

В
Н
И
И
О

кеангеология

Современные методы и технологии
геологического изучения
Арктического шельфа

Шумский Б.В.
b.shumskiy@vniio.ru

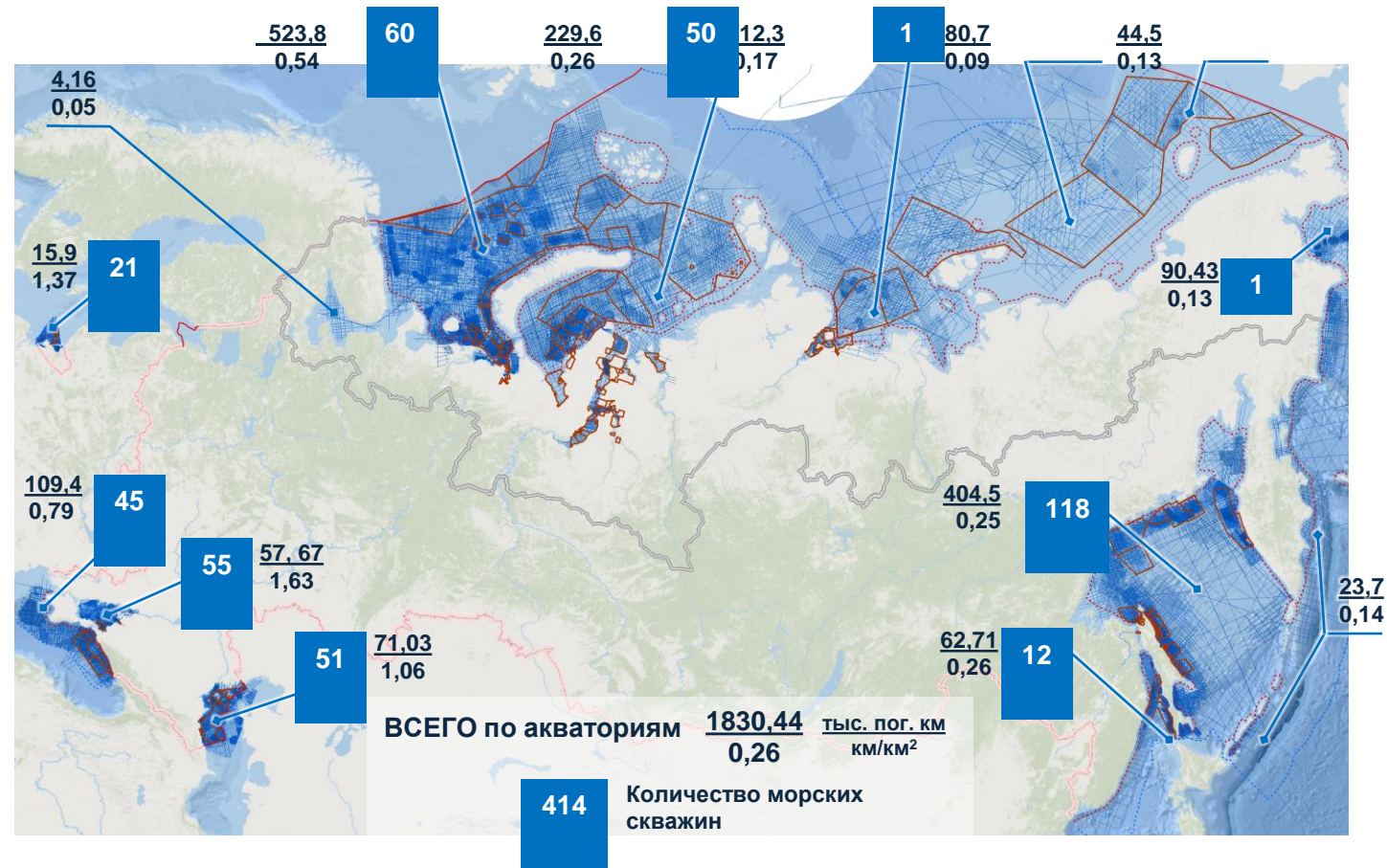


vniio.ru

НАУЧНО-ДЕЛОВАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ POLAR 2026 20 мая 2026г. Санкт-Петербург

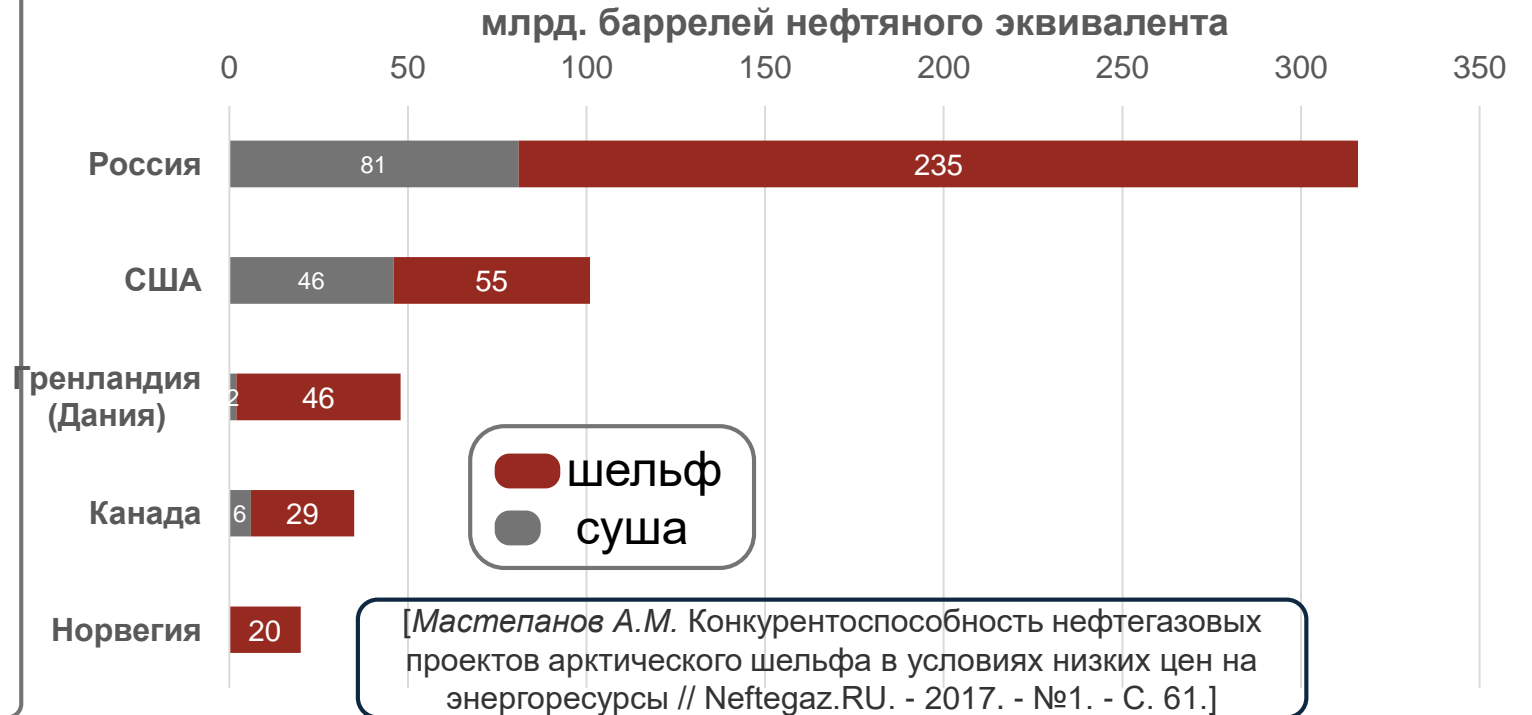


Есть ли потребность в изучения Арктического шельфа?



Неразведанные потенциальные ресурсы УВ Арктики

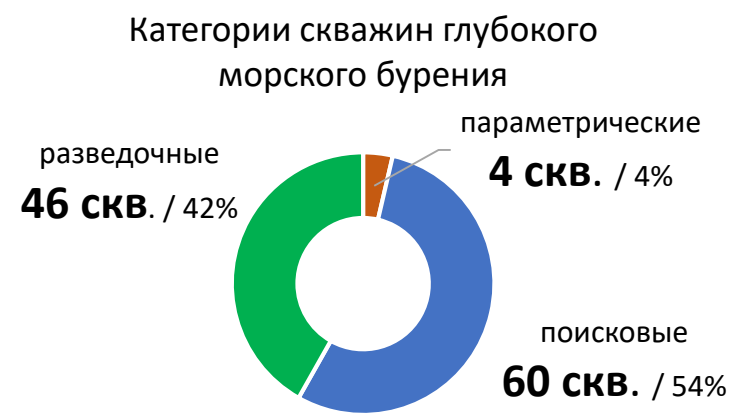
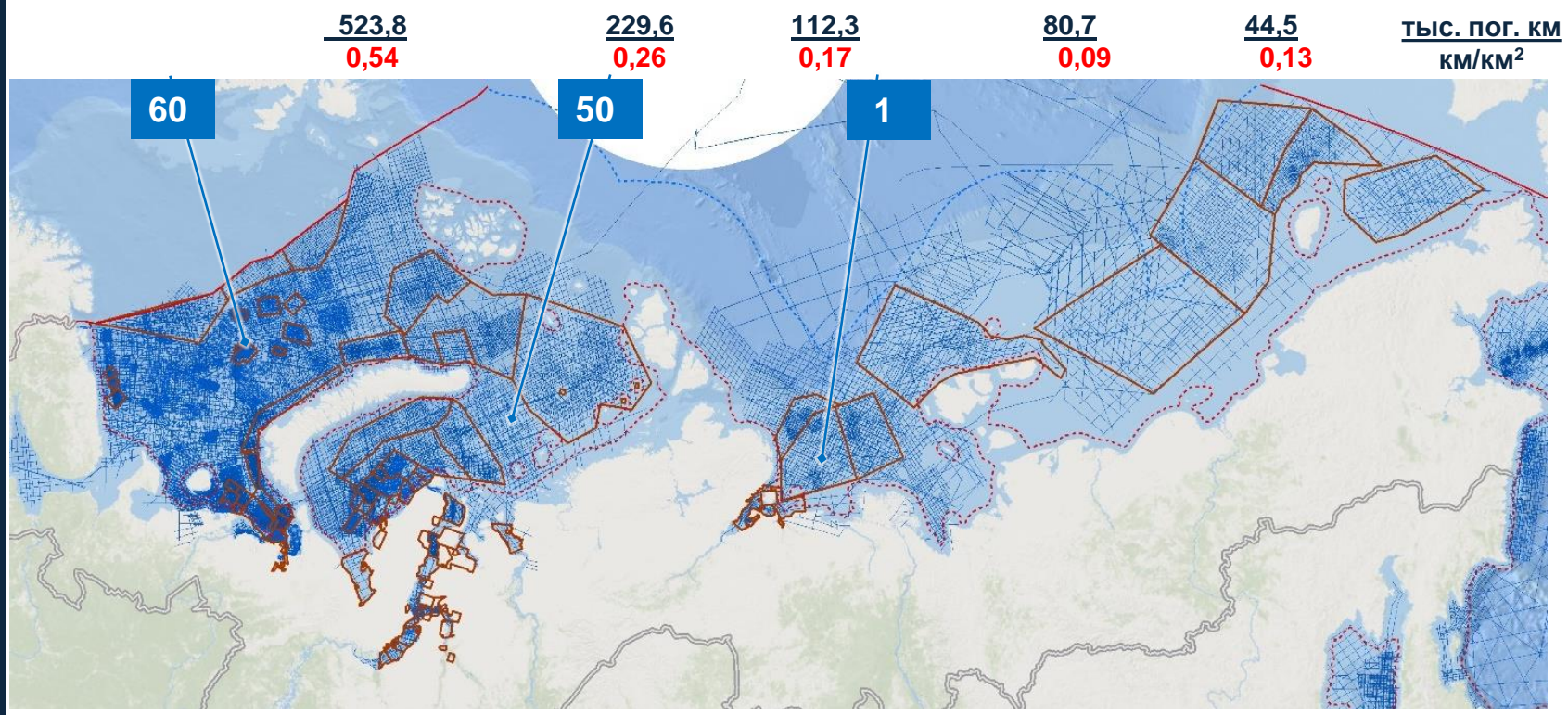
- Основная часть УВ ресурсов РФ находится **на шельфе Арктики**.
- Арктический шельф – стратегический ресурс РФ с оценочной стоимостью запасов **20 трлн. \$**.
- **85%** общих ресурсов нефти и газа приходится на **Арктические моря**, 12% – на дальневосточные моря, остальные – на внутренние моря (Каспийское, Черное, Азовское и Балтийское)



В будущем существует потребность проведении большого объема морских сейсморазведочных работ в Арктике 3D/4D, а также 2D работ в зонах со сложной ледовой обстановкой в том числе и для решения задач ВГКШ.

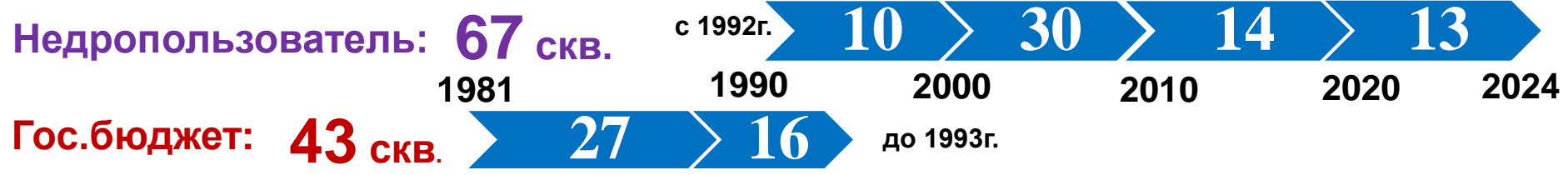


Геофизическая и буровая изученность Арктического шельфа (по состоянию на 01.01.2025)



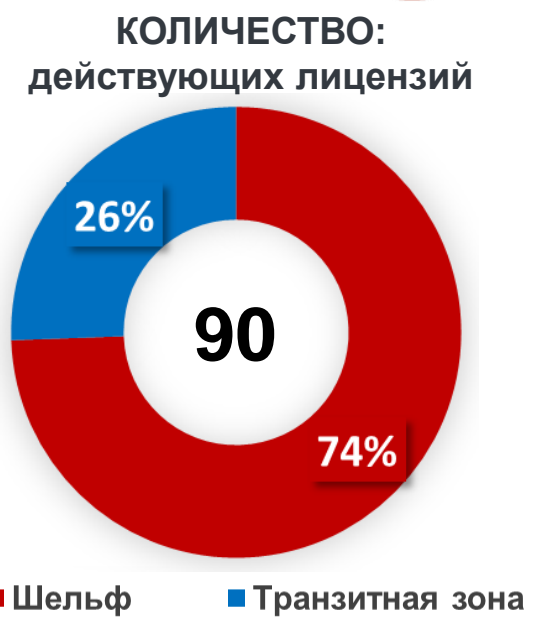
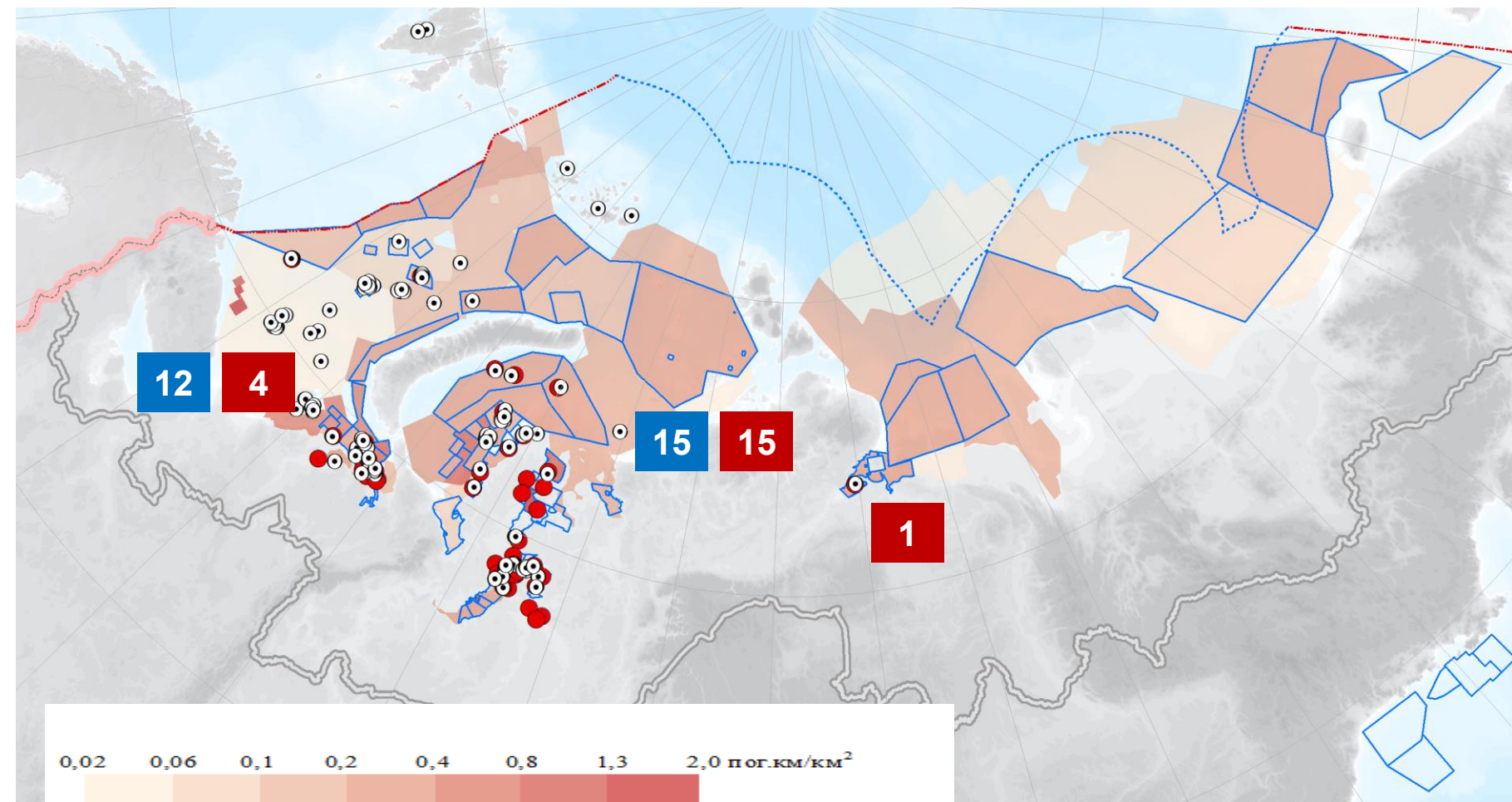
111

морских скважин



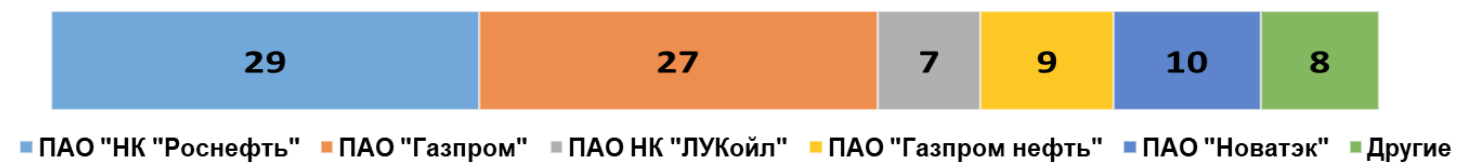


Лицензионное состояние Арктического шельфа



Шкала плотности изученности сейсморазведочными работами МОВ ОГТ 2D, выполненными современными техническими средствами и методами

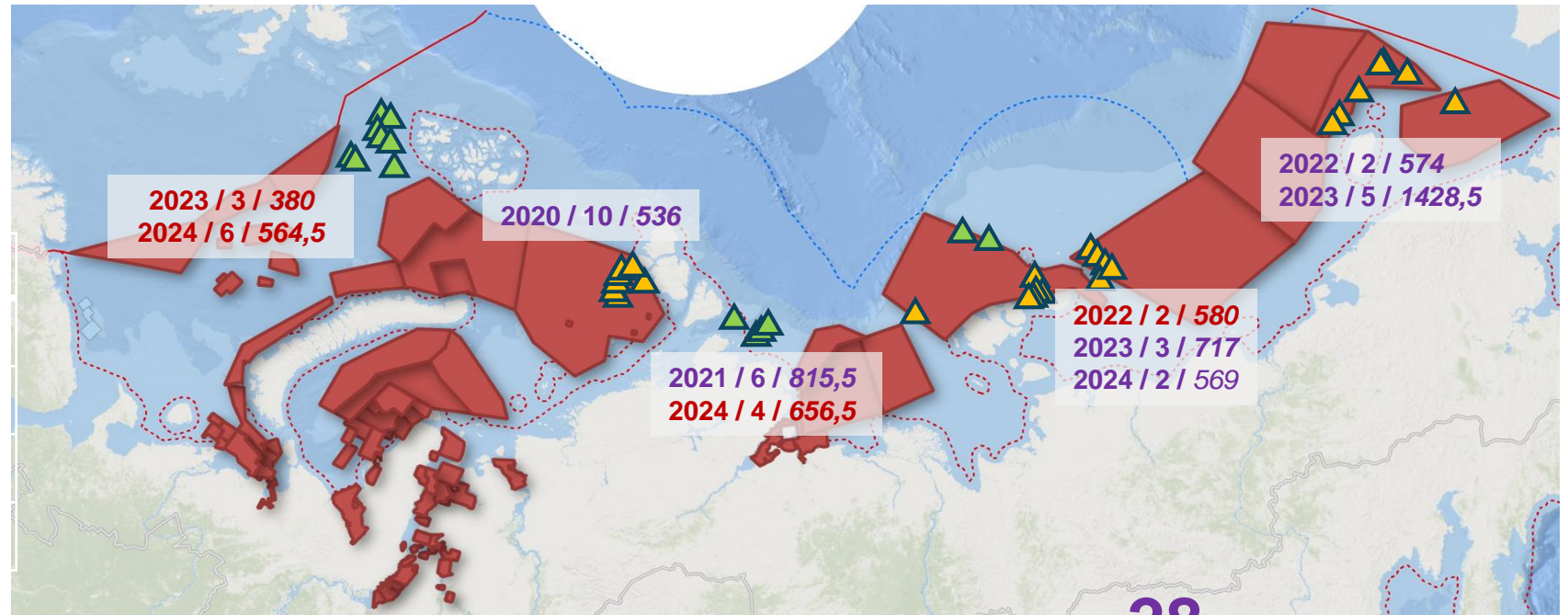
Распределение лицензий по ВИНК



43 скважины

объемы стратиграфического бурения по морям за 2020-2024 гг. (проходка по грунту, пог. м):

Баренцево –	944,5
Карское –	536
Лаптевых –	1472
Восточно-Сибирское –	1866
Чукотское –	2003,5



Недропользователь:



Государственный бюджет:



28 скважин

Общей проходкой по грунту - 4640 м
Отобрано керна - 2273,9 м



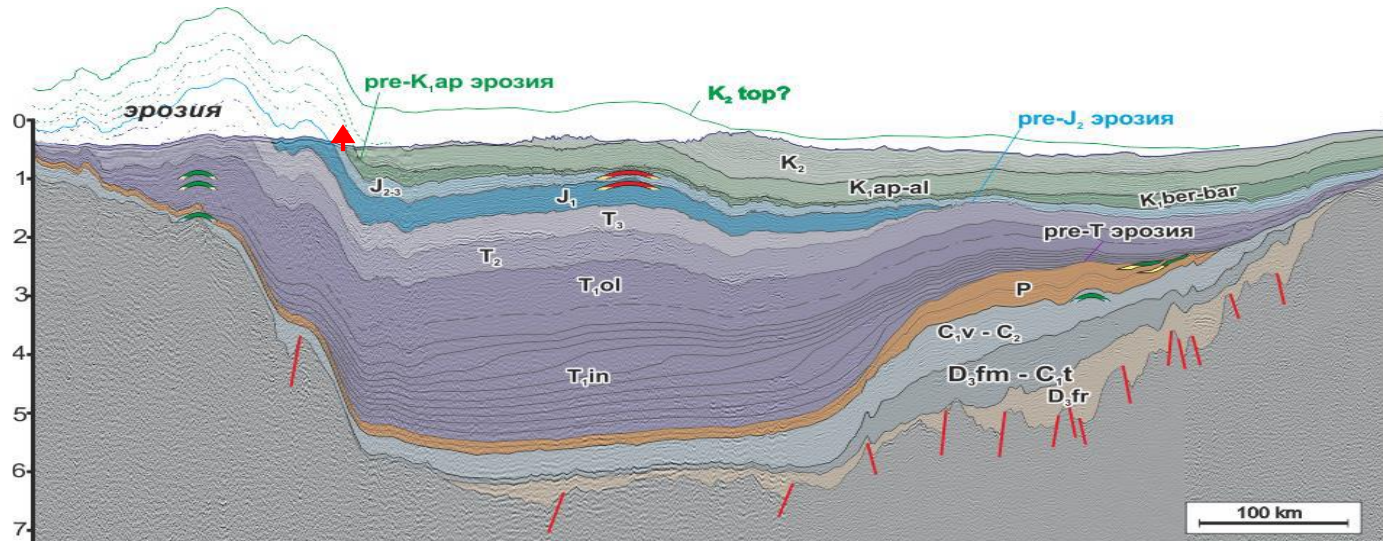
15 скважин

Общей проходкой по грунту - 2181 м
Отобрано керна - 1062,1 м

Малоглубинное стратиграфическое бурение

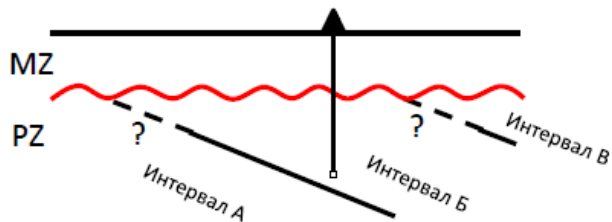
современные технологии

Цель: Устранение существующих критических неопределенностей в геологических моделях осадочного чехла в неразбуренных областях шельфа



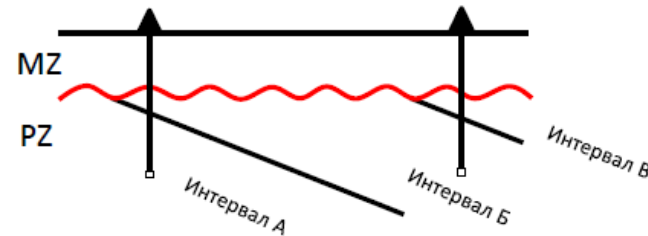
«Одна скважина – один интервал»

При неопределённости положения горизонтов на ССВР точка скважины выбирается в середине интервала



«Одна скважина – несколько интервалов»

Вскрытие двух и более интервалов возможно при уверенной корреляции горизонтов на ССВР



Год постройки
1986
Модернизация
2018
Ледовый класс РМРС
Аrc4
Система удержания в тонне
DP2
4 якоря Delta
Flipper
Вместимость до
60 человек
Автономность
50 суток



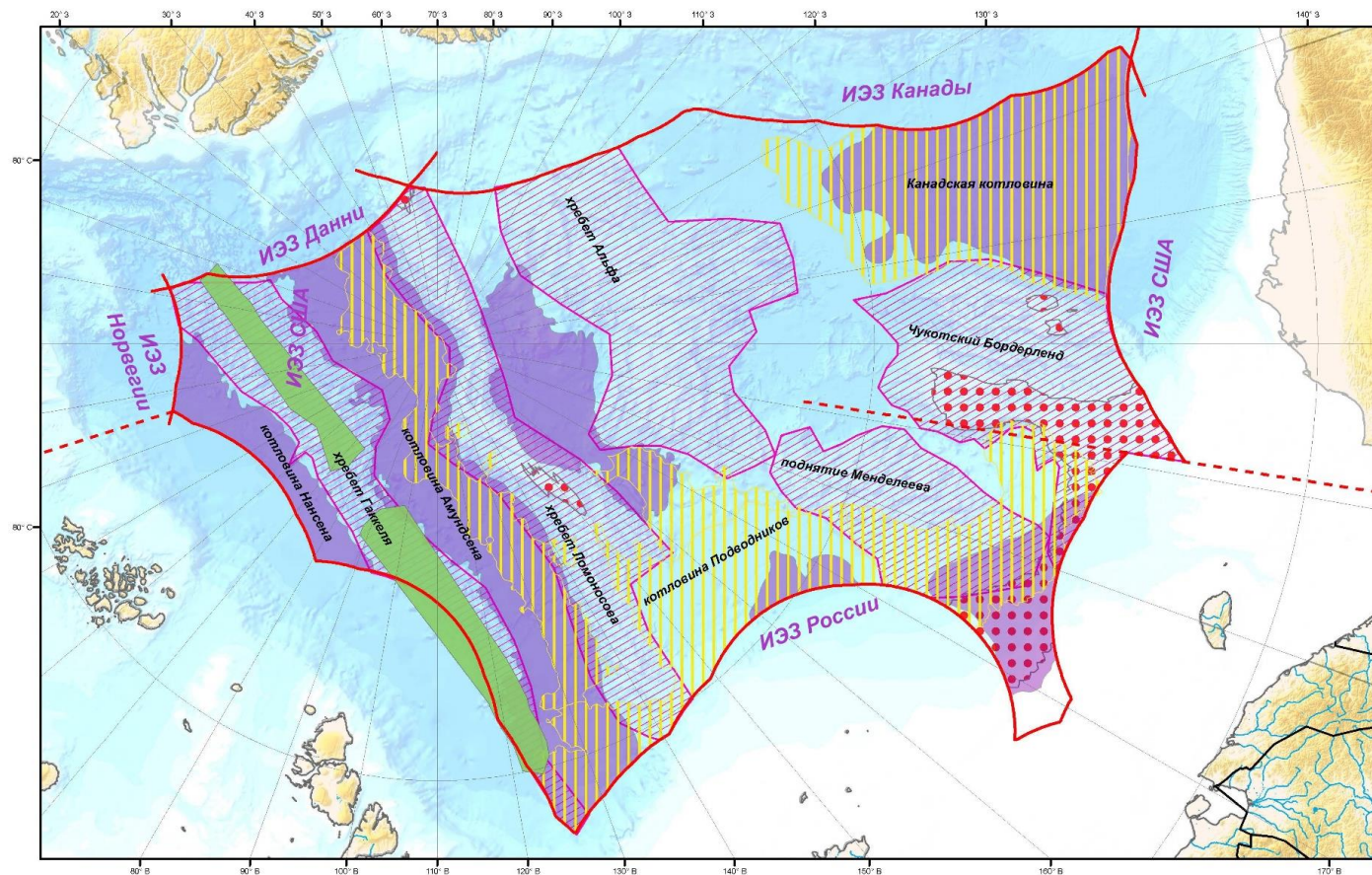
Бурение при глубине моря до
1500 м
Глубина бурения до
500 м
Комплексы вертикальных
перемещений до
7 м
Работа при скорости ветра до
25 м/с
Длина СРТ установка с усилителем
до
200 м
Способная работать при глубине
моря до
1200 м

Российский опыт малоглубинного стратиграфического бурения

- 2020-2024 г. - ПАО «НК «Роснефть», на лицензионных участках в Карском, Восточно-Сибирском и Чукотском морях
- 2022 г. – ФГБУ «Институт Карпинского», скважина DL-1 на западном склоне поднятия Де Лонга
- 2023-2025 г. – **ФГБУ «ВНИИОкеангеология»**, 9 скважин, Центрально-Баренцевская ПНГО, региональная ступень Франц-Виктории
- 2024 г. - ФГБУ «ВНИИОкеангеология», скважина SSD-V-2, Таймыро-Североземельская складчатая зона

* все буровые работы производились АО «АМИГЭ», холдинг «Росгеология»

Экономическая оценка освоения прогнозных ресурсов Северного Ледовитого океана за пределами 200-мильных зон



Прирост добавленной стоимости от освоения всего объема ресурсов в СЛО более **40 трлн. руб.** (1/5 ВВП)

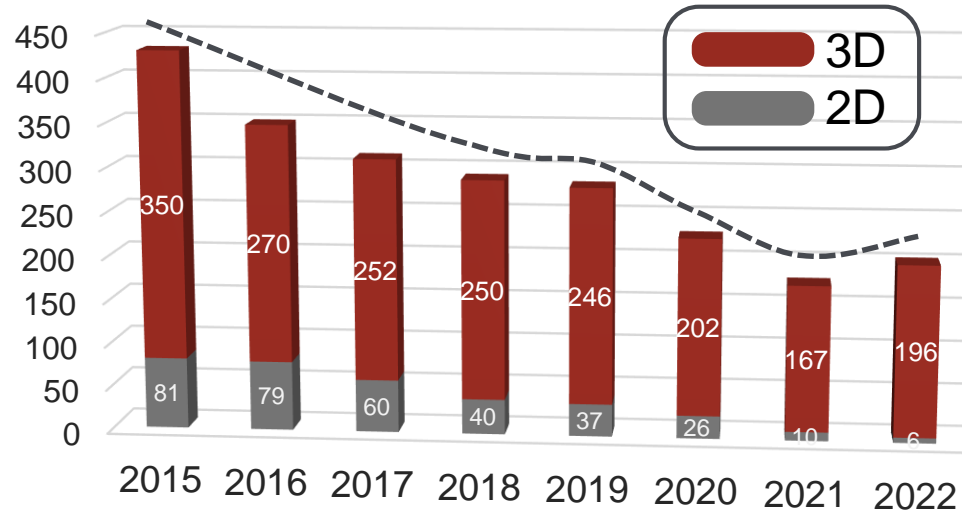
Освоение шельфа Арктики :

- ✓ Развитие портовой и береговой инфраструктуры
- ✓ Расширение перевозок по СМП
- ✓ Развитие флота
- ✓ Создание добычных и перерабатывающих производств
- ✓ Рабочие места, занятость населения
- ✓ Развитие АЗРФ

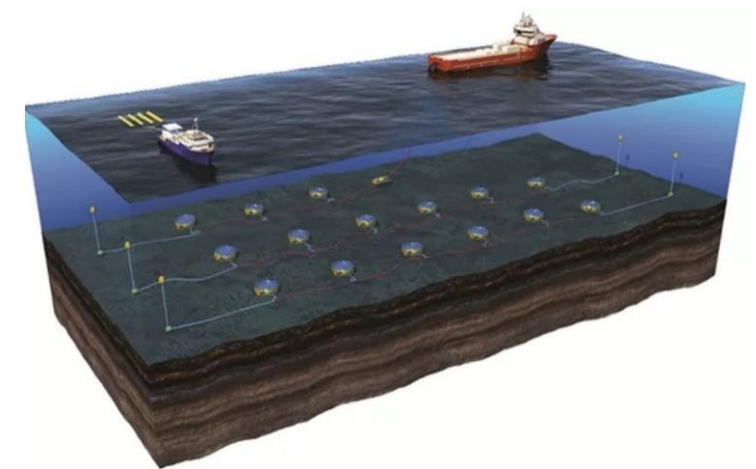
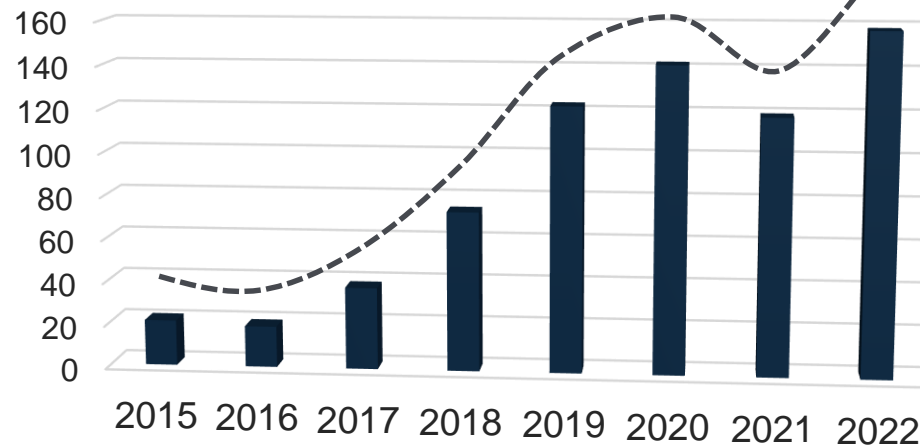
Буксируемое оборудование

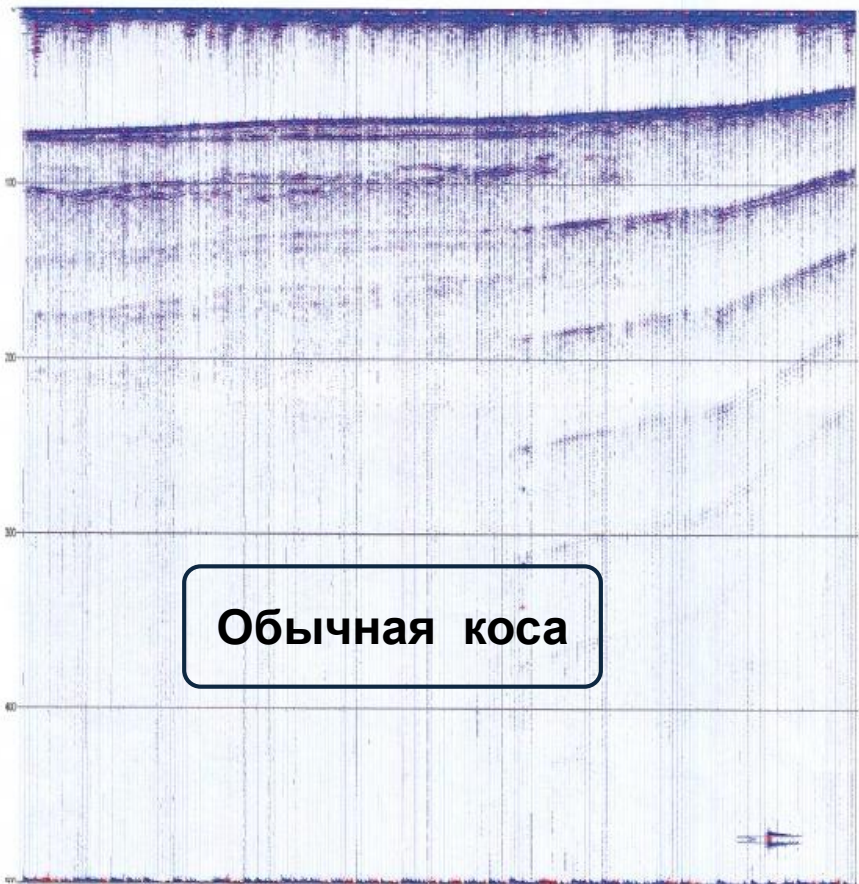
паритет $\frac{60}{40}$

Донные станции



[Seisintel, Rystad energy]





Разрез участка акватории Кольского залива, полученный с помощью косы UHRS GeoSense (Голландия)



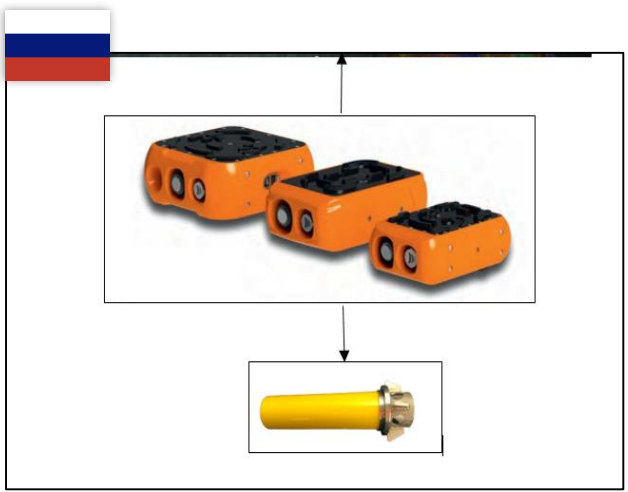
Разрез участка акватории Кольского залива, полученный с помощью макета буксируемой волоконно-оптической косы

ИТМО

Превосходящие ВОЗМОЖНОСТИ:

1. **Высокая плотность и качество измерений.**
2. **Устойчивость к внешним воздействиям.**
3. **Снижение помех до минимальных значений.**
4. **Экономическая эффективность.**
5. **Гибкость применения при использовании АНПА.**

Компактный тип АДСС



Синхронизация АДСС

Инструментальный метод

Программный метод

«Атомные» часы *Shearwater* и др.

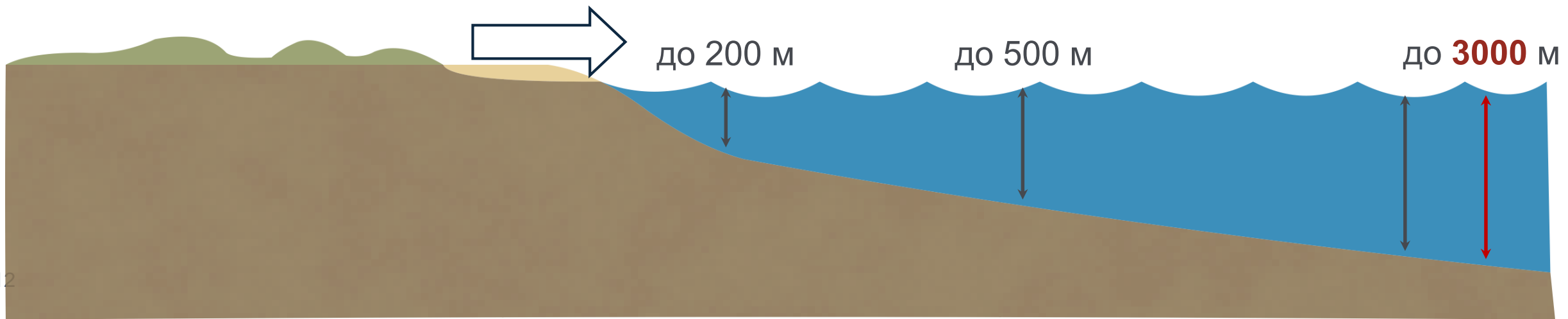
Кварцевые часы с модулем коррекции

Кварцевые часы с программной коррекцией *Seisnode*

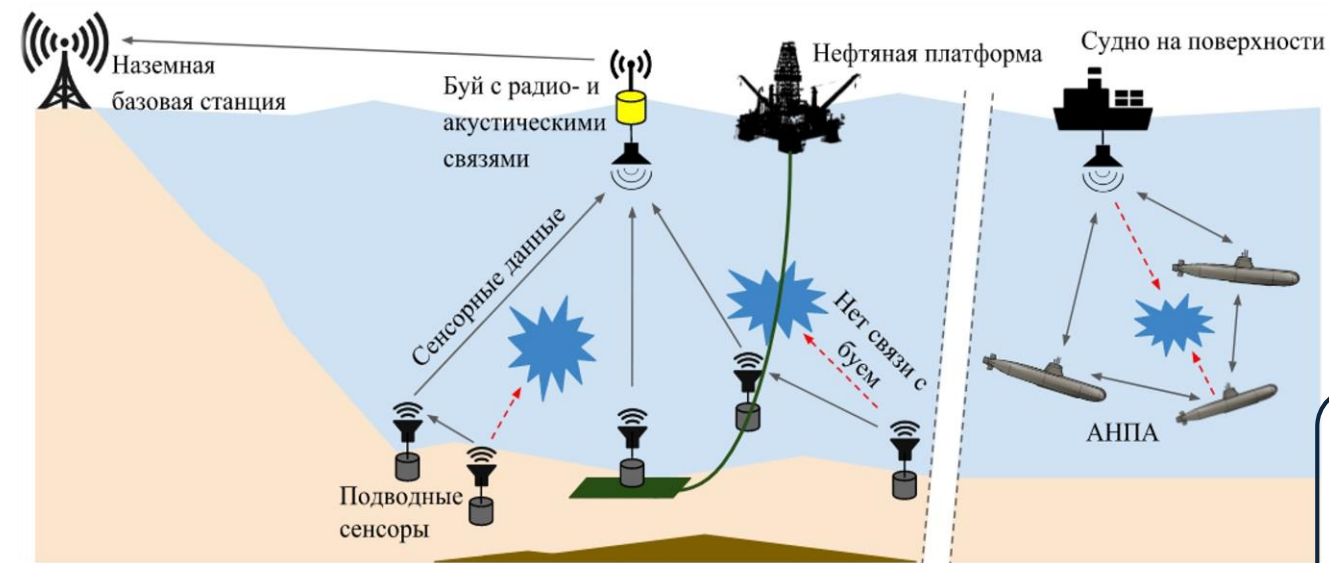


Дорого

Дёшево



Синхронизация по акустическому каналу



[Kebkal, K.G., Mashoshin, A.I. & Morozs, N.V. Solutions for Underwater Communication and Positioning Network Development. Gyroscopy Navig. 10, 161–179 (2019). РАН]

Синхронизация АДСС по акустике

Регистратор



Акустический модем

S2C



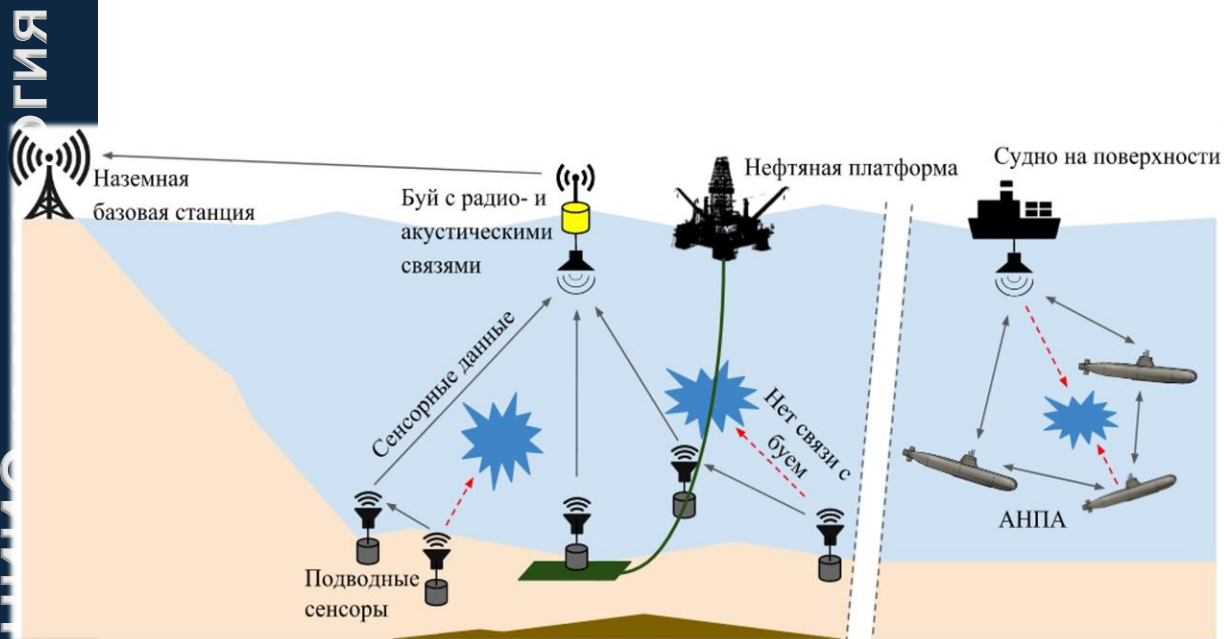
[www.evologics.com]

Превосходящие возможности аналогов:

1. Синхронизация системы с точностью GPS.
2. Позиционирование АДСС при разворачивании.
3. Дистанционное управление работой АДСС – «сон» – «запись» – всплытие и др.
4. Передача данных по самотестированию системы регистрации, QC, RMS шума.
5. Низкая стоимость и «неограниченная автономность»
6. Возможность создания Цифровой Подводной Сети и использование РОЙ АНПА в ней для расстановки и перемещения.

Предложение по разработке современных АДСС в России

Инструментальный метод синхронизации



[Kebkal, K.G., Mashoshin, A.I. & Morozs, N.V. Solutions for Underwater Communication and Positioning Network Development. Gyroscopy Navig. 10, 161–179 (2019). РАН]

Модель решения

Регистратор



Акустический модем

S2C



+

[www.evologics.com]

Превосходящие возможности аналогов:

1. Синхронизация системы с точностью GPS.
2. Позиционирование АДСС при развертывании.
3. Дистанционное управление работой АДСС – «сон» – «запись» – всплытие и др.
4. Передача данных по самотестированию системы регистрации, QC, RMS шума.
5. Низкая стоимость и «неограниченная автономность»
6. Возможность создания Цифровой Подводной Сети и использование РОЙ АНПА в ней для расстановки и перемещения.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ (19) **RU** (11) **2 825 070⁽¹³⁾ C2**

(51) МПК
G01V 1/16 (2006.01)
G01V 1/38 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(52) СПК
G01V 1/16 (2024.01); G01V 1/38S2 (2024.01); G01V 2210/427 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023135906, 28.12.2023 (72) Автор(ы):
Станюков Александр Леонид Альгирдович (RU)

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 28.12.2023 (73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга" (ФГБУ "ВНИИОкеангеология") (RU)

Дата регистрации: 19.08.2024 (56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Степанов И.А., Алешкин М.В., Шушаков И.А., Лавцев В.В., Арлашкин А.М., Базилевич С.О., Казанев Г.А., Станюков А.Л. А. "Особенности контроля качества сейсморазведки с использованием донных станций при работе 3D-4С"; Материалы международной геолого-геофизической конференции и выставки GeoEurasia 2020 (GEOEurasia 2020) - Современные технологии (см. прел.)

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 28.12.2023

(43) Дата публикации заявки: 05.04.2024 Бюл. № 10

(45) Опубликовано: 19.08.2024 Бюл. № 23

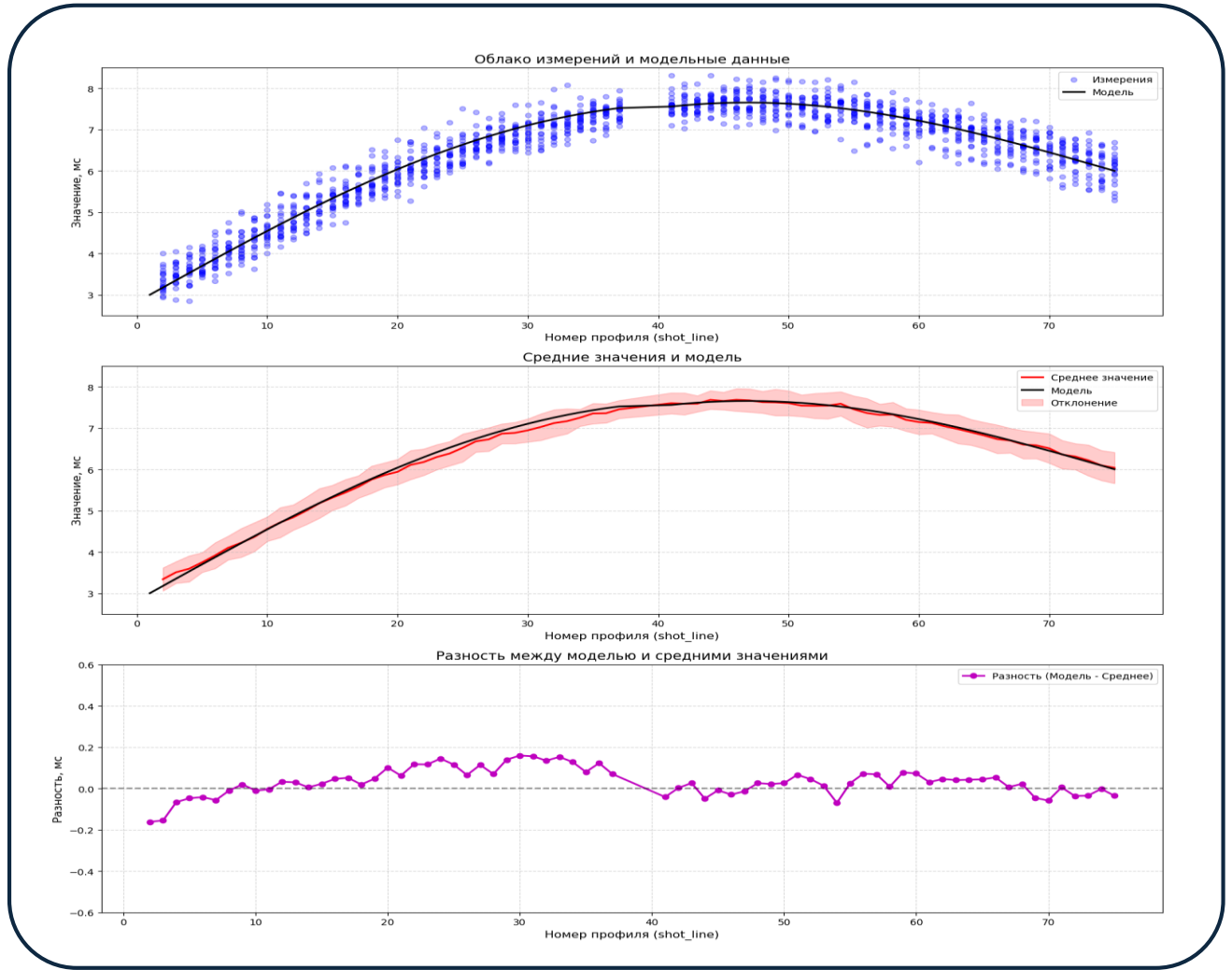
Адрес для переписки:
190121, Санкт-Петербург, Английский пр., 1,
ФГБУ "ВНИИОкеангеология", Глинянская
Надежда Викторовна

RU 2 825 070 C 2

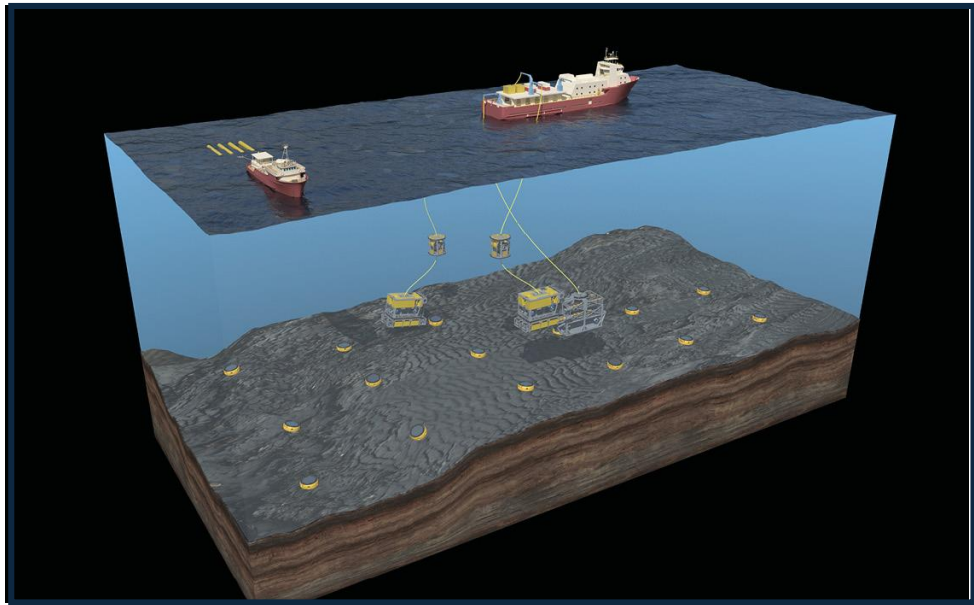
(54) Способ обеспечения синхронизации сейсмических данных по времени и коррекции местоположения автономной донной станции при проведении морской сейсморазведки в модификации MOB-OFT 3D-4С, 4D-4С

(57) Формула изобретения
Способ формирования сети автономных донных станций при проведении морской сейсморазведки в модификации MOB-OFT 3D-4С или MOB-OFT 4D-4С, включающий развертывание автономных донных сейсмических станций на дне, причем часть автономных донных сейсмических станций в общей схеме расстановки сети выступает в качестве опорных станций и образует опорную сеть, а остальные станции образуют рядовую сеть, при этом опорную сеть образуют одноканальные автономные донные сейсмические станции с каналом регистрации - гидрофон, которые оснащены высокоточными кварцевыми часами либо имеют цифровые акустические системы для коррекции времени, причем для всех автономных донных сейсмических станций опорной и рядовой сети перед их развертыванием производится синхронизация их внутренних часов с Всемирным координированным временем (UTC).

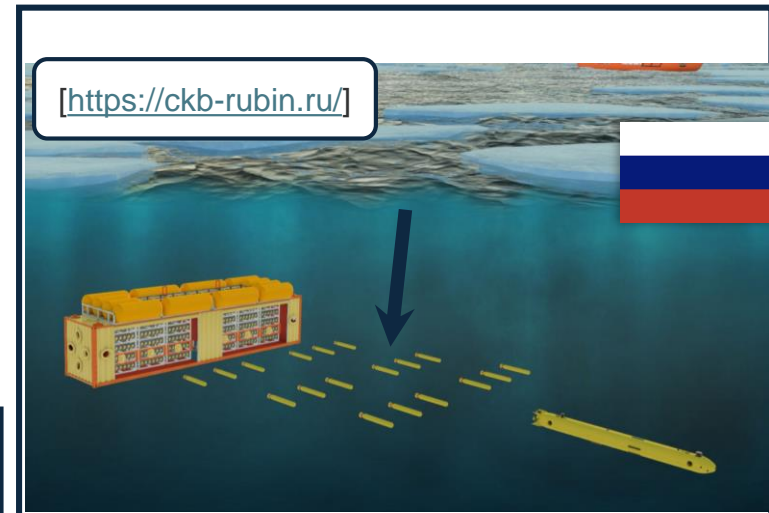
Фиг. 1



1 концепция
ROV (телеуправляемые) или **РОЙ АНПА**
для установки, перемещения и сбора
донных сейсмических станций



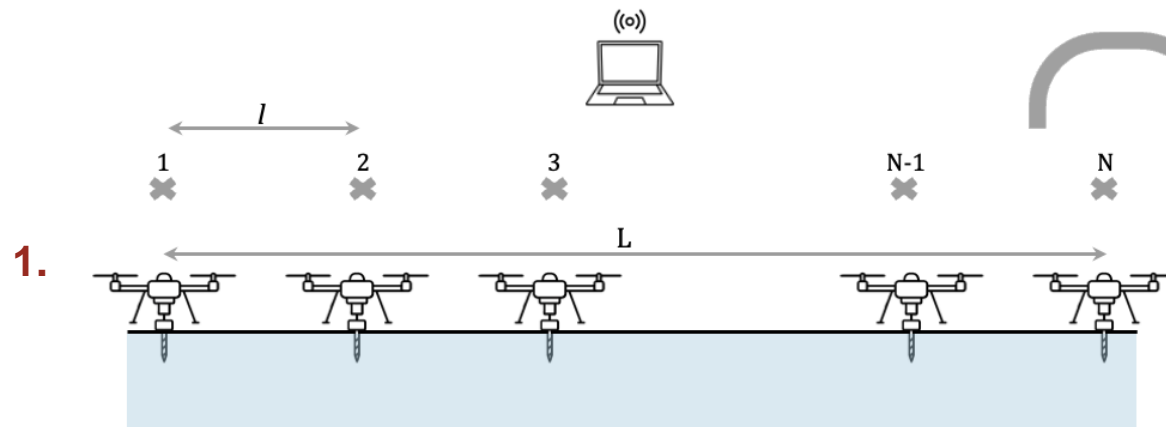
2 Концепция
АНПА с
интегрированной донной
сейсмической станцией



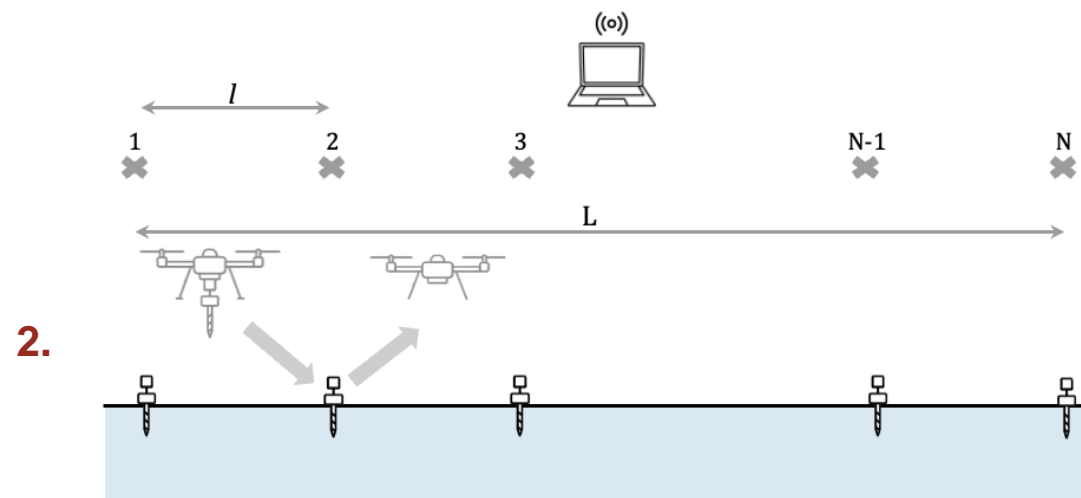
Рой БПЛА, конструктивно имеющих возможность как **интеграции в их конструкцию автономных сейсмических станций (АСС)**, так и **без интеграции АСС**

Разработка должна обеспечивать два типа миссий:

1. Тип оборудования, используемый при перестановке регистраторов вдоль линии приема. БПЛА с интегрированной АСС
2. Тип оборудования для стационарной (без перемещения) установки регистраторов. БПЛА с системой захвата для АСС



Система наблюдений 1. БПЛА с интегрированной АСС. L – длина сейсмической линии наблюдений, l – расстояние между пунктами приема



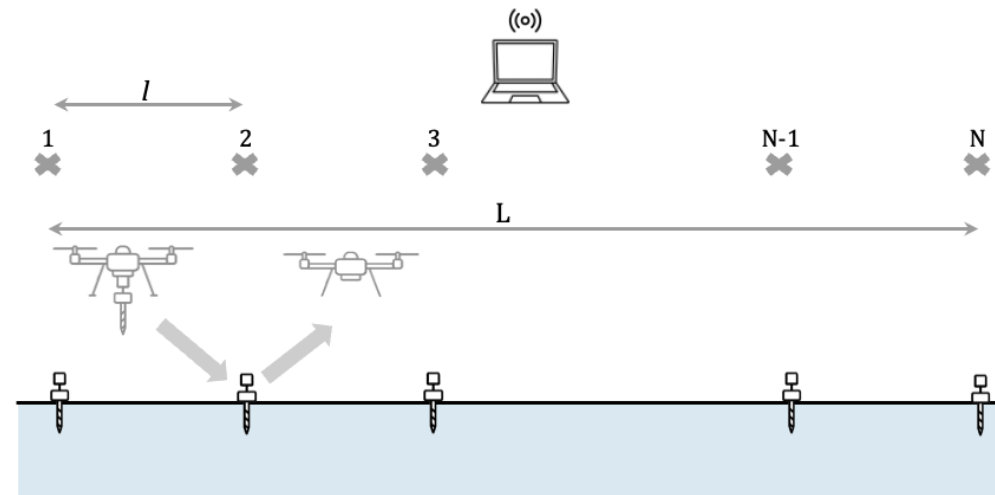
Система наблюдений 2. БПЛА с системой захвата АСС. L – длина сейсмической линии наблюдений, l – расстояние между пунктами приема

Система на базе ледовой самодвижущейся платформы (ЛСП)

Концепция: ЛСП служит автономной базой, а БПЛА автоматизирует работу с датчиками на льду

Функции БПЛА:

1. *Доставка и установка.* Точная транспортировка и размещение сейсмоприемников в заданных координатах на льду
2. *Обслуживание.* Автоматическая замена аккумуляторов, проверка связи и выгрузка данных
3. *Мониторинг.* Обеспечение непрерывного цикла работ для построения оптимальных геофизических профилей



Система наблюдений 2. БПЛА с системой захвата АСС. L – длина сейсмической линии наблюдений, l – расстояние между пунктами приема





Апробация технологических решений



✓ Предложенные технологические подходы позволяют существенно повысить экономическую эффективность морских сейсморазведочных работ при поиске и разведке УВС в АЗРФ и решении задач ВГКШ.

Возможность реализации этих решений подтверждена специалистами:

- ИТМО (Санкт-Петербург),
- АО «Латена», Институт радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем Севастопольского государственного университета,
- Морской Технический Центр (Санкт-Петербург).



Оснащение летающей лаборатории на Ан-2 и Ан-3Т комплексом нового оборудования:

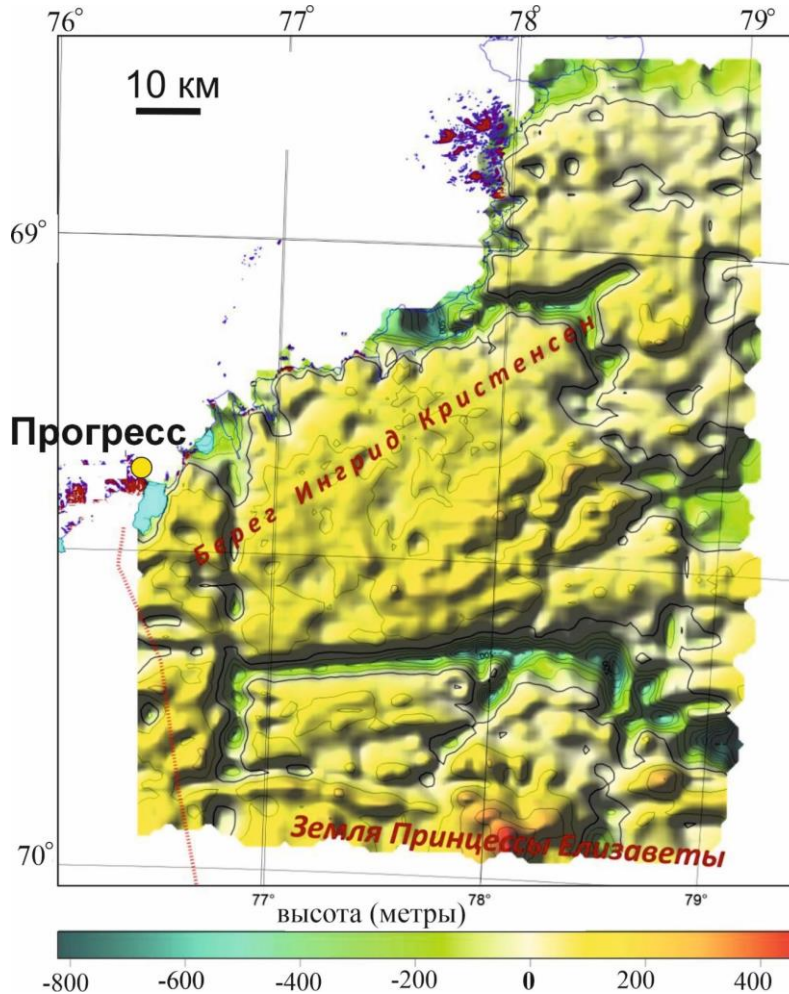
- Магнитометр МТВ-Ц (АО «Радар ММС»)
- Аэрогравиметр AGP-Grav (АО «Аэрогеофизика»)
- Радиолокатор РЛК-130М (АО «СВЧ Радиосистемы»)



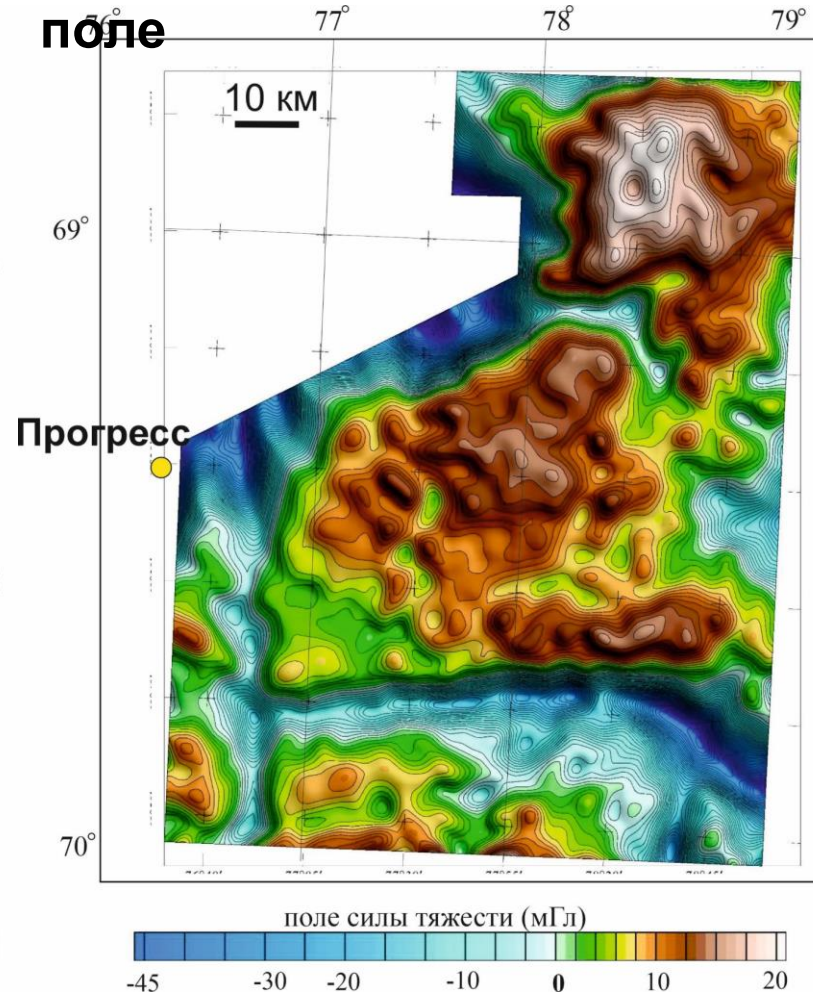
Бесплатформенный высокоточный гравиметр AGP-Grav (АО «Аэрогеофизика»)



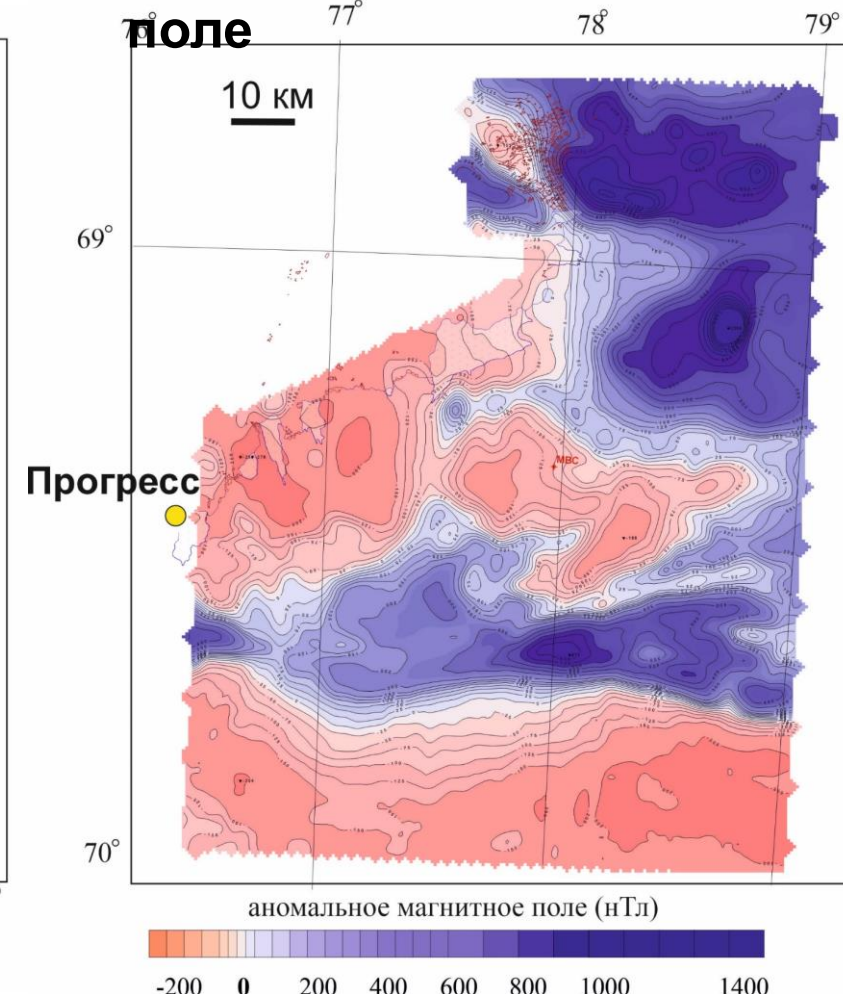
Подлёдный рельеф



Аномальное гравитационное поле



Аномальное магнитное поле





ФГБУ
«ВНИИОкеангеология»
г. Санкт-Петербург



БЛАГОДАРЮ
ЗА ВНИМАНИЕ !