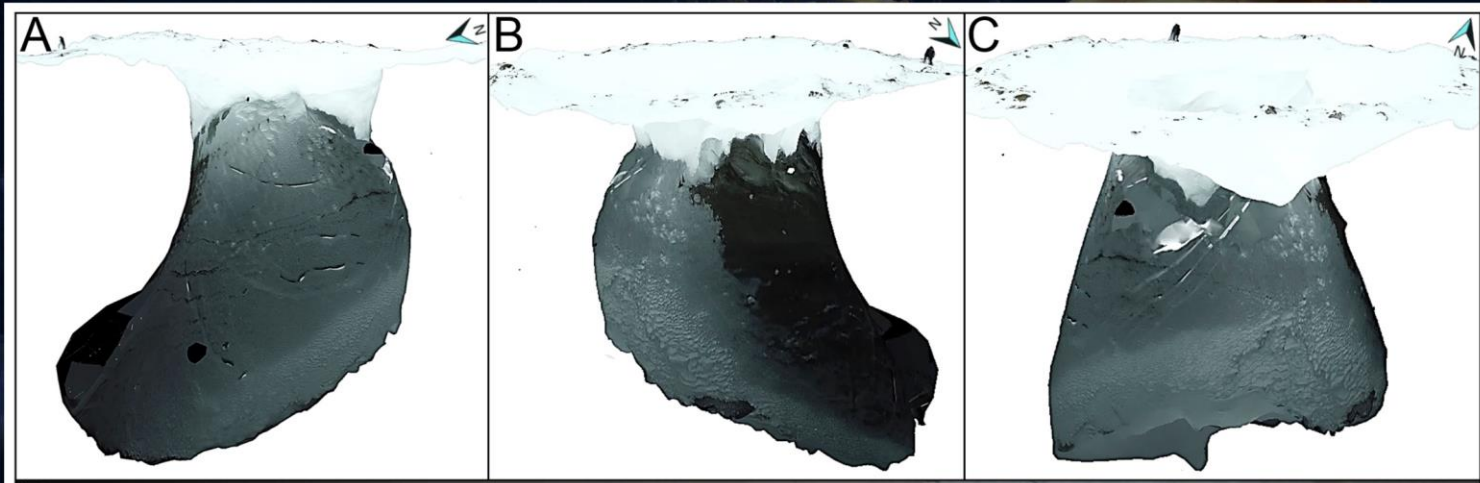


New Catastrophic Gas Blowout and Giant Crater on the Yamal Peninsula in 2020: Results of the Expedition and Data Processing
Vasily Bogoyavlensky, Igor Bogoyavlensky, Roman Nikonov, Tatiana Kargina, Evgeny Chuvilin, Boris Bukhanov and Andrey Umnikov

Междисциплинарные исследования:
геология, геофизика, геохимия, геокриология,
гляциология, гидрогеология, геоэкология,
вулканология, сейсмология, спелеология



Цифровой двойник объекта выброса газа С22 в виртуальной реальности



АРКТИКА
ЭКОЛОГИЯ И ЭКОНОМИКА

№ 1 (2024)

В. Н. Богдановский, И. В. Богдановская, Р. А. Нелюбова, А. А. Савкина
Институт проблем нефти и газа ИГиГ (Москва, Российская Федерация)
2023 — 1, 15, № 1 — С. 4—17 — DOI: 10.25288/2223-4594-2023-3-4-17

2024

- Научные исследования в Арктике
- Изучение и развитие природных ресурсов Арктики
- Экономика и управление природными ресурсами Арктической зоны
- Экология
- Инфраструктура для Арктики
- Качество и уровень жизни коренных жителей Арктической зоны



Междисциплинарные исследования:
геология, геофизика, геохимия, геокриология,
гляциология, гидрогеология, геоэкология,
вулканология, сейсмология, спелеология...

Научные исследования в Арктике

DOI: 10.25288/2223-4594-2023-3-4-17
ISSN 1549-1771, ISSN 1549-1564, ISSN 1549-1565

**АНОМАЛЬНЫЙ БЫСТРЫЙ РОСТ И ВЗРЫВ
ЯМАЛЬСКОГО БУВРА ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО
ПУЧЕНИЯ С23 В 2020—2024 ГОДАХ**

В. Н. Богдановский, И. В. Богдановская, Р. А. Нелюбова, А. А. Савкина
Институт проблем нефти и газа ИГиГ (Москва, Российская Федерация)
Статья принята в печать 7 мая 2023 г.

Для цитирования
Богдановский В. Н., Богдановская И. В., Нелюбова Р. А., Савкина А. А. Аномальный быстрый рост и взрыв Ямальского бувра газодинамического пучения С23 в 2020—2024 годах // Арктика: экология и экономика. — 2023. — Т. 15, № 1. — С. 4—17. — DOI: 10.25288/2223-4594-2023-3-4-17.

В ходе летней съемки 2024 года исследован объект С23 мезопрофузионного взрыва газа 20 летнего возраста в районе Буковинского нефтегазодобывающего месторождения на юго-западе территории На шельфе фактически осуществлено 463 аэрофотосъемки БПЛА на протяжении 20 недель в шельфовых блоках С23 в трех циклах в вертикальной плоскости, измеренной азимутальным инклинометром. Минимальные исследования 2021—2024 гг. с применением Дроны Дистанция измерения рельефа поверхности Земли (ИГиГ) позволили установить увеличение скорости роста бувра пучения — более 40 м/год за четыре года. В его краевой части, в соответствии с данными геологических исследований на объектах С21, С22 и С23 имеют структуру концентрических рингов, выявлены вертикальные бувры пучения. Гидрогеологические исследования показали, что роль бувра пучения — спелеологический мощный выброс, смена конвективных и вертикаль газа с образованием конвекции в виде пучения. Разработаны комплексные системы оценки безопасности окружающей и мезопрофузионной ситуации на объектах нефтегазового комплекса в Арктике.



Цифровой двойник объекта выброса газа С23 в виртуальной реальности



Виды с поверхности земли (А) и дна полости (В, С, D)



Журнал «АРКТИКА ЭКОЛОГИЯ И ЭКОНОМИКА»

№ 15, № 3, 2025

Ученые исследовали в Арктике

- Экономика и развитие северных территорий Арктической зоны
- Наука и освоение природных ресурсов Арктики
- Новые технологии освоения Арктики
- Проблемы Северного арктического пути
- Качество в условиях жизни в экстремальных условиях Севера

2025

Научные исследования в Арктике

№ 15, № 3, 2025

АНОМАЛЬНЫЙ БЫСТРЫЙ РОСТ И ВЗРЫВ ЯМАЛЬСКОГО БУРГА ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ПУЧЕНИЯ С23 В 2020–2024 ГОДАХ

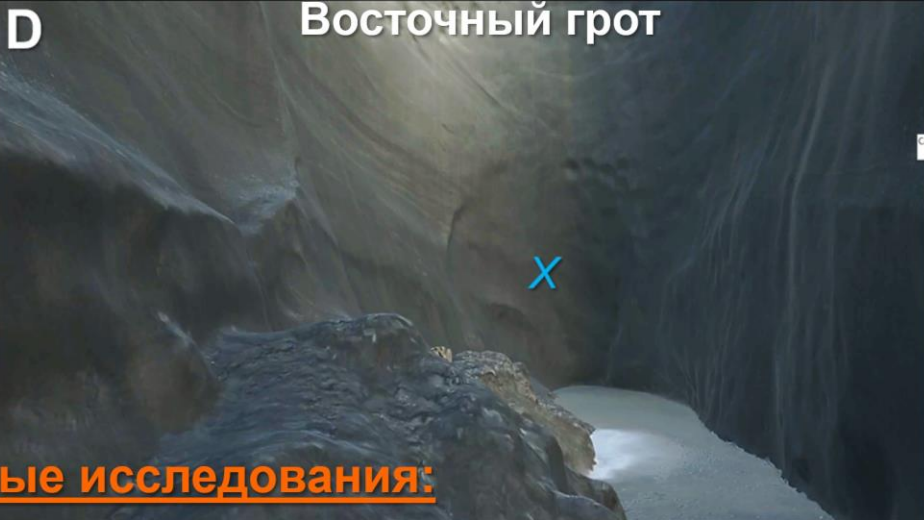
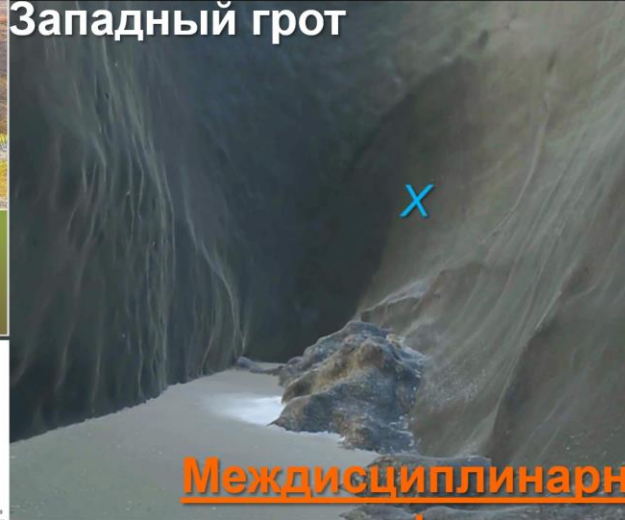
В. И. Богдановский, И. В. Богдановский, Р. А. Насома, А. А. Гаринин
Институт проблем нефти и газа РАН (Москва, Российская Федерация)

См. статью в разделе 7 мая 2025 г.

Дли цитирования:
Богдановский В. И., Богдановский И. В., Насома Р. А., Гаринин А. А. Аномальный быстрый рост и взрыв Ямальского бурга газодинамического пучения С23 в 2020–2024 годах // Арктика, экология и экономика. — 2025. — Т. 15, № 3. — С. 4–17. — DOI: 10.25283/2223-4994-2025-3-4-17.

В ходе ежегодной сессии 2024-го арктики исследован объект выброса С23 концентрированного яруса до 30 м от поверхности земли на Ямале в районе Бованенковского нефтегазового месторождения на северо-западной территории. На основе фотограмметрической обработки 463 аэрофотоснимков БТММ (аэрофотограмметрия) и цифрового ямального объекта С23 в 2020–2024 гг. с применением данных дистанционного зондирования (данные дистанционного зондирования) исследованы динамика и скорость роста бугра пучения — около 40 см/год за четыре года до его взрыва, который в совокупности с ранее изученными пучениями Ямала на объектах С12, С17 и С22 может служить основой для выявления критических буров пучения. Подтверждена значительная азбулосинхронность незначительного роста бугра пучения с последующим взрывом, совпадающим с началом сессии с образования трещины в своде полости. Результаты позволяют считать взрыв взрывчаткой, образовавшейся в результате спонтанной полимеризации углеводородов в Арктике.

Установлено: дно полости имеет эллиптическую форму (NWW-SSE, 276°) размером 3,3×16,9 м (коэффициент сжатия 0,1953), глубина > 14,7 м.



Западный грот

Восточный грот

Междисциплинарные исследования:

геология, геофизика, геохимия, геокриология, гляциология, гидрогеология, геоэкология, вулканология, сейсмология, спелеология...



Важнейший результат многолетних работ ИПНГ РАН 2025 г.

ГЗ №125020501403-7 ПФНИ № 1.5.6, 1.5.7.3, 1.5.10.4, 1.5.10.6, 1.5.12.2, 1.5.12.4



В экспедициях 2024-2025 гг. впервые исследованы объекты катастрофических взрывов

газа С22 и С23 на полуострове Ямал в районе Бованенковского НГКМ на склонах морских террас. На основе фотограмметрической обработки аэрофотоснимков БПЛА построены 3D-модели и цифровые двойники объектов С22 и С23, в том числе в виртуальной реальности, управляемой искусственным интеллектом. Установлено, что термокарстовые полости в массивах подземного льда имеют дно эллиптической формы над разломом.

Установлена закономерность аномально высокой средней скорости роста бугров газодинамического пучения С22 и С23 свыше 40 см/год за три-четыре года до их взрывов на основе мониторинга 2011-2025 гг. с применением данных ДЗЗ (ArcticDEM и БПЛА). Эта закономерность в совокупности с ранее полученными подобными данными может служить основным критерием выявления взрывоопасных объектов и прогнозирования их грядущего взрыва.

Подтвержден эндогенный газодинамический механизм роста бугров пучения с последующими мощными выбросами, самовоспламенениями и взрывами газа с образованием кратера в своде полости.

Результаты исследований позволяют снизить угрозы возникновения аварийных и катастрофических ситуаций на объектах нефтегазового комплекса в Арктике. Результаты и рекомендации переданы для внедрения в ООО «Газпром добыча Надым».

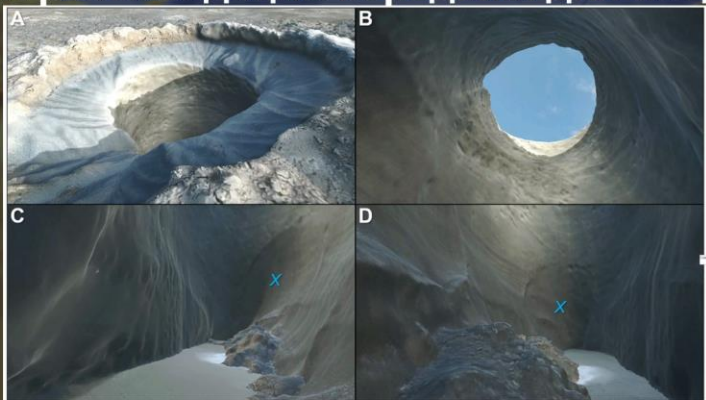


Рис.1. Объект выброса газа С23 в виртуальной реальности

1. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В., Никонов Р.А., Гаврилов А.А. Аномально быстрый рост и взрыв Ямальского бугра газодинамического пучения С23 в 2020-2024 годах // Арктика: экология и экономика, 2025, т.15, № 3, с.4-17.
2. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В., Никонов Р.А. Мониторинг развития Дуплетного объекта взрыва газа С22 на полуострове Ямал по данным дистанционного зондирования Земли // Арктика: экология и экономика, 2024, т.14, №3, с.320-333.
3. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В., Кишанков А.В. Геофизические методы обеспечения технологического суверенитета и национальной безопасности России в Арктике. // Вестник РАН, 2024, том 94, № 10, с. 895–913.

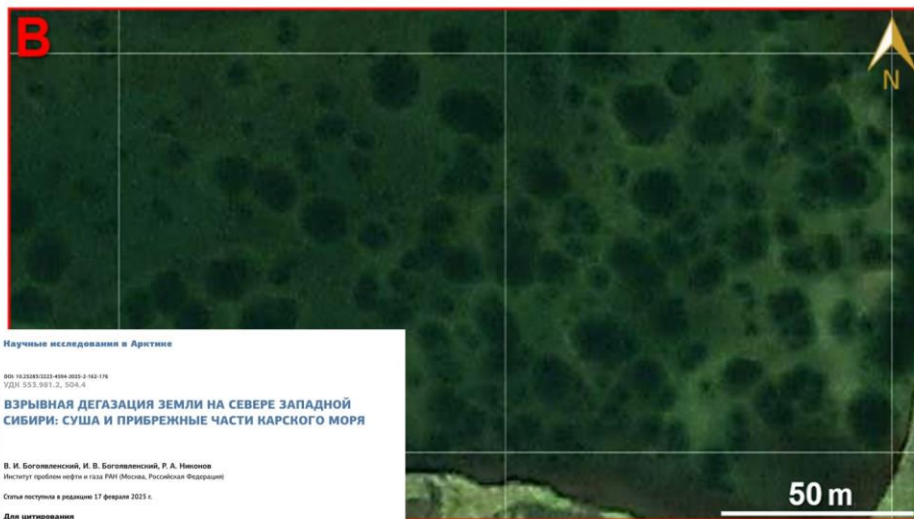
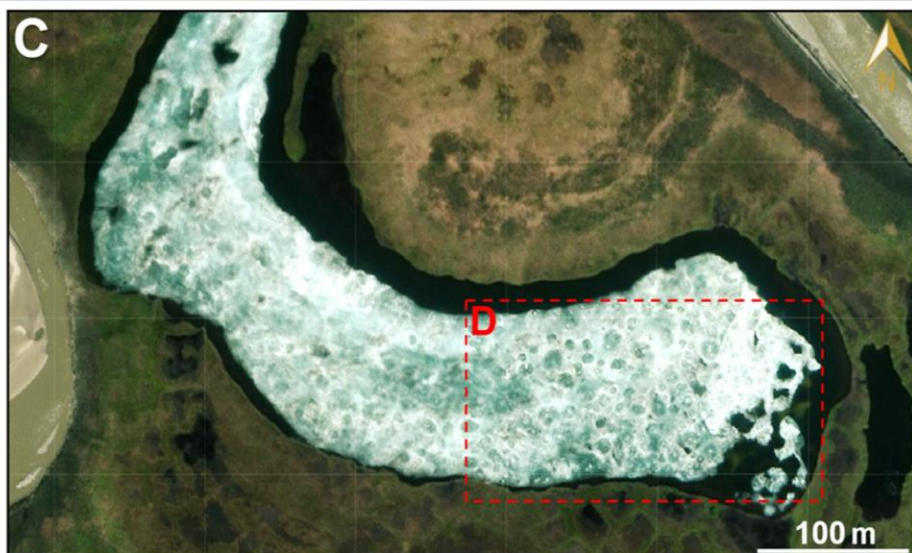


Междисциплинарные исследования:
геология, геофизика, геохимия, геокриология,
гляциология, гидрогеология, геоэкология,
вулканология, сейсмология, спелеология...

*Photo from helicopter
V.Bogoyavlensky*



Дегазация со дна Серповидного озера на полуострове Ямал Космоснимки WV-2 10 июля 2020 г. (А, В) и WV-3 9 июля 2024 г. (С, D)



Научные исследования в Арктике

DOI: 10.25288/2023-4594-2025-2-162-176
UDC: 553.981.2, 504.4

ВЗРЫВНАЯ ДЕГАЗАЦИЯ ЗЕМЛИ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: СУША И ПРИБРЕЖНЫЕ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ

В. И. Богомилеский, И. В. Богомилеский, Р. А. Иманов
Институт проблем нефти и газа РАН (Москва, Российская Федерация)

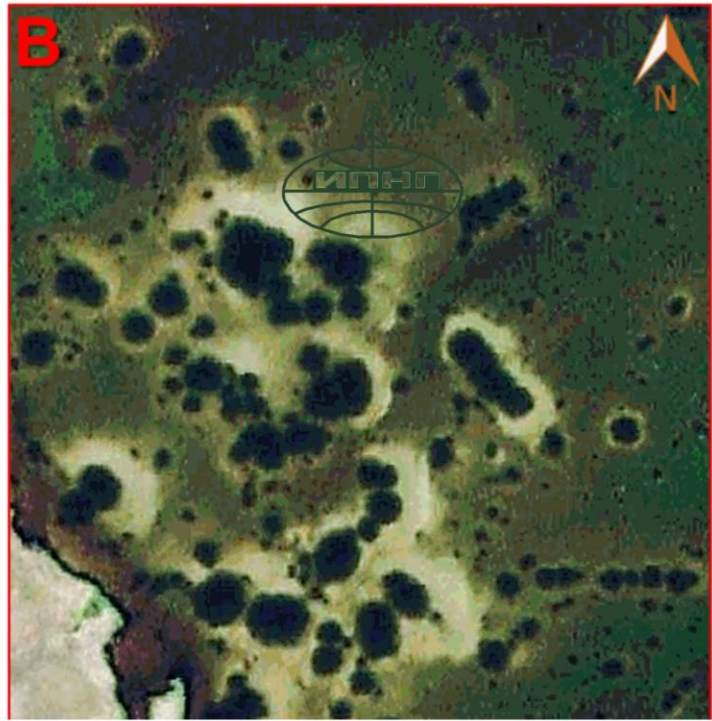
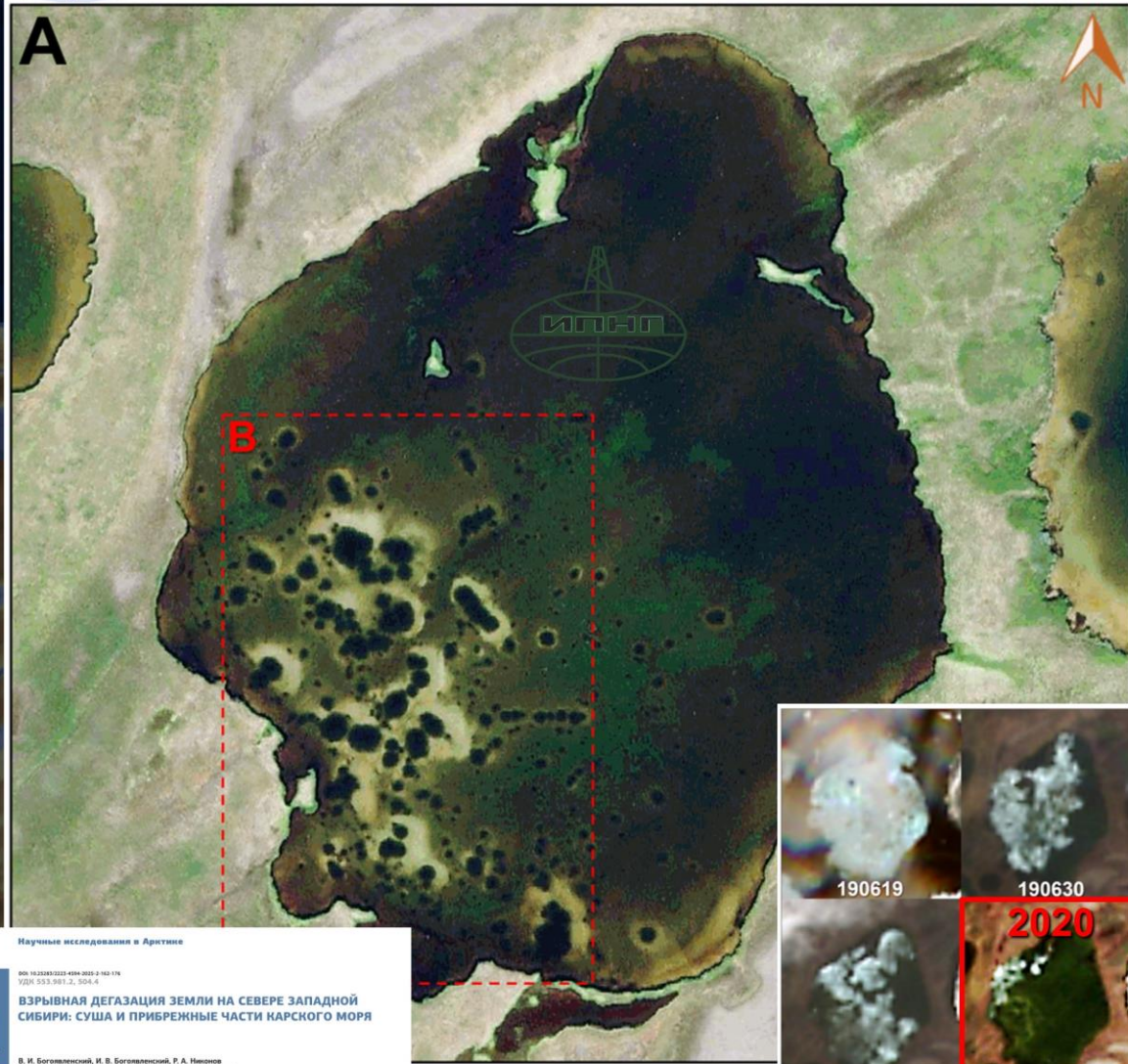
Статья поступила в редакцию 17 февраля 2023 г.

Для цитирования

Богомилеский В. И., Богомилеский И. В., Иманов Р. А. Взрывная дегазация Земли на севере Западной Сибири: суша и прибрежные части Карского моря // Арктика: экология и экономика. — 2025. — Т. 15, № 2. — С. 162—176. — DOI: 10.25288/2023-4594-2025-2-162-176.

Обсуждено, что данные аэрокосмических наблюдений позволяют успешно изучать опасные объекты взрывной дегазации Земли. В итоге комплексных аэрокосмических исследований в северной части Западной Сибири обнаружены 7782 тона взрывной дегазации, в том числе 4300 на дне 4736 терракосмовых озёр, 139 на дне 29 рек и 1344 на мелководных участках Карского моря. Наиболее крупный Нейтинско-Секашский район дегазации совпадает с центральной частью Ямальского дробяч-рифта, в Сибирятинский район приурочен к Южно-Тамбейскому месторождению. Зоны интенсивной дегазации также обнаружены в северной части залива Мутный, в Обской и Тазовской губах Карского моря. Крупные очаги дегазации, видимо, имеют связь с субертикальной микротрещиной глубоководного ледяного проливания восточной части донной дислокации восточной части донной дислокации до дна озера и реки.

Термокарстовое озеро с кратерами выбросов газа на дне на полуострове Ямал. Космоснимок WV-3 6 августа 2023 г.



Научные исследования в Арктике

DOI: 10.25283/2373-4394-2023-2-162-176
 UDK: 553.981.2, 504.4

ВЗРЫВНАЯ ДЕГАЗАЦИЯ ЗЕМЛИ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: СУША И ПРИБРЕЖНЫЕ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ

В. И. Богомилеский, И. В. Богомилеский, Р. А. Никонов
 Институт проблем нефти и газа РАН (ИПНГ), Российская Федерация

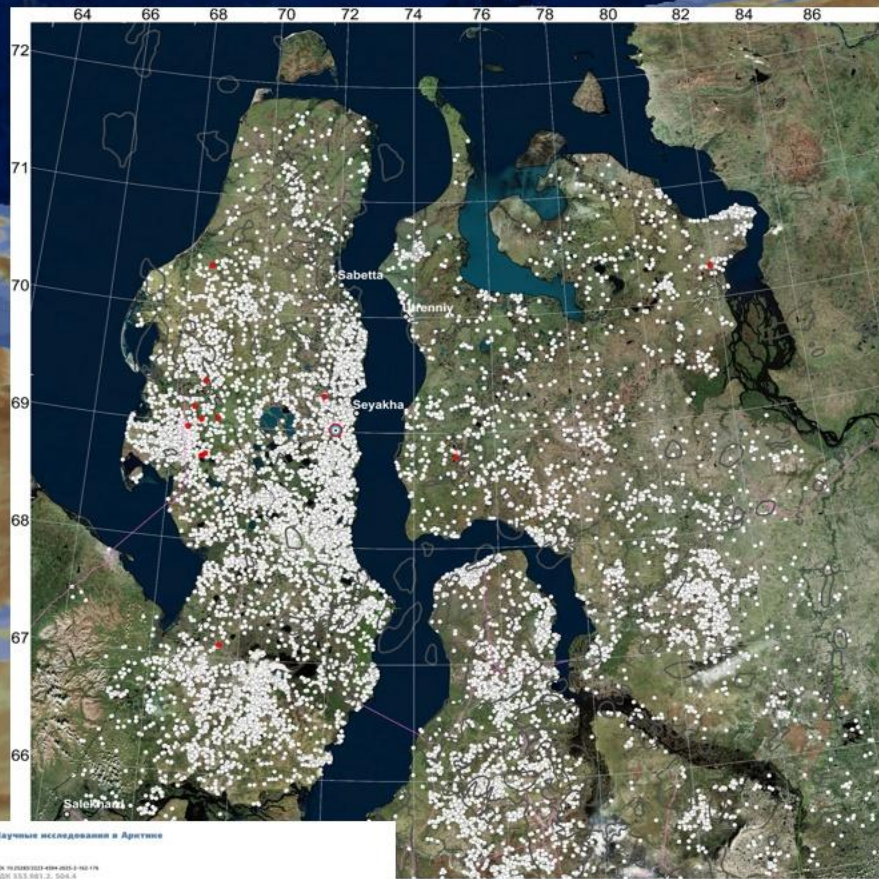
Статья поступила в редакцию 17 февраля 2023 г.

Для цитирования
 Богомилеский В. И., Богомилеский И. В., Никонов Р. А. Взрывная дегазация Земли на севере Западной Сибири: суша и прибрежные части Карского моря // Арктика: экология и экономика. — 2023. — Т. 15, № 2. — С. 162—176. — DOI: 10.25283/2373-4394-2023-2-162-176.

Обсуждено, что данные аэрокосмических наблюдений позволяют успешно изучать опасные объекты взрывной дегазации Земли. В статье комплексные аэрокосмические исследования в северной части Западной Сибири обнаружены 7783 тона взрывной дегазации, в том числе 4300 на дне 4756 термокарстовых озер, 139 на дне 29 рек и 1544 на мелководных участках Карского моря. Наиболее крупный Нейтинск-Секинский район дегазации совпадает с центральной частью Ямальского арктического шельфа, а Сибирский район пророчен в Ожонь-Тамбейскому месторождению. Зоны интенсивной дегазации также обнаружены в северной части залива Мутный, в Обской и Тазовской губах Карского моря. Крупные очаги дегазации, видимо, имеют связь с субвертикальной микротрещиной глубоководного озера по проницаемым разломам шельфа. Дистанционная дегазация происходит в процессе развития талых на непромерзающих до дна озерах и реках.

Многолетние бугры пучения (МБП) 14017

Зоны дегазации, включая термокарстовые озера с кратерами выбросов газа (ТОКВГ) 8153 (было 5337)



Научные исследования в Арктике

DOI: 10.25205/2225-4594-2025-2-162-176
 ISSN: 2225-4594

ВЗРЫВНАЯ ДЕГАЗАЦИЯ ЗЕМЛИ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: СУША И ПРИБРЕЖНЫЕ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ

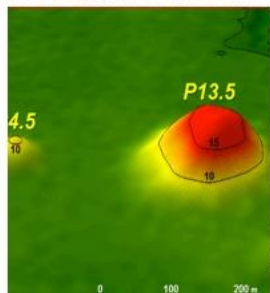
В. И. Боговицкий, И. В. Боговицкий, Р. А. Нанова

Институт проблем нефти и газа РАН (ИГиГ), Российская Федерация

Статья поступила в редакцию 17 февраля 2025 г.

Для цитирования: Боговицкий В. И., Боговицкий И. В., Нанова Р. А. Взрывная дегазация Земли на севере Западной Сибири: суша и прибрежные части Карского моря // Арктика: экология и экономика. — 2025. — Т. 15, № 2. — С. 162—176. — DOI: 10.25205/2225-4594-2025-2-162-176.

Обозначено, что данные аэрокосмических наблюдений позволяют успешно изучать опасные объекты арктической Восточной Сибири. В статье комплексные аэрокосмические исследования в северной части Западной Сибири охватывают 1782 зоны арктической Восточной Сибири, в том числе 6300 термокарстовых озер, 139 на дне 29 рек и 1344 на мелководных участках Карского моря. Наиболее крупный Нейлунгский Селенгский район Восточной Сибири совпадает с интратеррической частью Ямальского дрифт-рифта, а Сабеттинский район приурочен к Южно-Тибетскому интратеррическому. Зоны интенсивной дегазации также обнаружены в северной части залива Мутный, в Обской и Тазовской губах Карского моря. Крупные очаги дегазации, видимо, имеют связь с субвертикальной миграцией глубинного газа по проливному расстоянию к участку дестабилизации оседающего и процессам развития талых на непромерзающих до дна озерах и реках.



Регион	Площадь, тыс. км ²	МБП	ТОКВГ	ЗОНЫ ДЕГАЗАЦИИ			Всего
				ТОКВГ	Реки	Карское море	
Ямал	~118	7539	3581	4951	94	797	5842
Гыданский	160	3495	1044	1057	18	365	1440
Тазовский	70	2983	102	283	-	112	395
Белый остров	1,9	-	9	9	27	70	106
Север Западной Сибири всего	~350	-	4736	6300	139	1344	7783
Югорский	18	-	45	69	21	268	358
Таймырь (запад.)	2,0	-	9	12	-	-	12
Итого:	~370	14017	4790	6381	160	1612	8153





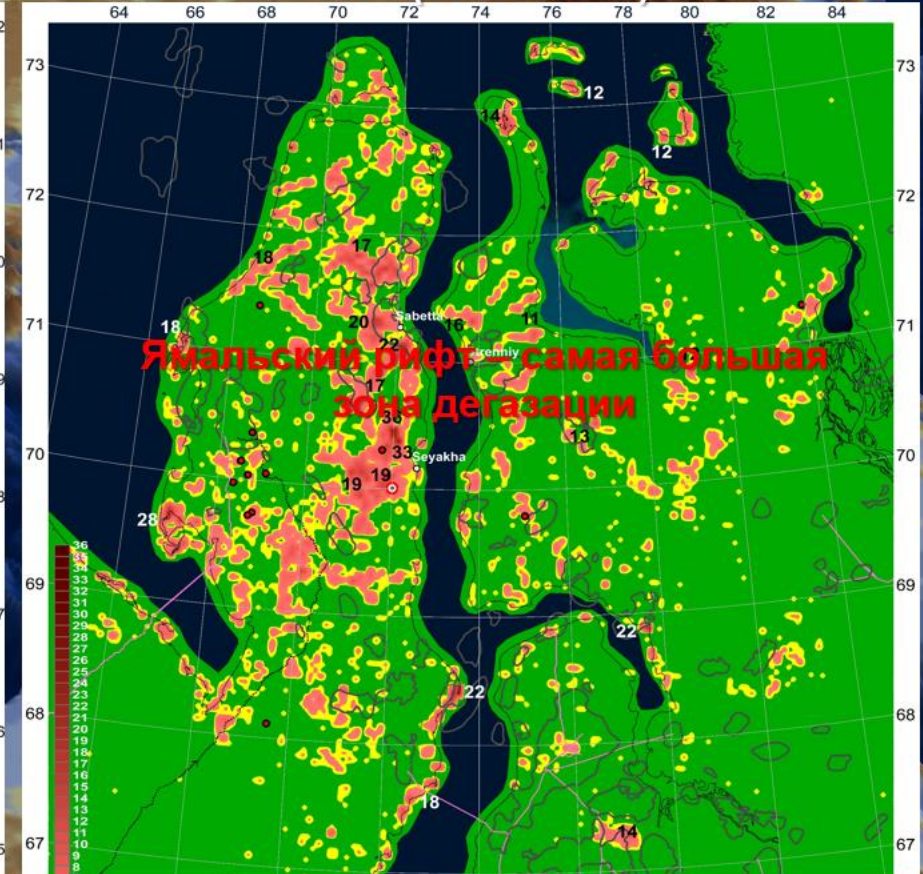
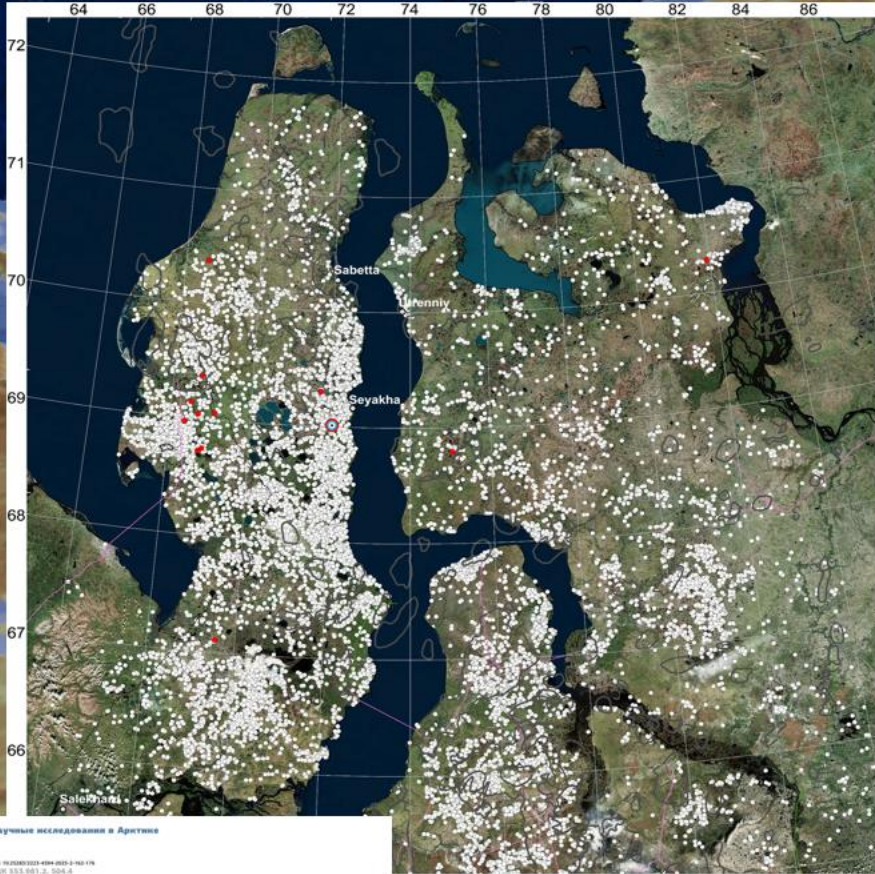
Расширение ГИС «АМО» на суше и акваториях Севера Западной Сибири



Зоны дегазации, включая термокарстовые озера с кратерами выбросов газа (ТОКВГ)

Многолетние бугры пучения (МБП) 14017

8153 (было 5337)



Научные исследования в Арктике

DOI: 10.25285/2223-4594-2025-2-162-176
 ISBN 533.941.3.504.4

ВЗРЫВНАЯ ДЕГАЗАЦИЯ ЗЕМЛИ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: СУША И ПРИБРЕЖНЫЕ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ

В. И. Богдановский, И. В. Богдановский, Р. А. Наманов
 Институт проблем нефти и газа РАН (ИОН), Российское Федерация

Статья поступила в редакцию 17 февраля 2025 г.

Для цитирования:
 Богдановский В. И., Богдановский И. В., Наманов Р. А. Взрывная дегазация Земли на севере Западной Сибири: суша и прибрежные части Карского моря // Арктика: экология и экономика. — 2025. — Т. 15, № 2. — С. 162–176. — DOI: 10.25285/2223-4594-2025-2-162-176.



Регион	Площадь, тыс. км ²	МБП	ТОКВГ	ЗОНЫ ДЕГАЗАЦИИ			Всего
				ТОКВГ	Реки	Карское море	
Ямал	~118	7539	3581	4951	94	797	5842
Гыданский	160	3495	1044	1057	18	365	1440
Тазовский	70	2983	102	283	-	112	395
Белый остров	1,9	-	9	9	27	70	106
Север Западной Сибири всего	~350	-	4736	6300	139	1344	7783
Югорский	18	-	45	69	21	268	358
Таймыр (запад.)	2,0	-	9	12	-	-	12
Итого:	~370	14017	4790	6381	160	1612	8153



Обозначено, что данные аэрокосмических наблюдений позволяют условно указать опасные объекты взрывной дегазации Земли. В статье аэрокосмическими исследованиями в северной части Западной Сибири обнаружены 7783 термокарстовых озера, в том числе 6300 на дне 4736 термокарстовых озер, 139 на дне 29 рек и 1344 на мелководных участках Карского моря. Наиболее крупный Нейтинский Сивинский район дегазации совпадает с шельфовой частью Ямальского арктического рифта, а Сибирский район приурочен к Южно-Тарбасовскому мезотрофическому поясу интенсивной дегазации. Также обнаружены в северной части озера Мултаны, в Обской и Тазовской губах Карского моря. Крупные очаги дегазации, видимо, имеют связь с суберстической миграцией глубинного газа по пористым каналам скважины доисторической геологической и происходят в результате таяния на непромерзающих до дна озерах и реках.



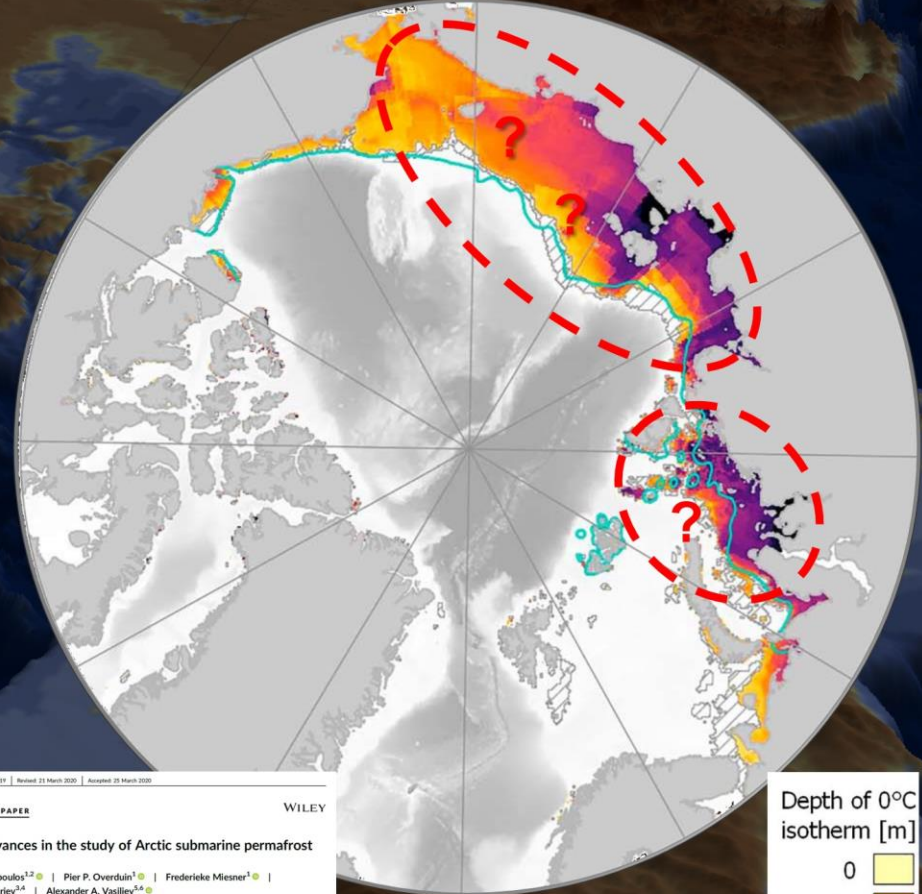
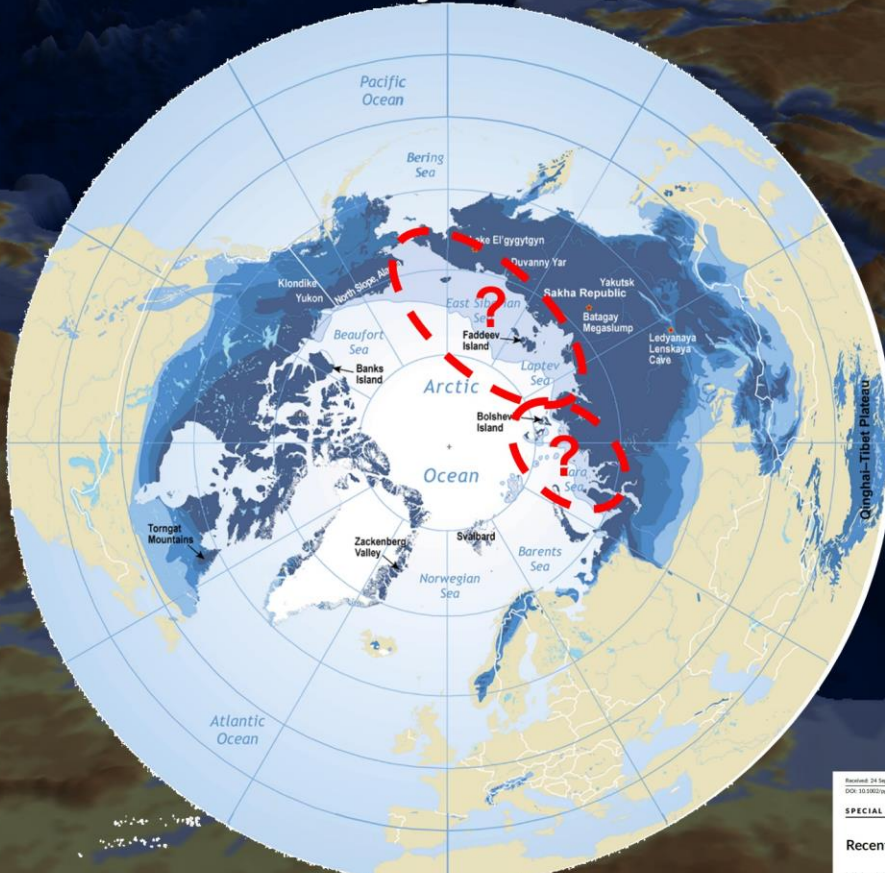
Многолетняя мерзлота в Северном полушарии

Permafrost in the Northern Hemisphere



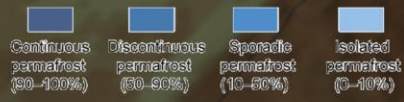
International permafrost Association
IPA-2023 by Brown 1997

Overduin et al, 2019

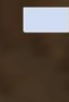


Permafrost in the Northern Hemisphere

Spatial extent of terrestrial permafrost zones
(% of area underlain by permafrost)



Subsea permafrost



Source: Brown et al. (1987)
© International Permafrost Association

Received 24 September 2019 | Revised 21 March 2020 | Accepted 25 March 2020
DOI: 10.1002/2019GL084044

SPECIAL ISSUE PAPER

WILEY

Recent advances in the study of Arctic submarine permafrost

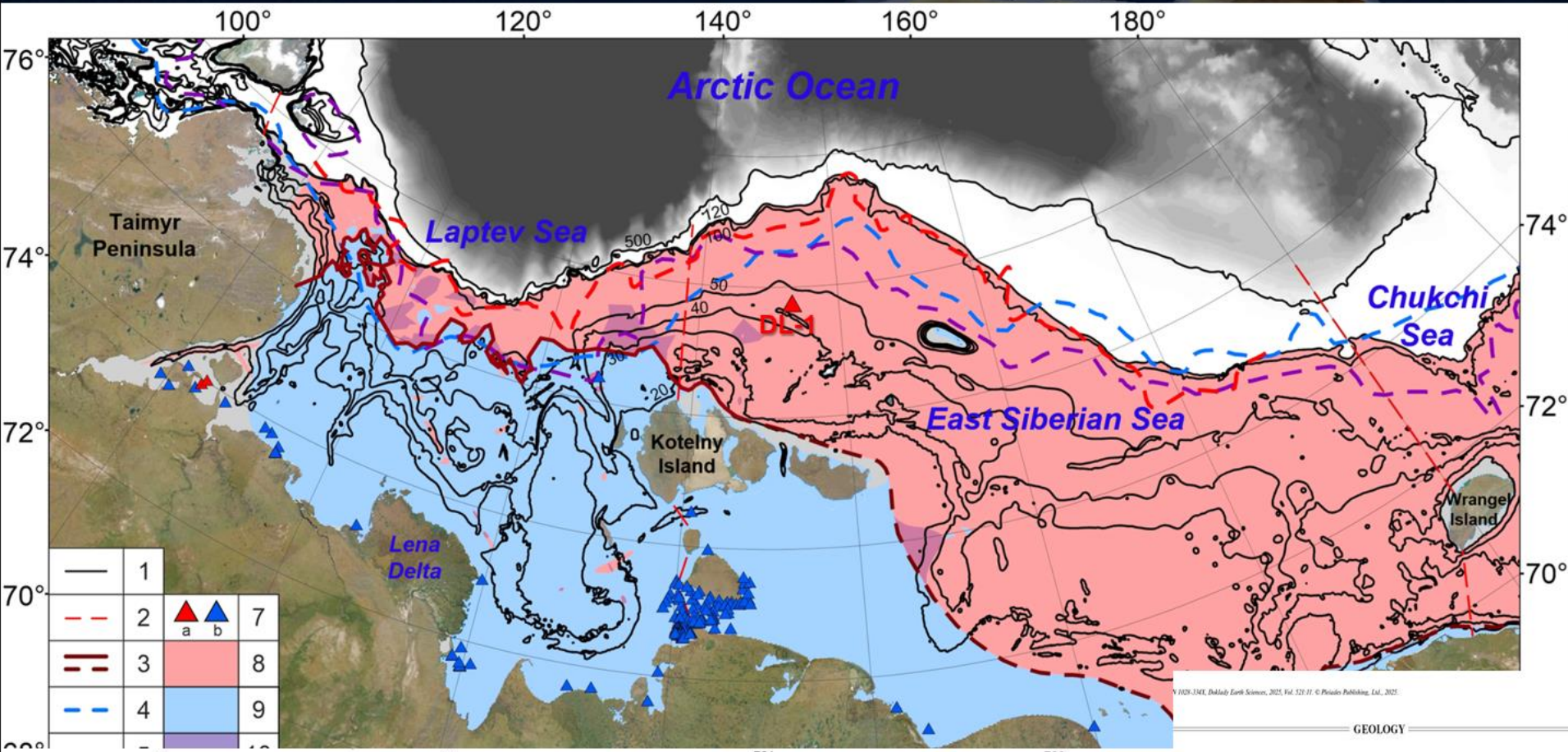
Michael Angelopoulos^{1,2} | Pier P. Overduin^{1,3} | Frederieke Miesner⁴ | Mikhail N. Grigoriev^{3,4} | Alexander A. Vasiliev^{3,4}

¹Walter Wegener Institute Helmholtz Centre for Polar and Marine Research (WPI), Potsdam, Germany
²Institute of Geodesy, University of Potsdam, Potsdam, Germany
³Norwegian Permafrost Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Urechsk, Russia
⁴Institute of Russian Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia
⁵York Centre for Earth and Planetary Science, Center, Sheraton Branch, Russian Academy of Sciences, Russia
⁶Tyumen State University, Tyumen, Russia

Abstract
Submarine permafrost is perennially cryotic earth material that lies offshore. Most submarine permafrost is relict terrestrial permafrost beneath the Arctic shelf seas, was insulated after the last glaciation, and has been warming and thawing ever since. As a reservoir and confining layer for gas hydrates, it has the potential to release greenhouse gases and impact coastal infrastructure, but its distribution and rate of thaw are poorly constrained by observational data. Lengthening summers, reduced sea ice extent and increased solar heating will increase water temperatures and thaw rates. Observations of gas release from the East Siberian shelf and high methane concentrations in the water column and air above it have been attributed to flowpaths created in thawing permafrost. In this context, it is important to understand the distribution and state of submarine permafrost and how they are changing. We assemble recent and historical drilling data on regional submarine permafrost degradation rates and review recent studies that use modelling, geophysical mapping and geomorphology to characterize submarine permafrost. Implications for submarine permafrost thawing are discussed within the context of methane cycling in the Arctic Ocean and global climate change.

KEYWORDS
Arctic, offshore, submarine permafrost, subsida, flow rates





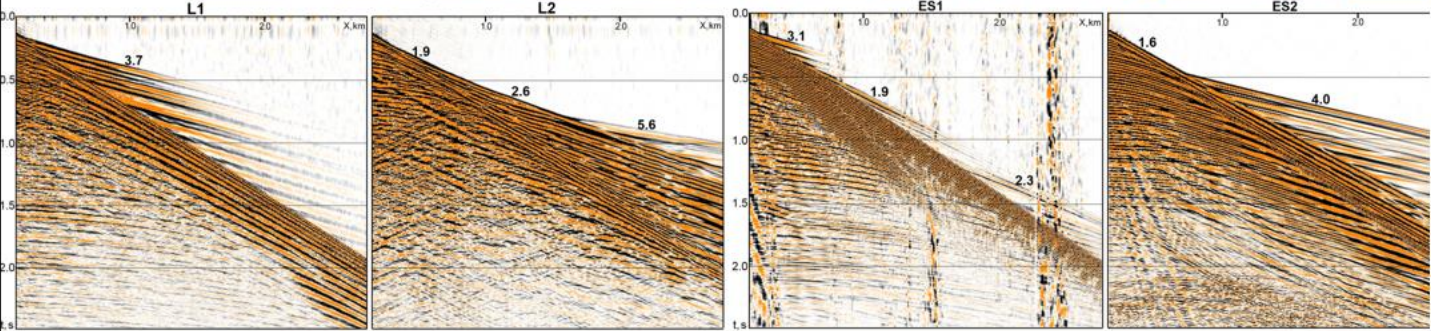
V. I. IZOT, Doklady Earth Science, 2025, Vol. 521/1; © Pleiades Publishing, Ltd., 2025.

GEOLOGY

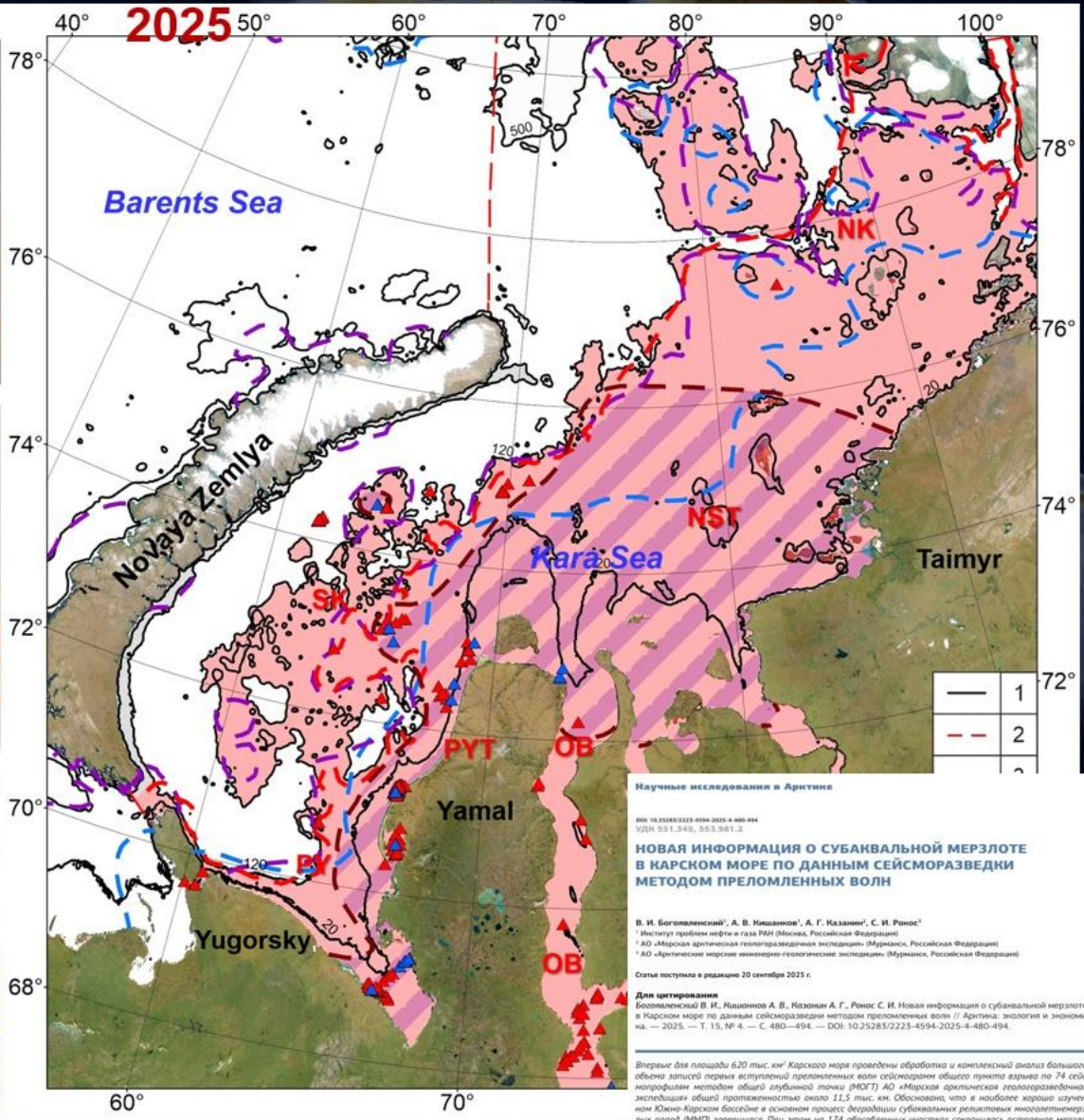
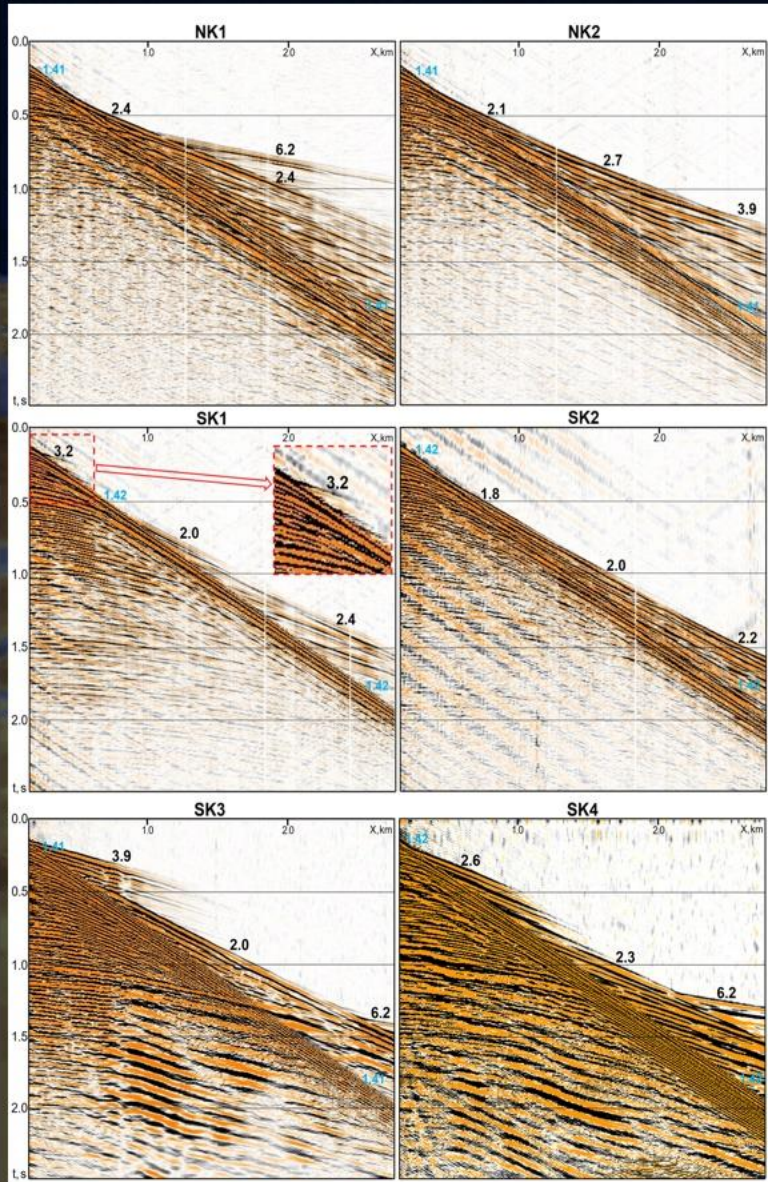
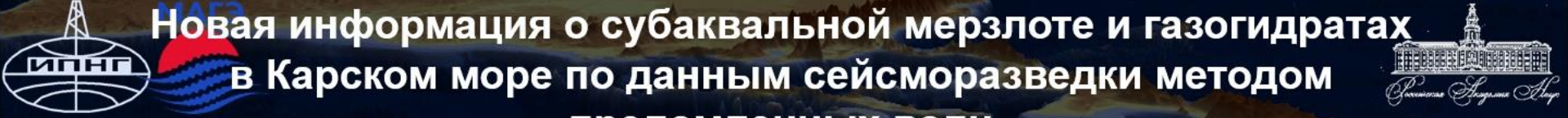
New Information on Subsea Frozen Ground in the Laptev and East Siberian Seas Based on Seismic Data

Corresponding Member of the RAS V. I. Bogoyavlensky^{a,*}, A. V. Kishankov^a, and A. G. Kazanin^b
^aOil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119333 Russia
^bMarine Arctic Geological Expedition (MAGE), Murmansk, 183038 Russia
 *e-mail: geo.ecology17@gmail.com
 Received November 28, 2024; revised December 16, 2024; accepted December 16, 2024

Abstract—As a result of five-year studies of approximately 1.3 mln sq km of the East Siberian Arctic Shelf, a boundary between areas with predominant distribution of frozen and thawed ground (Southern and Northern zones) was revealed, new information was obtained on the state of subsea frozen ground, fundamentally different from all previous data. For the first time, it was established that in most part of the East Siberian shelf (57.6%; 737 thousand sq km), frozen ground completely degraded, which also reduced the area of possible gas hydrate existence. Frozen ground degraded most intensively on the shelf of the East Siberian Sea (76.9%; 665 thousand sq km). The results were obtained based on seismic records of refracted waves for 176 seismic lines of JSC MAGE and JSC RosGeo with total length of more than 34 thousand km. The correctness of the results is approved by data of drilling of a number of wells, including those of PISC, NK, Rosneft. The results have great significance for the forecast of climate changes and increasing efficiency of hydrocarbon resources exploration and development.



Новая информация о субаквальной мерзлоте и газогидратах в Карском море по данным сейсморазведки методом преломленных волн



Научные исследования в Арктике

DOI: 10.25285/2225-4594-2025-4-480-494
 УДК 551.345, 553.981.3

НОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СУБАКВАЛЬНОЙ МЕРЗЛОТЕ В КАРСКОМ МОРЕ ПО ДАННЫМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ МЕТОДОМ ПРЕЛОМЛЕННЫХ ВОЛН

В. И. Богомоленский¹, А. В. Кишанков¹, А. Г. Казанин¹, С. И. Рюсов²
¹ Институт проблем нефти и газа РАН (Москва, Российская Федерация)
² АО «Арктическая геологическая экспедиция» (Мурманск, Российская Федерация)
³ АО «Арктические морские инженерно-геологические экспедиции» (Мурманск, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 20 сентября 2025 г.

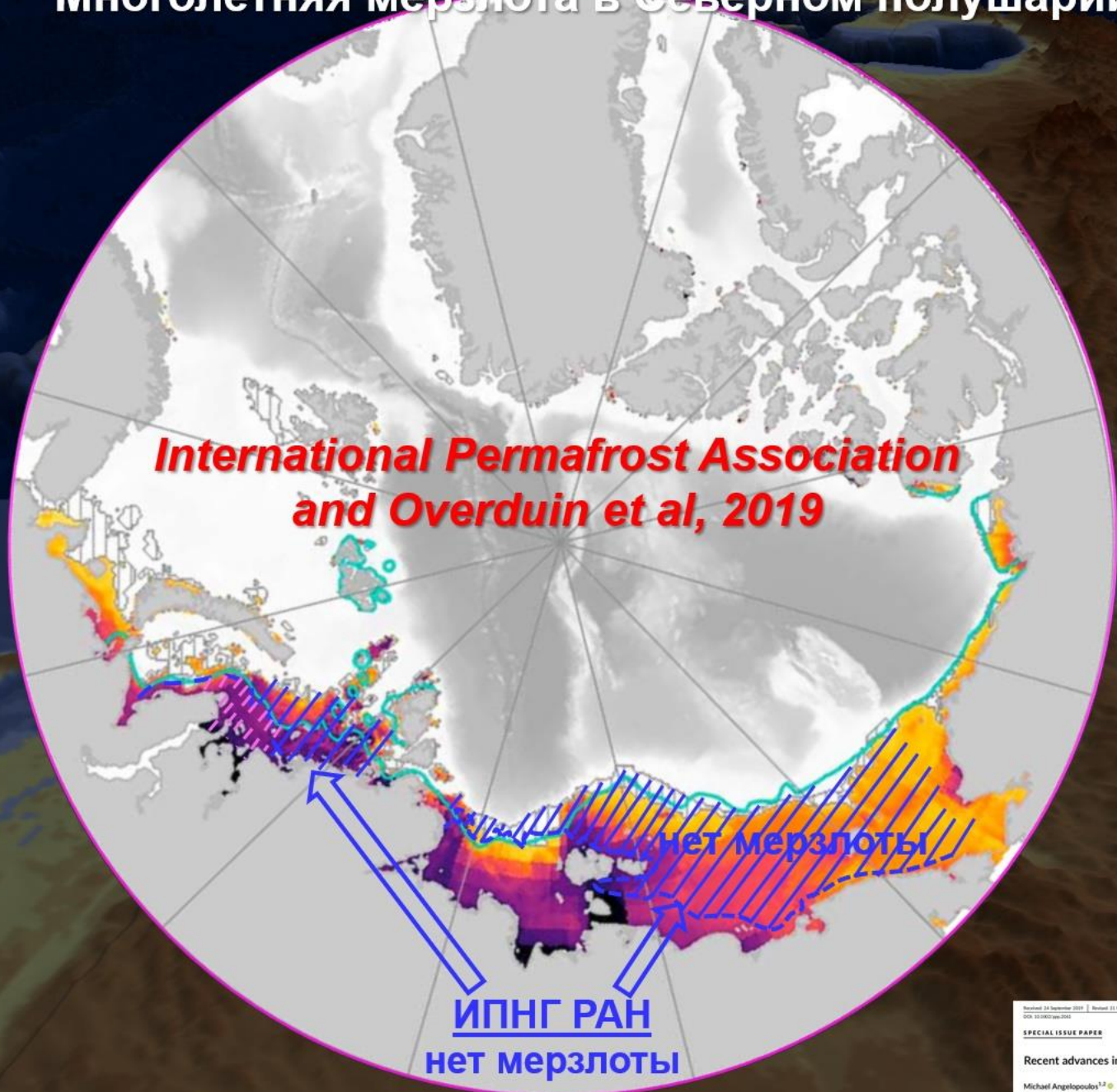
Для цитирования:
 Богомоленский В. И., Кишанков А. В., Казанин А. Г., Рюсов С. И. Новая информация о субаквальной мерзлоте в Карском море по данным сейсморазведки методом преломленных волн // Арктика: аннотации и знания. — 2025. — Т. 15, № 4. — С. 480—494. — DOI: 10.25285/2225-4594-2025-4-480-494.

Впервые для площади 620 тыс. км² Карского моря проведены обработка и комплексный анализ большого объема записей первых вступлений преломленных волн сейсморазведки общего пункта взрыва по 74 сейсморазведочным методом общей глубинной точки (МДОГТ) АО «Арктическая геологическая экспедиция» исследования общей протяженностью около 11,5 тыс. км. Обосновано, что в наиболее жаркой излученной Южно-Карском бассейне в основном процесс деградации субаквальных реликтовых микротермомерзлот (ММТ) завершился. При этом на 174 обособленных участках сохранилось островное мерзлота с разным уровнем цементации льдом. Эти данные соотносятся с ранее опубликованными статистическими АО «Арктические морские инженерно-геологические экспедиции» выводами на основе буровой инженерно-геологических скважин. Для недостаточно изученного Северо-Карского бассейна получены принципиально новая информация о наличии отсутствия реликтовых ММТ, что кардинально отличается от всех других результатов исследований, и в основном базировались на данных микротермометрического мониторинга. Выявлены участки с возмужавшими порочными сокращения островной мерзлоты в Южно-Карском бассейне.



Permafrost in the Northern Hemisphere

Многолетняя мерзлота в Северном полушарии

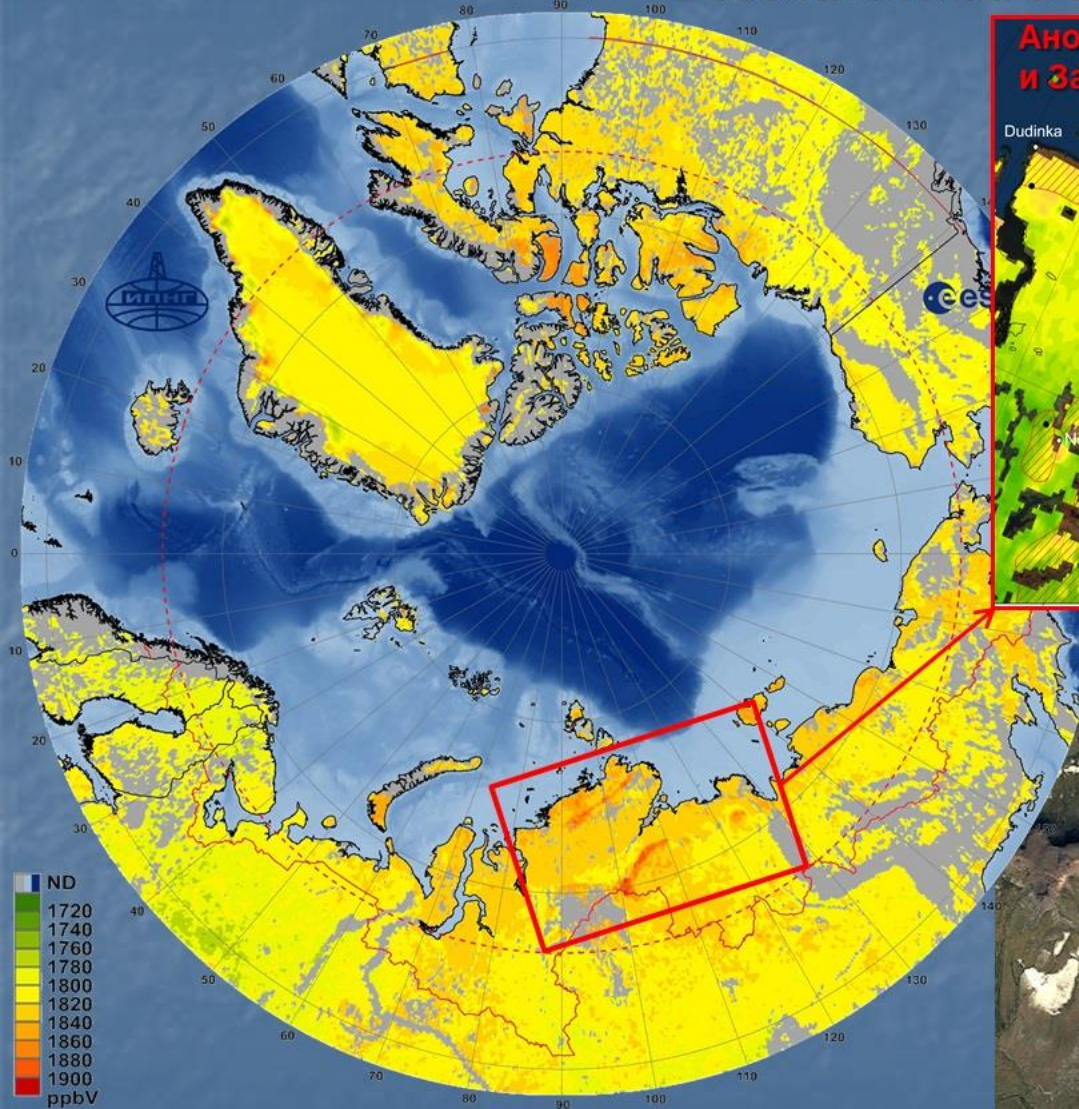




Концентрация метана в атмосфере Арктики. ДЗЗ - спектрометр TROPOMI Sentinel-5P



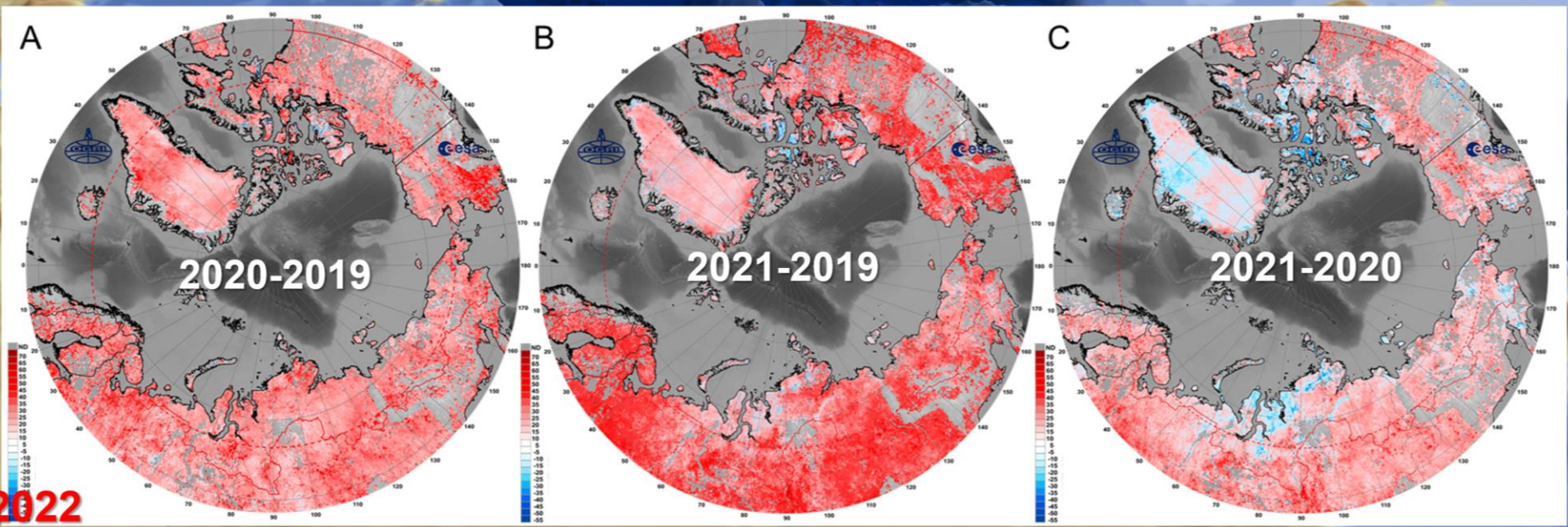
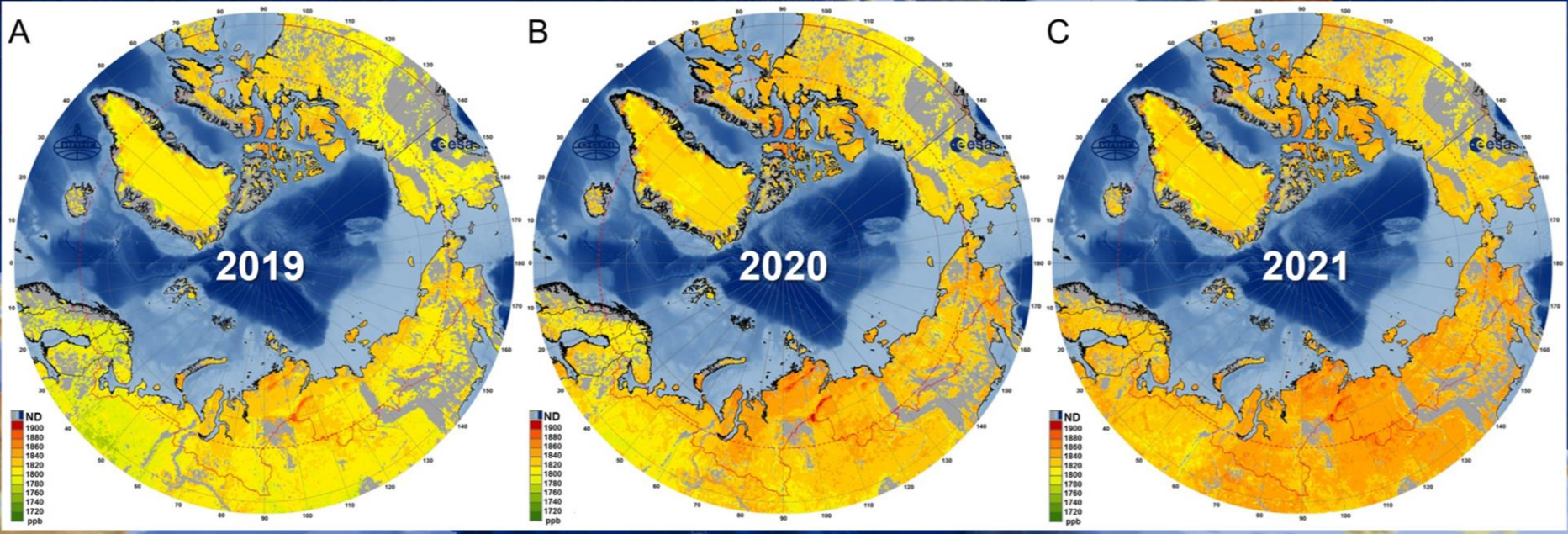
Богоявленский и др., 2020



2020

Угольные бассейны: Тунгусский - TUB, Ленский - LEB и Таймырский - TAB

Мониторинг изменений концентрации метана в атмосфере Арктики в 2019-2021 годах по данным спектрометра TROPOMI



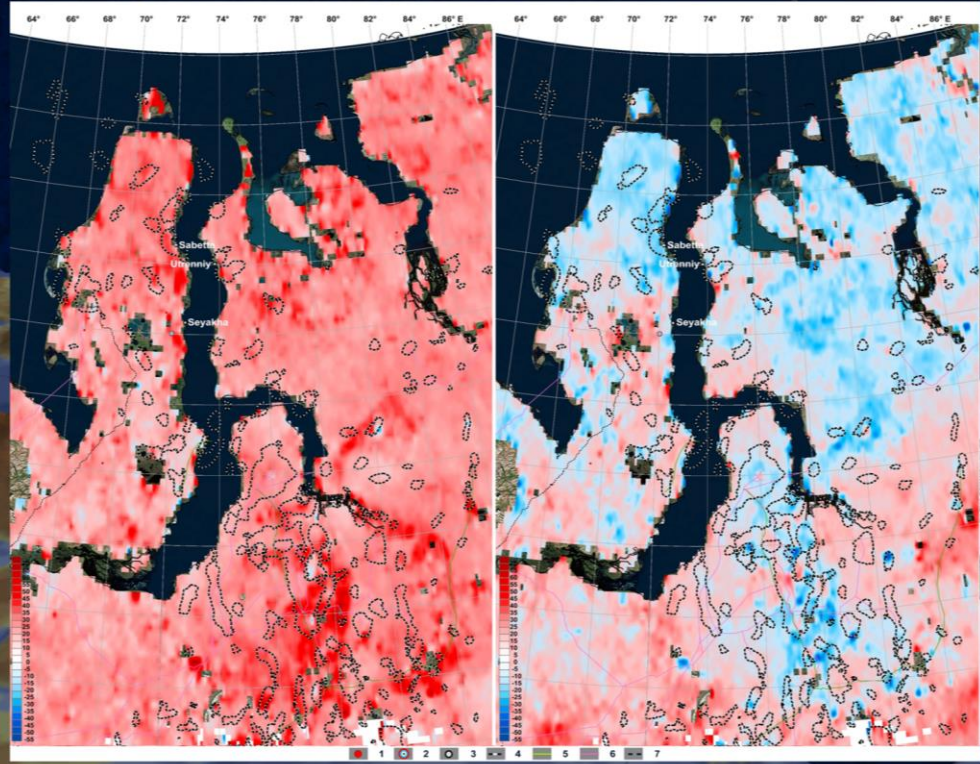


Мониторинг изменений концентрации метана в атмосфере Ямала в 2019-2021 годах по данным спектрометра TROPOMI

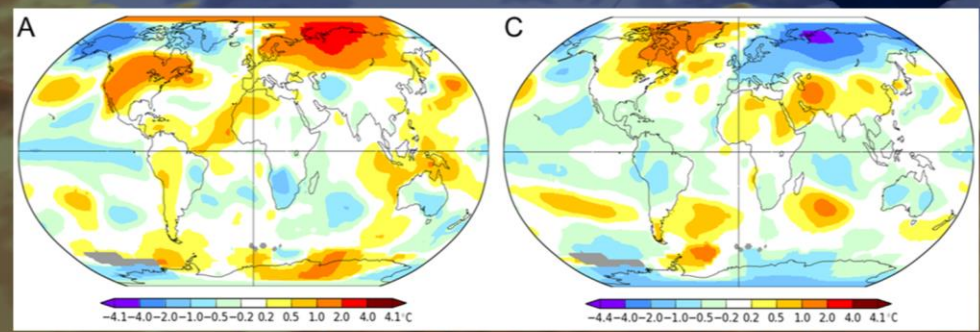


2020-2019

2021-2020

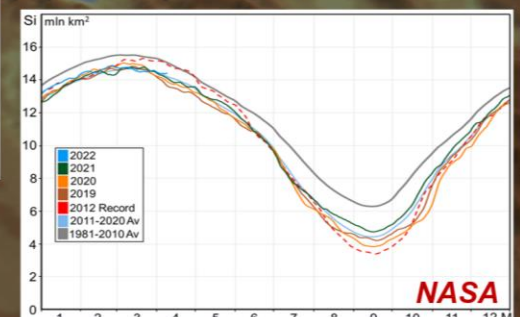


Впервые по данным спектрометра TROPOMI выполнен комплексный анализ концентраций метана в атмосфере (КМА) над сушей Циркумарктического мегарегиона за период 2019-2021 гг. Установлено, что, несмотря на аномально высокие темпы роста средних температур воздуха в Арктике, средняя КМА в мегарегионе все три года была ниже глобальной на 2-2,5%. Для севера Западной Сибири выявлены особенности региональных изменений КМА и показана их связь с колебаниями температуры воздуха вблизи поверхности земли, при этом в 2021г. установлено снижение средних значений КМА, связанное с региональным похолоданием. На фоне регионального снижения КМА зафиксировано её локальное повышение в центральной части полуострова Ямал, которое может быть связано миграцией глубинного газа по разломам, в том числе в районе Нейтинского месторождения. Показано, что, несмотря на активное освоение месторождений углеводородов на Ямале, доля техногенного вклада в изменения КМА пренебрежимо мала.



2020-2019 2021-2020
Изменения аномалий годовых температур в приземном воздушном слое

Годовые изменения площади льда (Si) в Северном Ледовитом океане



Научные исследования в Арктике

№№ 14-01-2020-0004-000-0-00-014
УДК 550.7.01.004.7

МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНА В АТМОСФЕРЕ АРКТИКИ В 2019—2021 гг. ПО ДАННЫМ СПЕКТРОМЕТРА TROPOMI

В. И. Боголюбовский, О. С. Сазов, Р. А. Мачопа, И. В. Боголюбовский
ФГБН ИГиГ Институт проблем нефти и газа РАН (Москва, Российская Федерация)

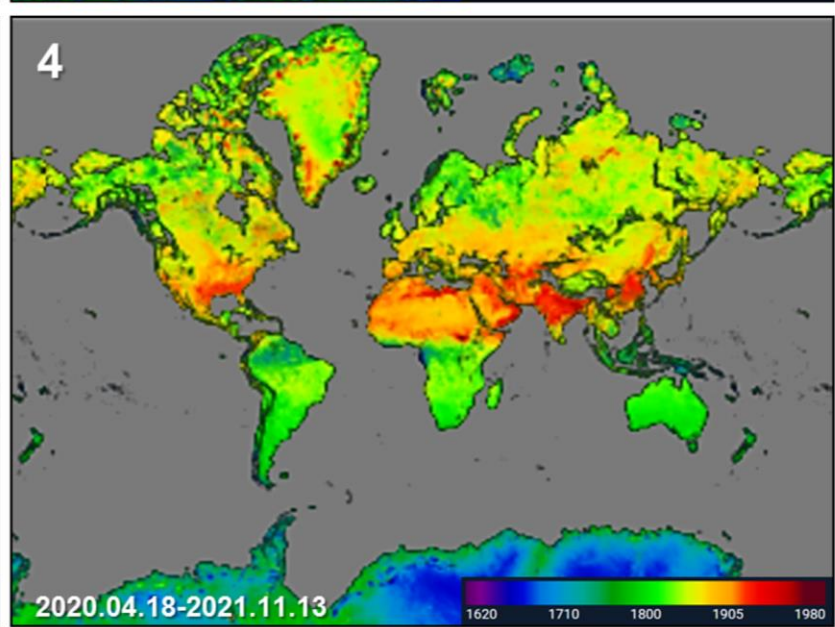
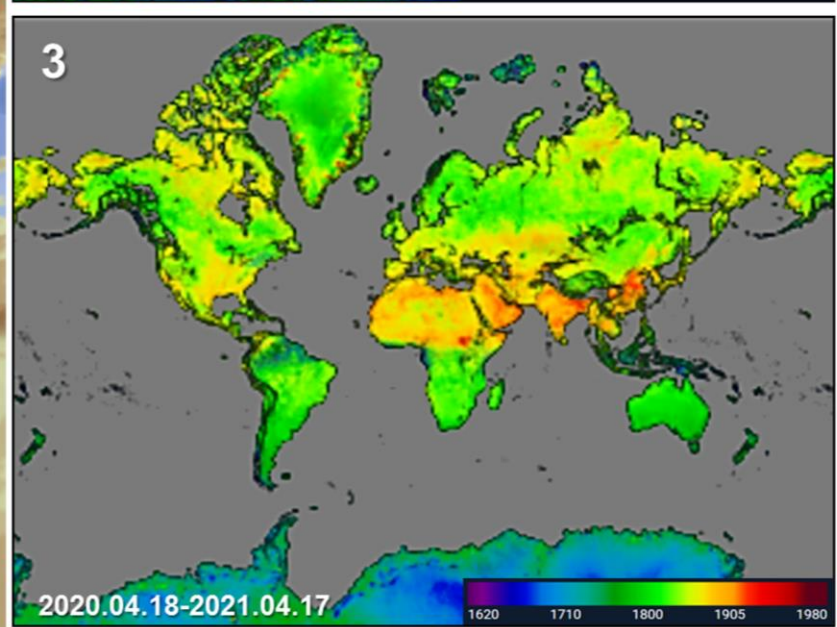
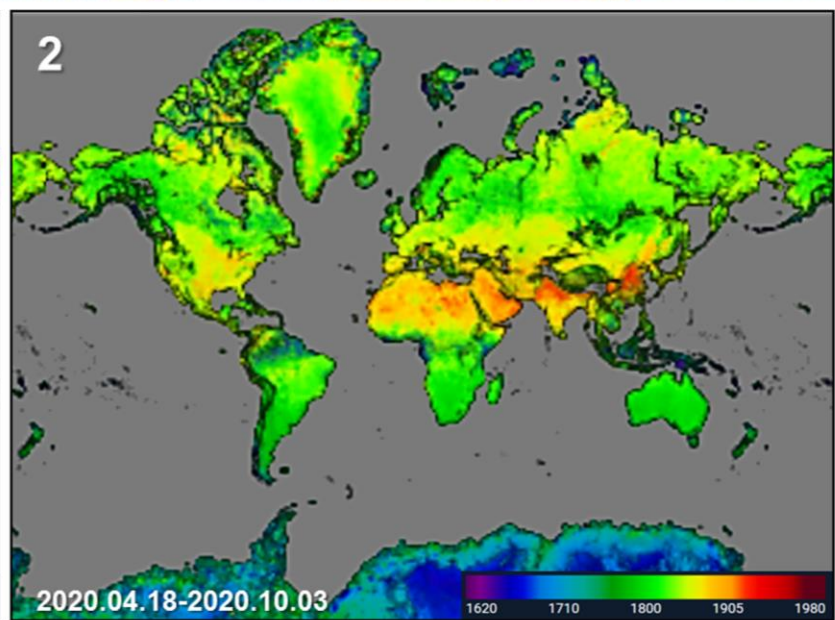
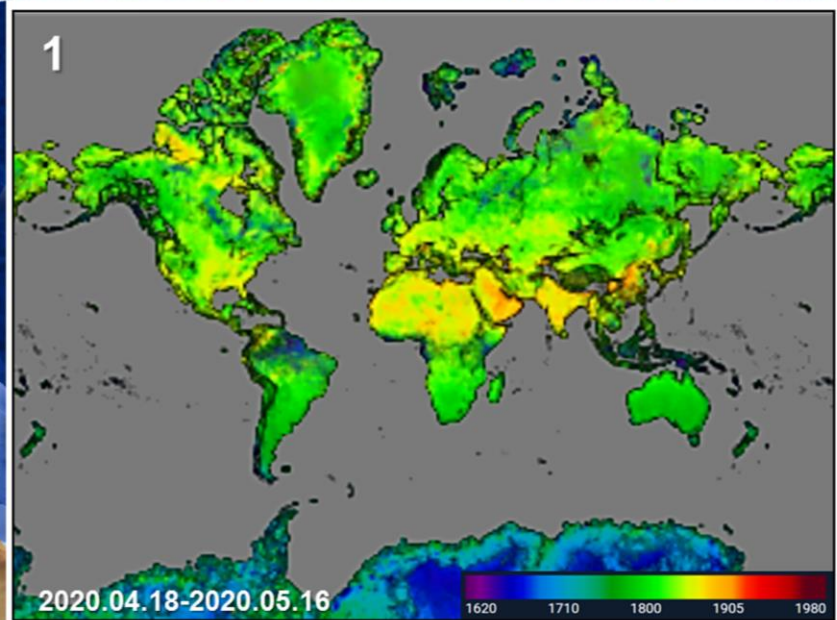
Статья поступила в редакцию 10 июня 2022 г.

Впервые выполнен комплексный анализ изменений концентрации метана в атмосфере (КМА) над сушей Циркумарктического мегарегиона и полуострова Ямал по данным спектрометра TROPOMI за 2019–2021 гг. Установлено, что средняя КМА в мегарегионе все три года была примерно на 40–50 ppm ниже глобальной и ниже средней для полуострова Ямал на 2–12 ppm. Выявлены региональные особенности изменений КМА, в основном связанные с колебаниями температуры воздуха вблизи земной поверхности, влияющей на процессы эмиссии метана. Несмотря на снижение КМА на большей части Ямала в атмосферном слое в 2021 г., в его центральной части обнаружено локальное повышение КМА, связанное с миграцией глубинного газа по разломам, в том числе в районе Нейтинского месторождения. Несмотря на активное освоение месторождений углеводородов на Ямале, доля техногенного вклада в изменения КМА пренебрежимо мала.

Ключевые слова: Ямал, приземный слой, метан, эмиссия газа, температура метана в атмосфере (КМА), сезонный выбор газа, перенос метана, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), спектрометр TROPOMI.



Концентрация метана в атмосфере Земли. ДЗЗ - спектрометр TROPOMI Sentinel-5P 2020-2021





Основные выводы и результаты работ ИПНГ РАН в 2014-2026 гг. в Арктике



1. В 2014-2026 гг. ИПНГ РАН проводится мониторинг развития потенциальных объектов взрывной дегазации Земли на полуострове Ямал. На основе фотограмметрической обработки аэрофотоснимков с БПЛА создаются цифровые двойники объектов взрывной дегазации, в том числе в виртуальной реальности, управляемой искусственным интеллектом.
2. На полуострове Ямал на основе мониторинговых исследований 2011–2025 гг. впервые установлена закономерность аномально высокой средней скорости роста бугров газодинамического пучения (свыше 40 см/год) за три-четыре года до их катастрофических взрывов. Эта закономерность может служить основным критерием выявления газозрывоопасных термокарстовых полостей и прогнозирования их грядущего взрыва с образованием гигантских кратеров.
3. В северной части Западной Сибири по данным ДЗЗ сверхвысокого разрешения обнаружены 7783 зоны взрывной дегазации, в том числе 6300 на дне 4736 термокарстовых озер, 139 на дне 29 рек и 1344 на мелководных участках Карского моря. Построена картографическая схема риска взрывной дегазации, на которой выявлены наиболее опасные Нейтинско-Сеяхинский и Сабеттинский районы.
4. Установлена однозначная региональная связь выявленных зон дегазации с районами повышенной концентрации метана в атмосфере, зафиксированными спектрометром TROPOMI.
5. В результате анализа концентрации метана в Арктике по данным спектрометра TROPOMI (Sentinel-5P) выявлены сильные природные аномалии в АЗРФ и сформулированы вероятные причины их образования.
6. Для севера Сибирской платформы обоснованы модели аномально повышенной эмиссии метана в атмосферу за счет субвертикальной миграции из кембрийских отложений и/или субгоризонтальной миграции газа из регионально угленосных отложений Тунгусского, Ленского и Таймырского бассейнов.
7. Обоснован потенциально антропогенный генезис ряда локальных аномалий концентрации метана в атмосфере над полуостровом Ямал в зонах активной нефтегазодобычи и транспортировки газа.
8. Впервые для мелководной (до 120 м) площади шельфа Арктики 2,2 млн. км² проведены обработка и комплексный анализ данных сейсморазведки МОГТ. Обосновано, что для большей части акватории процесс деградация реликтовых многолетнемерзлых пород (ММП), сцементированных льдом, завершилась, при этом произошла и диссоциация сопутствующих криогенных газогидратов. Это снижает угрозы «метановой катастрофы» за счет процессов дегазации Земли в Арктике.
9. Результаты исследований позволяют снизить угрозы возникновения аварийных и катастрофических ситуаций на объектах НГК в Арктике, что способствует повышению эффективности и экологической безопасности освоения ресурсов нефти и газа в Арктике.



Российская академия наук
Институт проблем нефти и газа РАН



Российская Академия Наук



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
АТЛАС
АРКТИКИ



Признательны за поддержку и сотрудничество:

РАН и Минобрнауки, РФФИ, Правительство ЯНАО, ПАО «Газпром»,
ПАО «НОВАТЭК», ООО «Ямал СПГ», ГК «Роскосмос», НП «РЦОА»,
АО «МАГЭ», ГЕОХИ РАН, ГК «ГЕОТЕХ», ОАО «Южморгеология»,
ЦКБ МТ «Рубин», ООО «СИ Технолоджи», АО «Газпром ВНИИГаз»,
АО «АКИН», МФТИ, БФУ им. И.Канта, РГУНГ им. И.М.Губкина

Москва, МЭФ - 2026