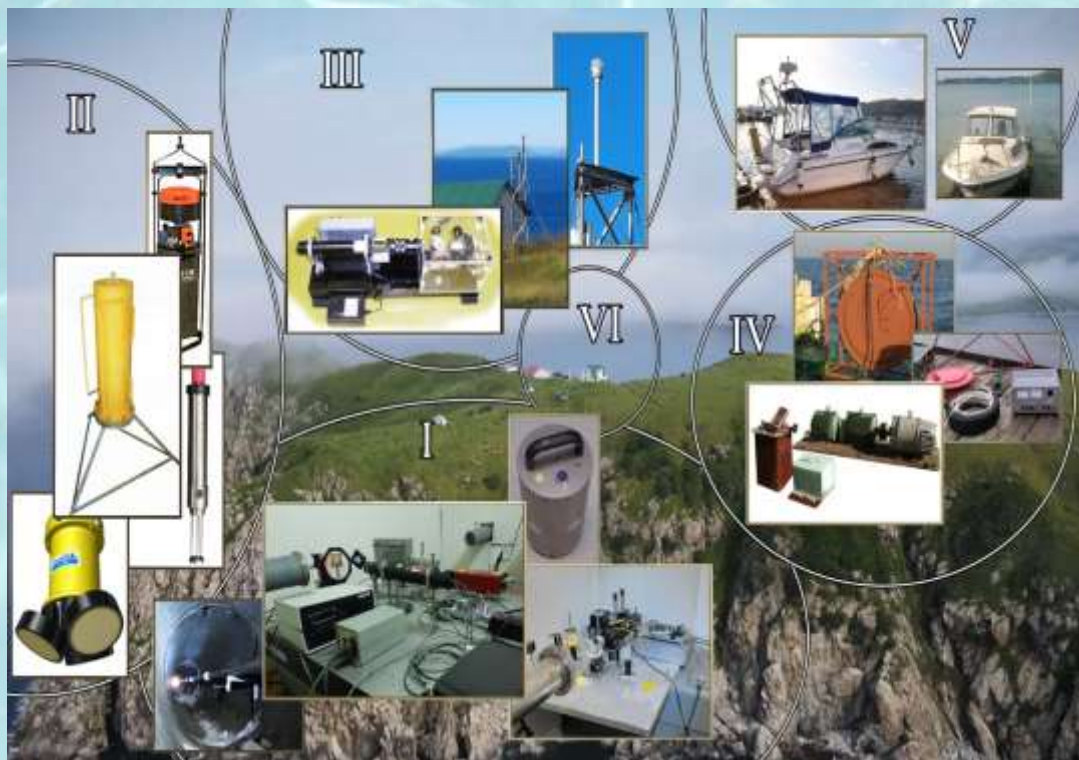


**МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
КЛИМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РОССИИ И
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО
ОКЕАНА**

Г.И. Долгих

**«Международный научно-образовательный геосферный полигон» -
уникальный стационарный комплекс для проведения междисциплинарных исследований
на морской экспериментальной станции «м. Шульца» ТОИ ДВО РАН**



Станция Eddy Covariance на основе газоанализатора CO₂/H₂O закрытого типа LI-7200RS, модель LI-7200RSF, LI-COR, модуль воздушного потока 7200-102

Лазерно-интерференционный измерительный комплекс МЭС «м. Шульца»:

комплексы регистрации сейсмических (I), гидрофизических (II) и атмосферных (III) процессов, излучатели (IV), катера (V), пост наблюдения (VI)

Мобильная измерительная система парниковых газов на базе НИС:

2022 – «Профессор Гагаринский»

2023 – «Профессор Мультановский»

Состав приборного комплекса:

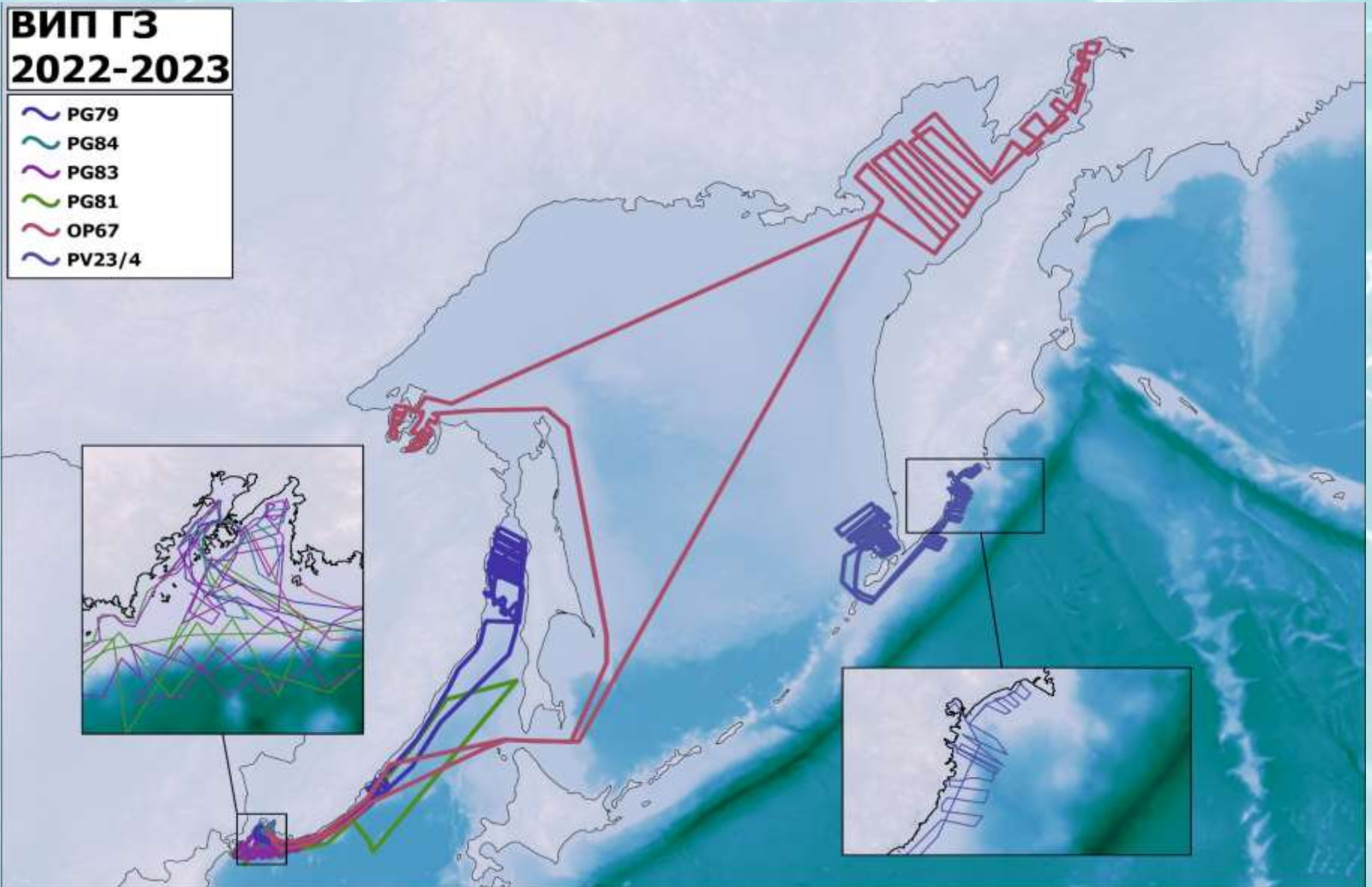
- атмосхимия;
- газогеохимия;
- метеорология;
- океанология;
- методы дискретного пробоотбора в системе дно-вода-атмосфера.



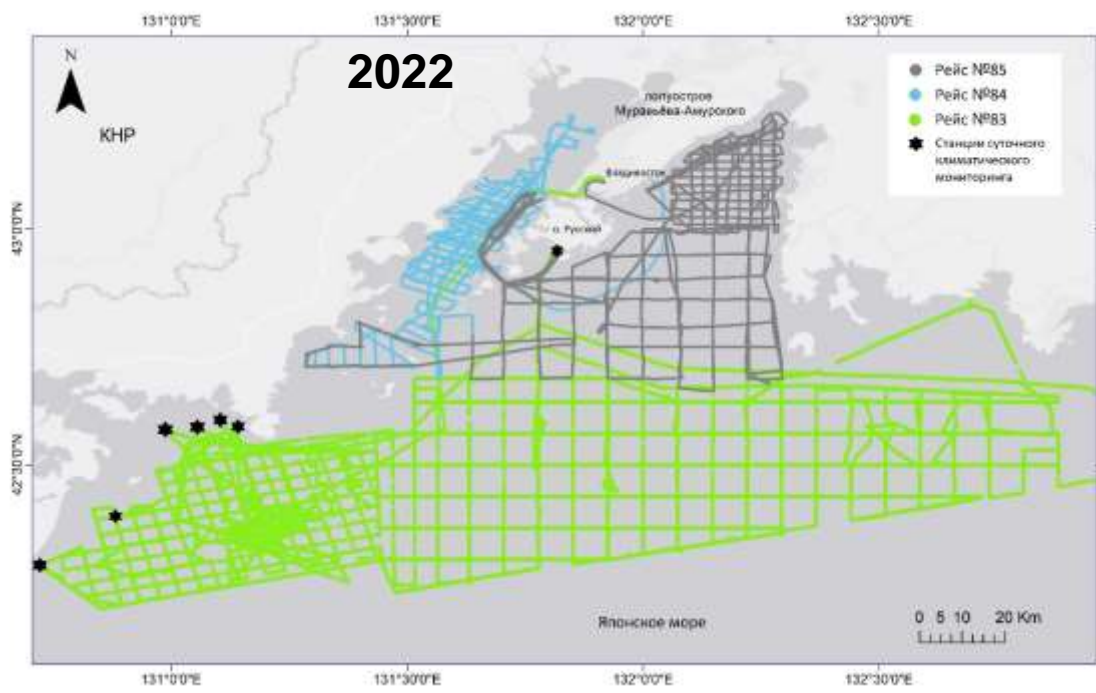
Морские экспедиции 2022-2023. Мобильный измерительный комплекс.

**ВИП ГЗ
2022-2023**

- PG79
- PG84
- PG83
- PG81
- OP67
- PV23/4

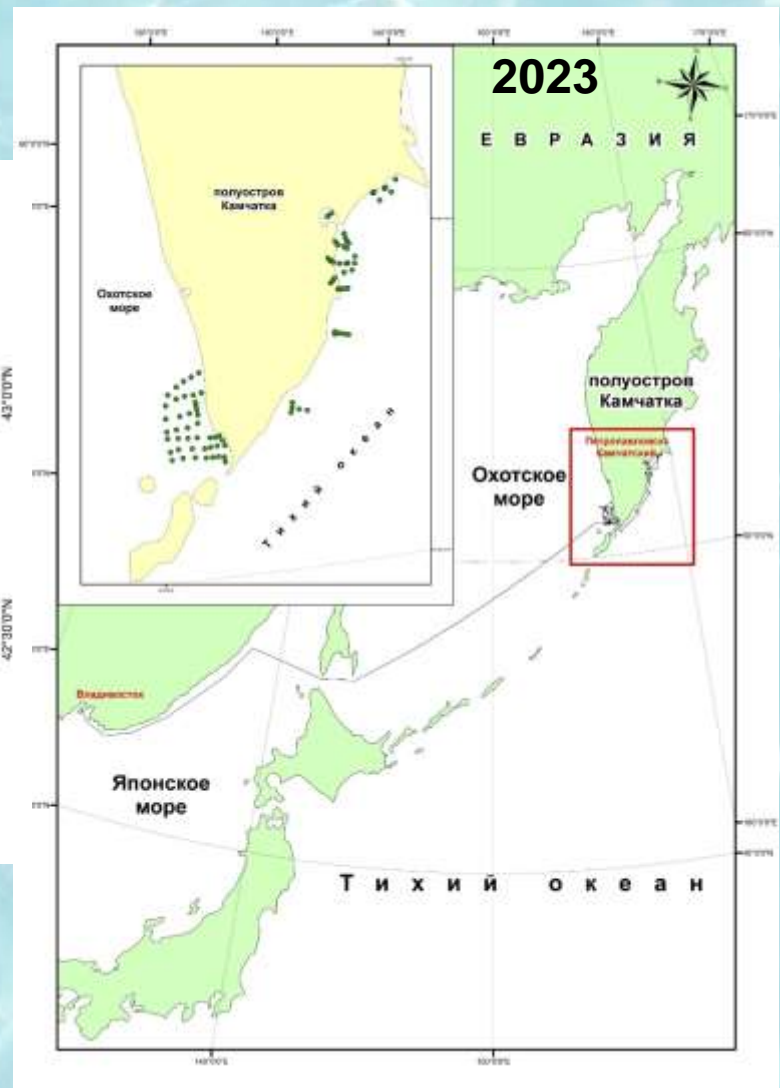


Районы работ



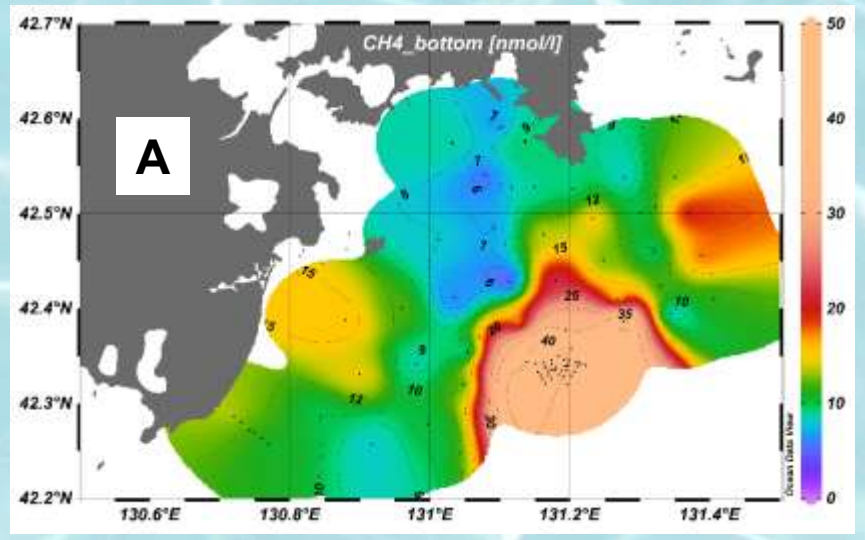
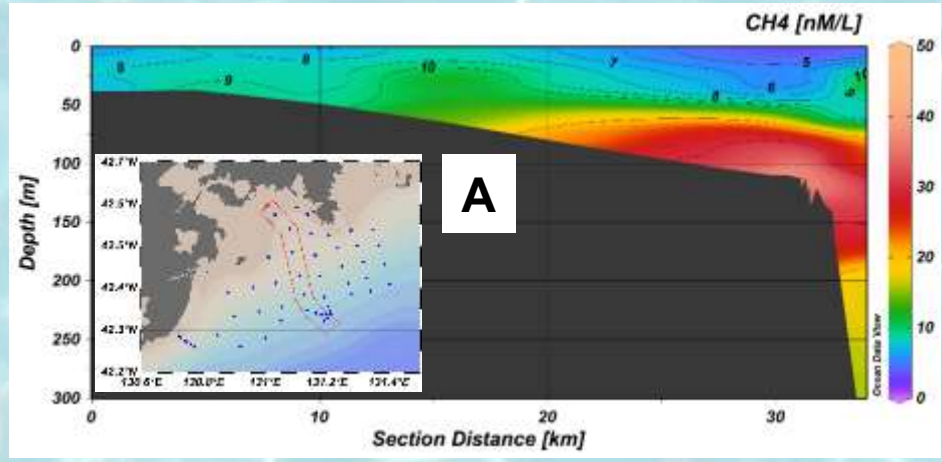
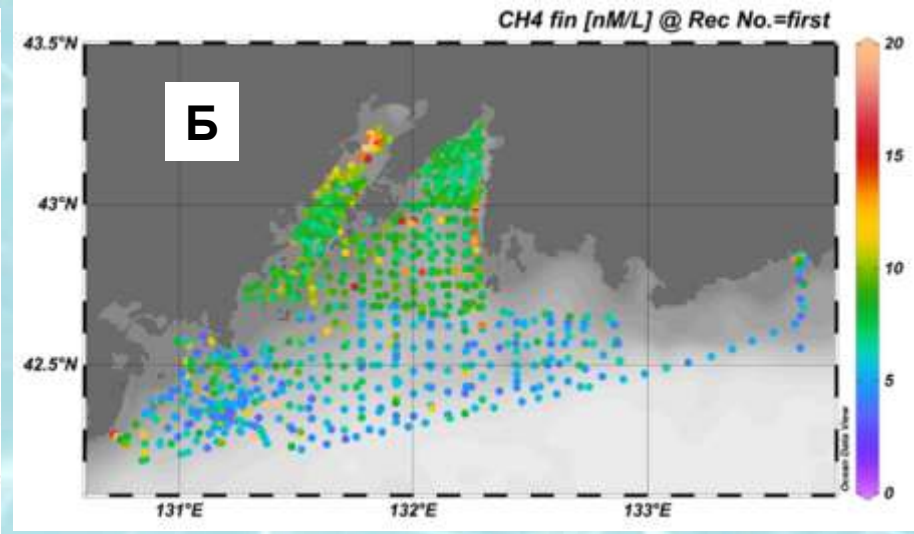
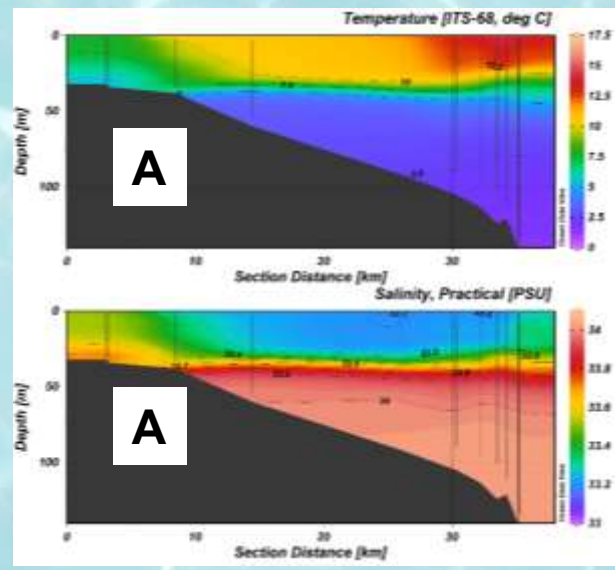
2022: залив Петра Великого, Японское море

2023: Северо-Западная Пацифика, восточное и западное побережье Камчатки, Охотское море и Японское море



Распределение CH₄ в водной толще

НИС «Профессор Гагаринский», рейсы № 83, 84, 85
А – залив Посыет и гидрогазогеохимический разрез
Б – содержание метана в поверхностном слое залива Петра Великого



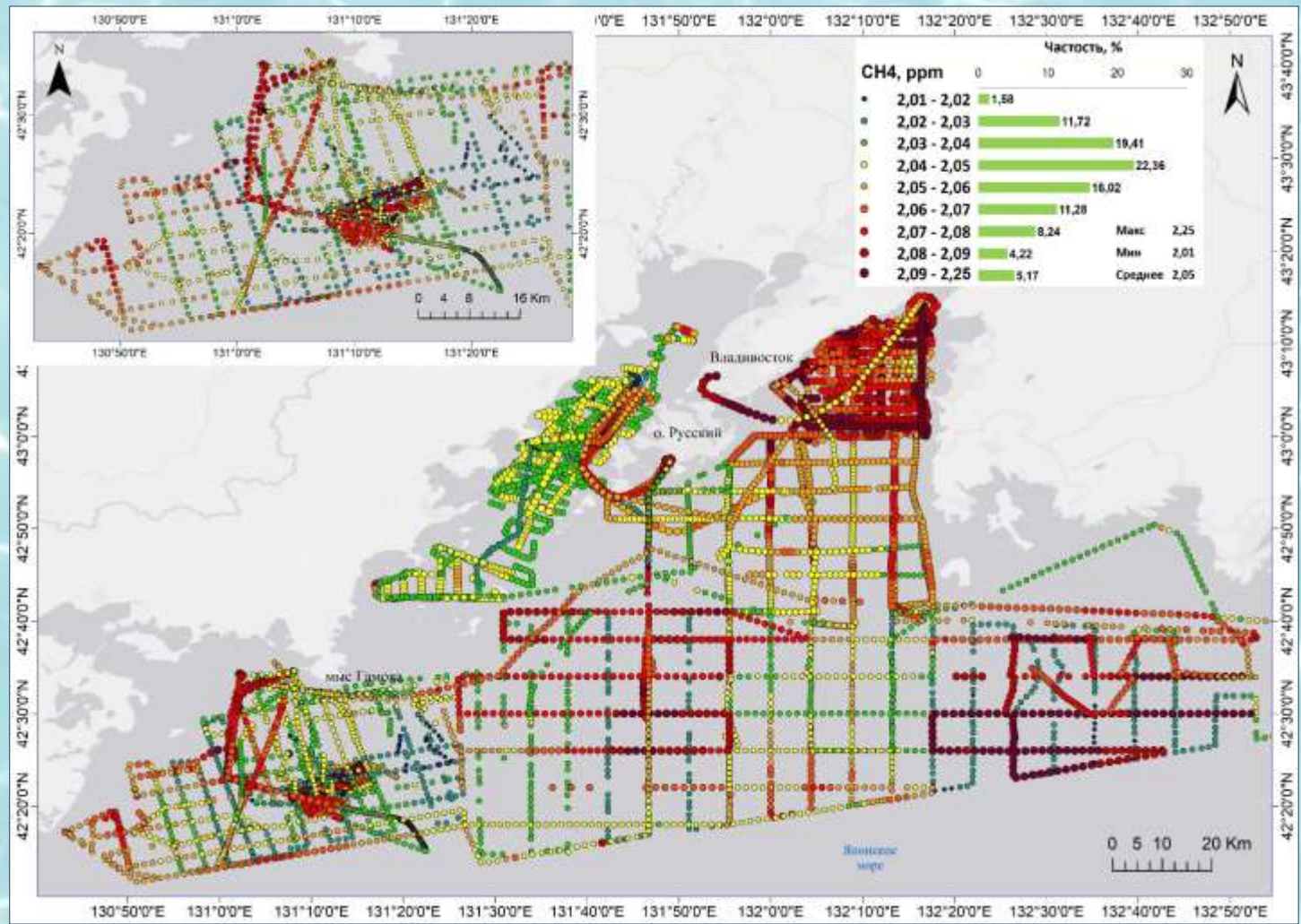
Распределение концентраций CH4 в приводном слое атмосферы

НИС «Профессор Гагаринский» рейсы № 83, 84, 85

Измеряемые компоненты (парниковые газы-ПГ):

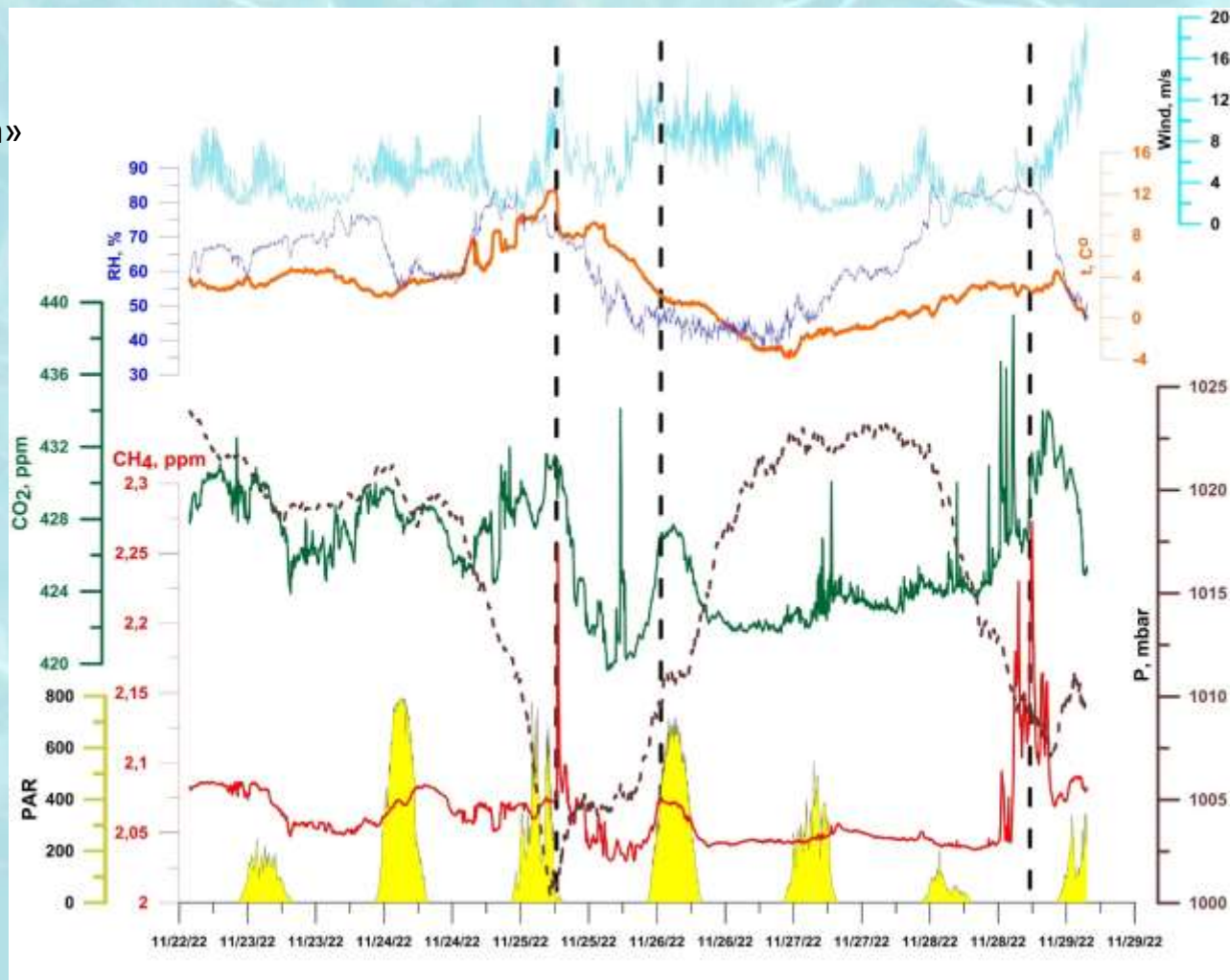
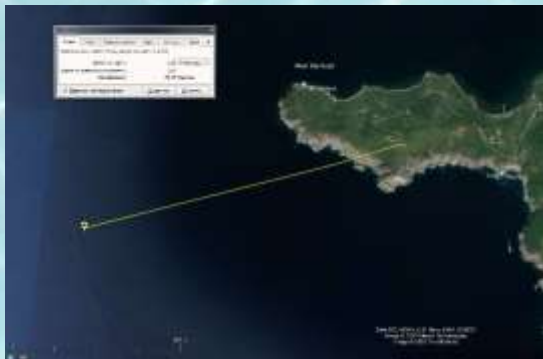
- CH4;
- CO2;
- пары водяного пара.

Максимум концентраций ПГ в акваториях внешнего шельфа, подверженных антропогенному влиянию и атмосферному переносу суша-море

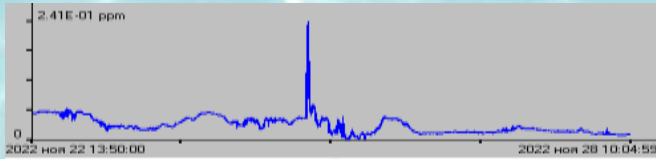


Многосуточная климатическая станция в районе МЭС «м. Шульца»

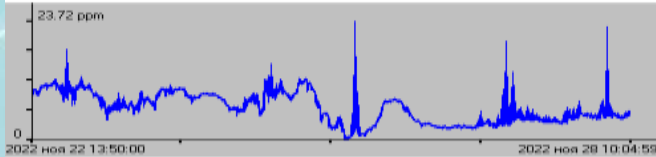
НИС «Профессор Гагаринский» рейс № 83



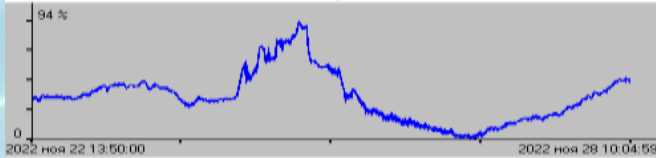
Стационарный полигон МЭС «м. Шульца»



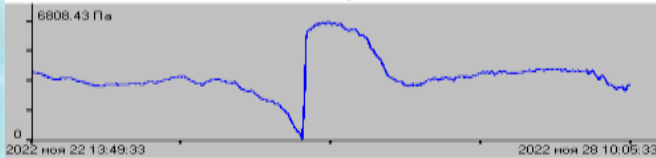
а)



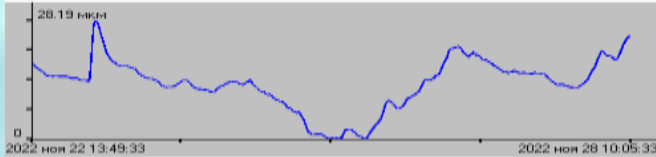
б)



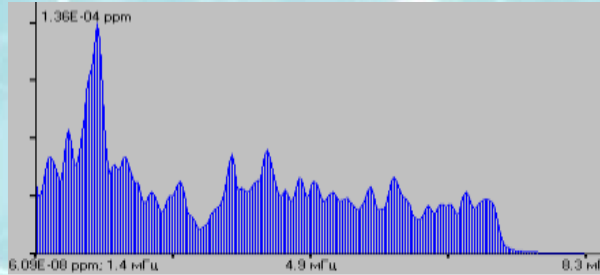
в)



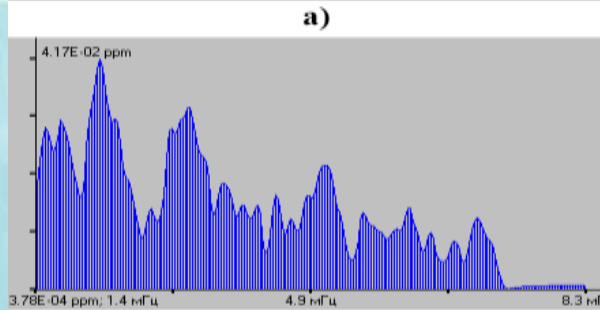
г)



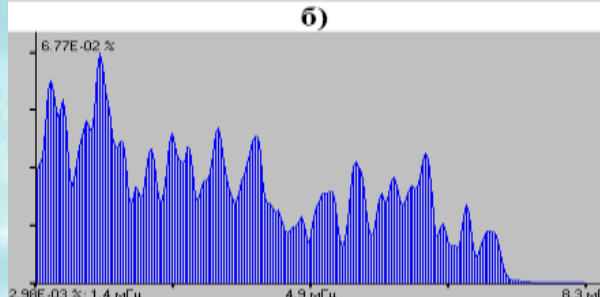
д)



а)



б)



в)

Синхронные участки записей: а) концентрации метана; б) концентрации углекислого газа; в) концентрации паров воды; г) вариации атмосферного давления на м. Шульца; д) деформации верхнего участка земной коры на м. Шульца.

Спектры, полученные при обработке записи вариаций концентраций: а) метана; б) углекислого газа; в) паров воды.

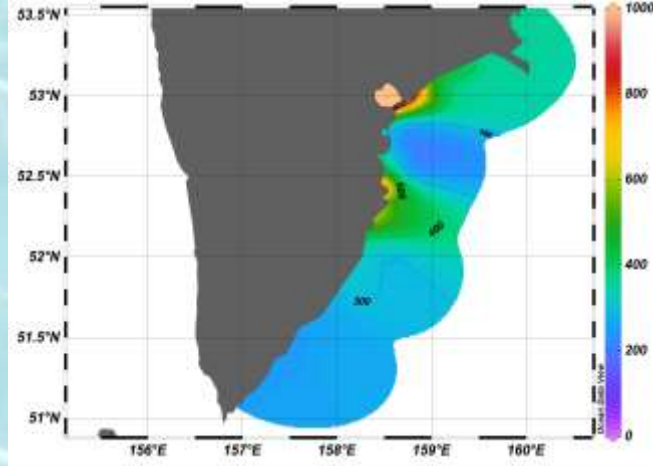
Резкое изменение атмосферного давления коррелирует с резким выбросом метана. При резком изменении атмосферного давления около 6700 Па величина импульса выброса метана составила 0.19 ppm, что почти в 4 раза больше фонового значения.

В спектрах записей лазерных деформографов и лазерного нанобарографа наблюдаются мощные «блуждающие» пики с периодами от 7 мин 59.1 с до 7 мин 45.5 с, которые через некоторое время выделяются в записях вариаций концентраций метана, углекислого газа и паров воды

Распределение CH₄ в системе дно – вода – атмосфера в акваториях северо-западной Пацифики

НИС «Профессор Мультановский»
рейс РМ 23/4 – 2023г.

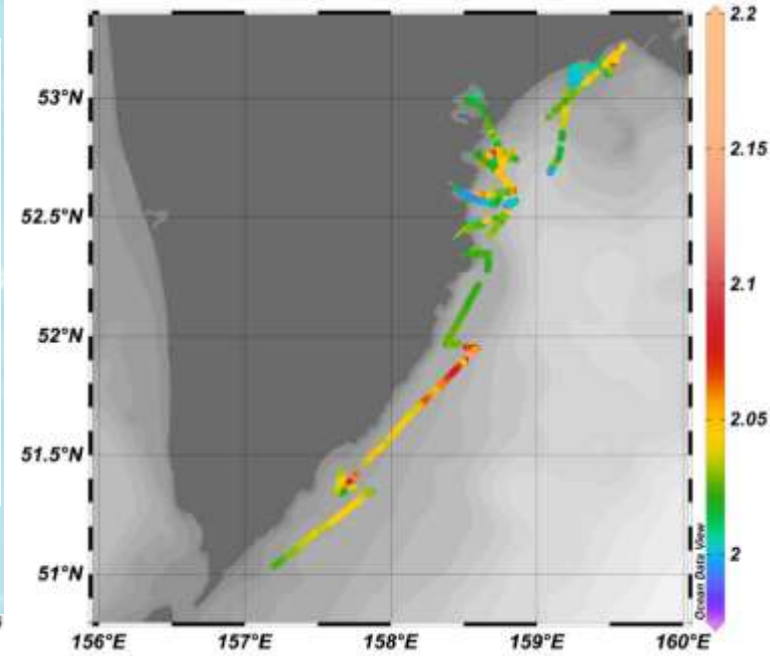
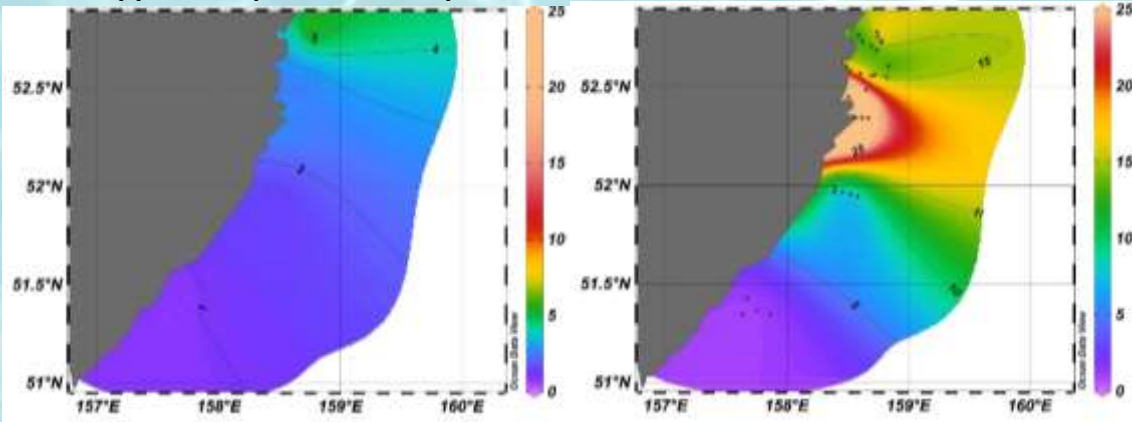
Придонный горизонт водной толщи, CH₄, нл/л



Донные отложения

CH₄, ppm поверхностный горизонт

CH₄, ppm нижний горизонт

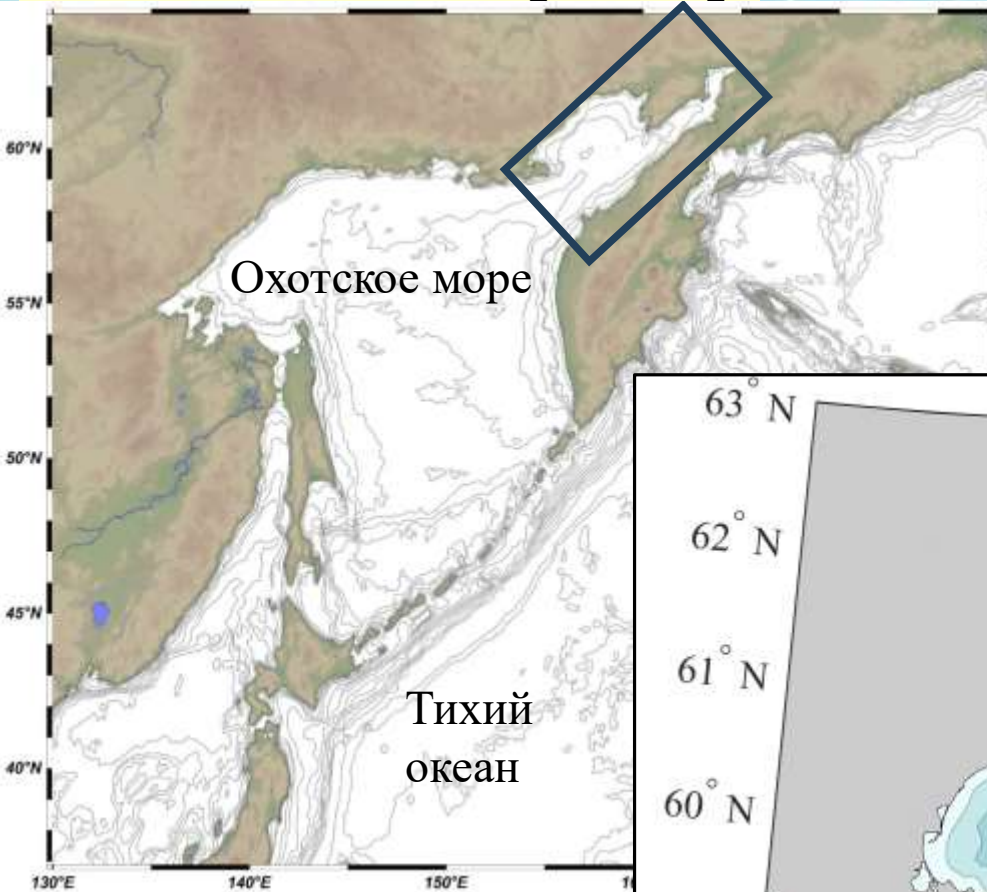


Приводный слой атмосферы, CH₄, ppm

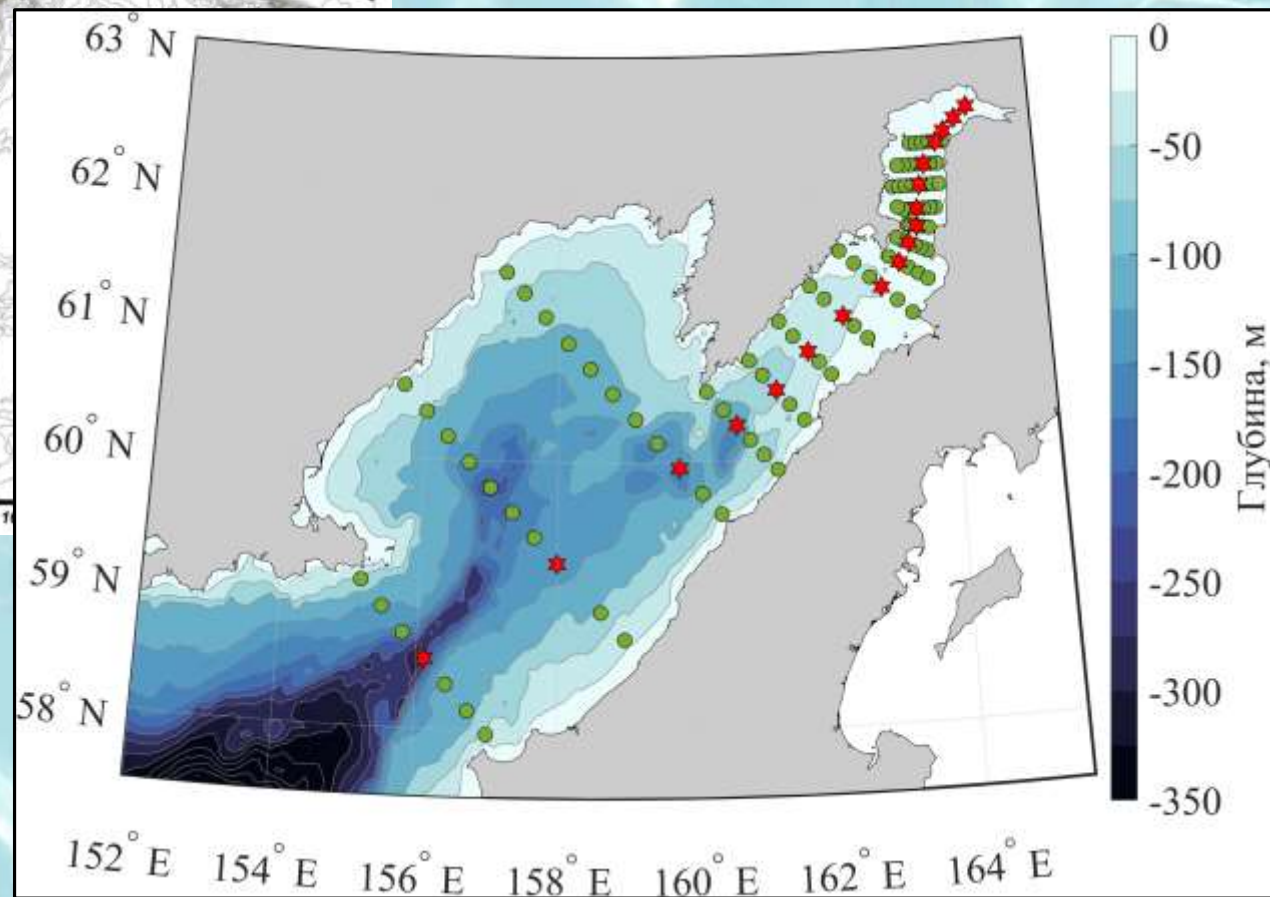


Исходные данные для расчета потока CO_2 (FCO_2)

Экспедиция в Пенжинской губе и в заливе Шелихова проведена с 3 июля 2023 по 12 июля 2023



1. pH и щелочность для расчета pCO_2 .
2. Соленость, температура, глубина отбора проб воды.
3. Биогенные вещества, гуминовые вещества, метео параметры.



Поток CO_2 (FCO_2)

Расчет FCO_2

$$\text{FCO}_2 = k K_0 (p\text{CO}_2(\text{water}) - p\text{CO}_2(\text{air}))$$

$$k = 0.251U^2(\text{Sc}/660)^{-1/2}$$

$$\text{Sc} = 2116.8 - 136.25 t + 4.7353 t^2 - 0.092307 t^3 + 0.0007555 t^4$$

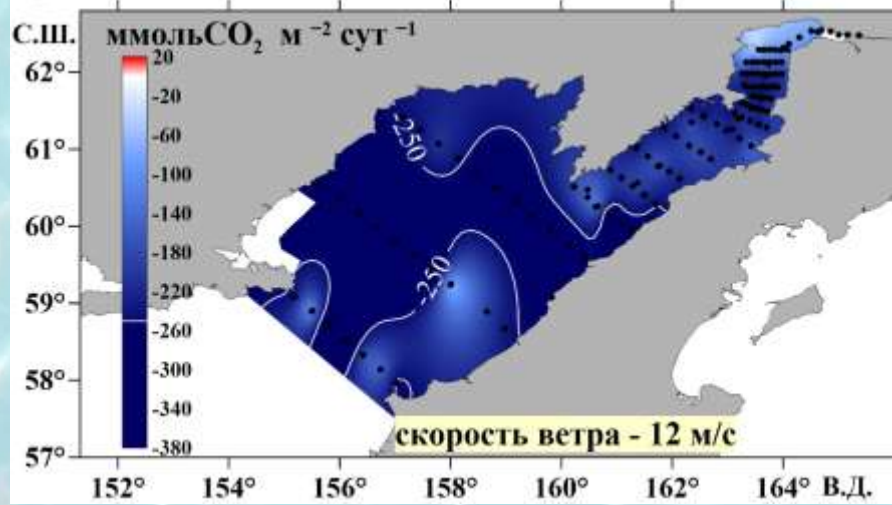
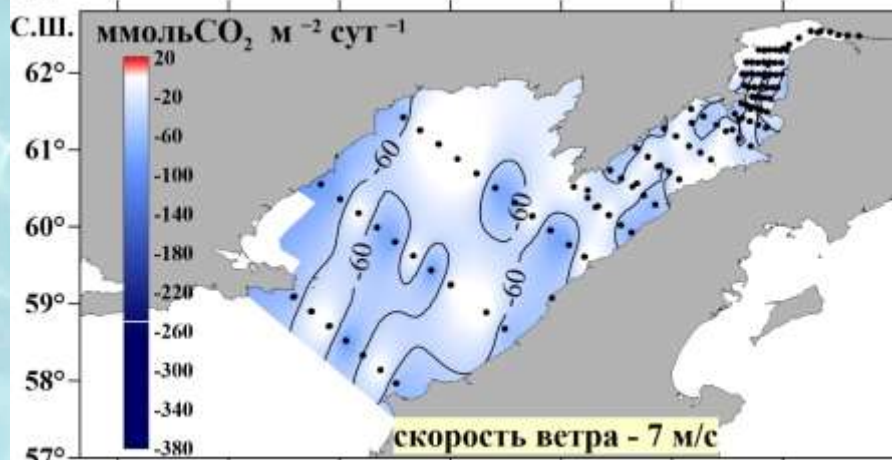
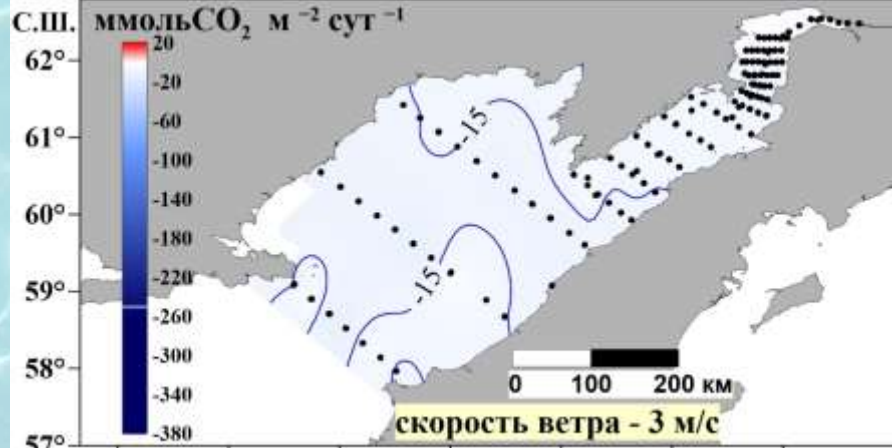
k – коэффициент газопереноса (зависит от скорости ветра и температуры воды).

K_0 – коэффициент растворимости CO_2 (зависит от температуры и солености воды)

Результат

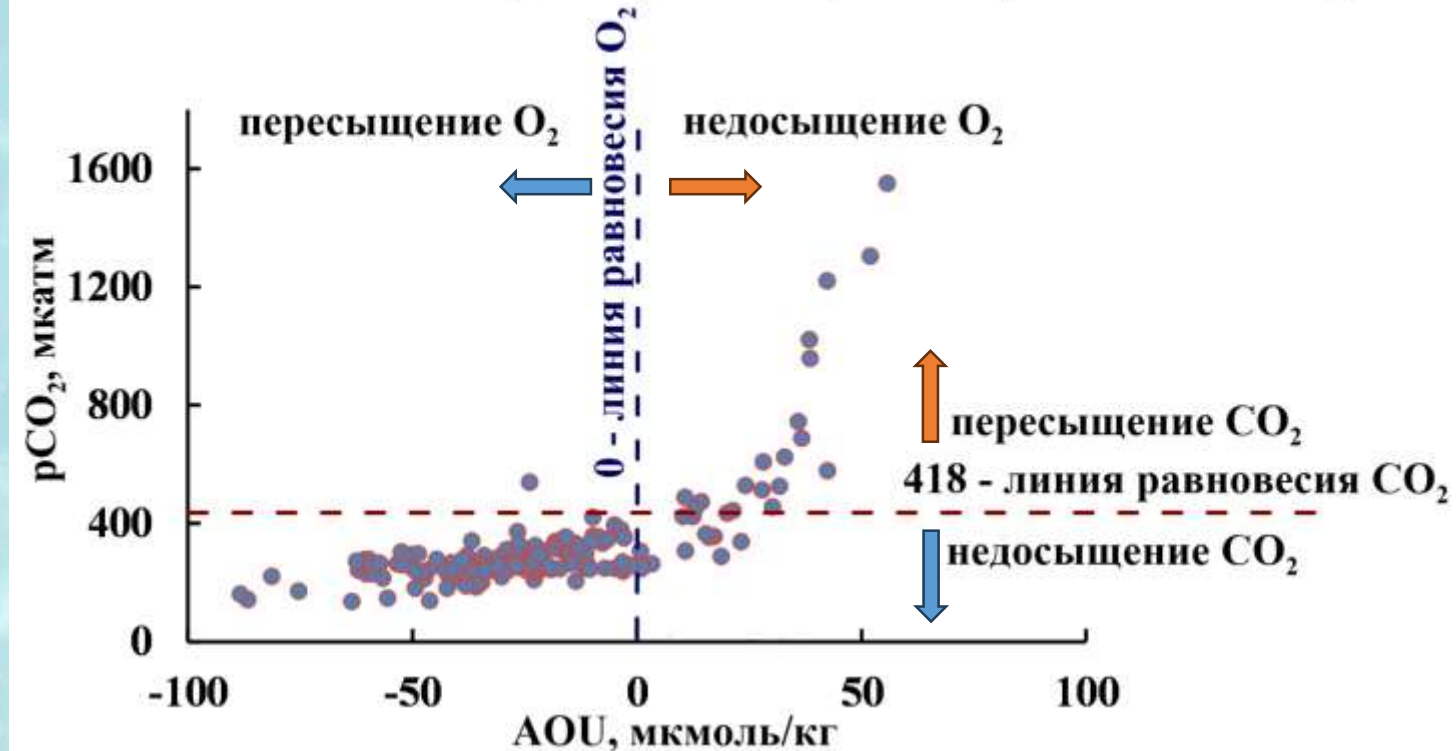
Для периода экспедиции получен отрицательный поток CO_2 – вода поглощает атмосферный CO_2 .

Для набора скоростей ветра 3, 7, 12 м/с поток CO_2 изменяется в диапазоне 20 – 370 ммоль CO_2 м⁻² сут⁻¹.



Контролирующие факторы потока CO_2

Зависимость "парциальное давление CO_2 ($p\text{CO}_2$) - кажущееся потребление O_2 (AOU)" в Пенжинской губе и прилегающей акватории Охотского моря



Полученная зависимость $p\text{CO}_2$ и кислорода указывает на то, что основным контролирующим фактором потока CO_2 является интенсивность первичной продукции фитопланктона. В свою очередь основой для биомассы фитопланктона является поток биогенных элементов со стоком р. Пенжины и поток, формирующийся за счет интенсивной приливной динамики вод.

Вывод

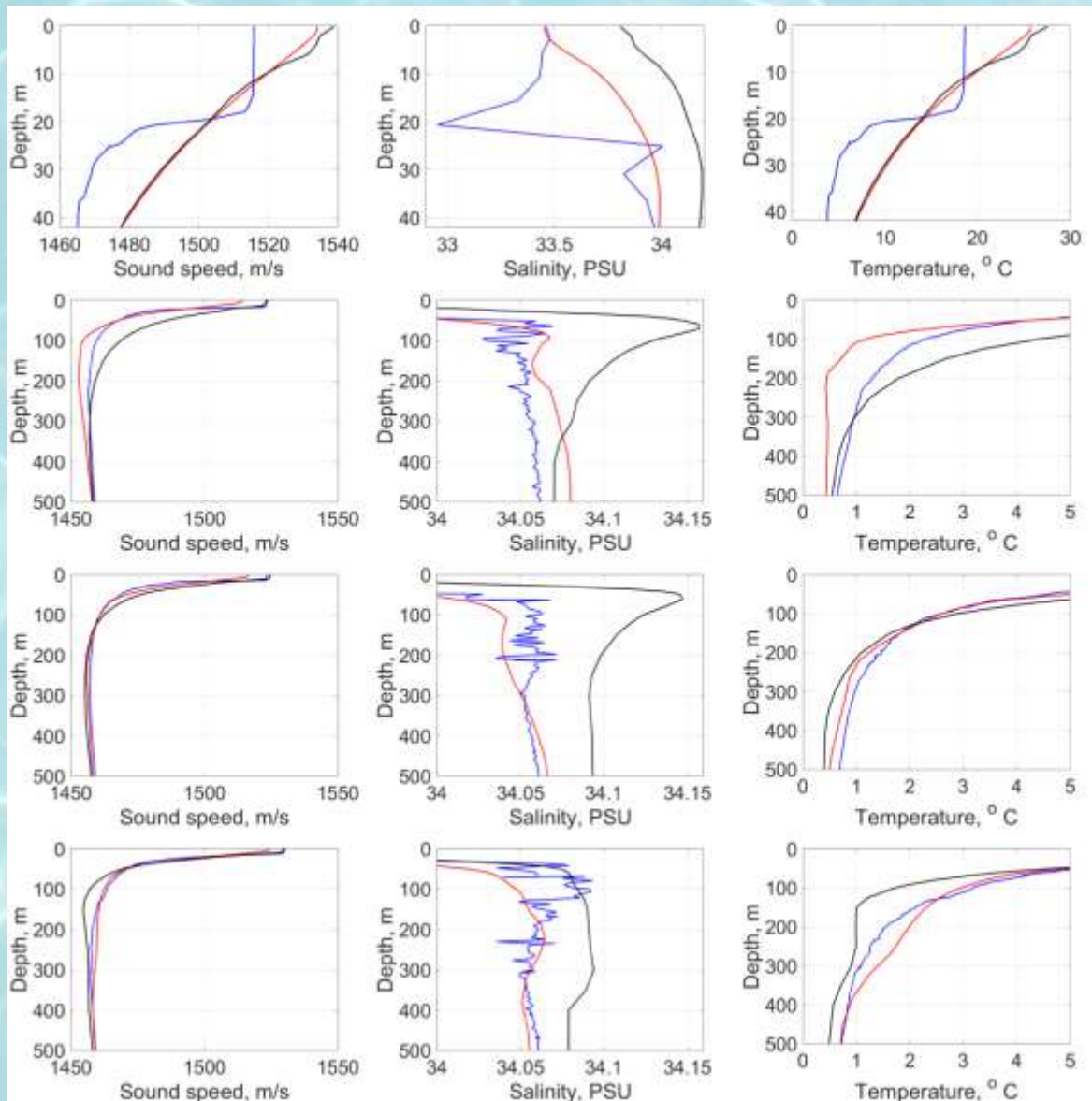
Карбонатная система Пенжинской губы и как результат – поток CO_2 зависят от:

- 1) объема стока реки Пенжины;
- 2) приливного перемешивания;
- 3) баланса фотосинтез/деструкция;
- 4) ветровых условий.

Итогом будущей работы будет:

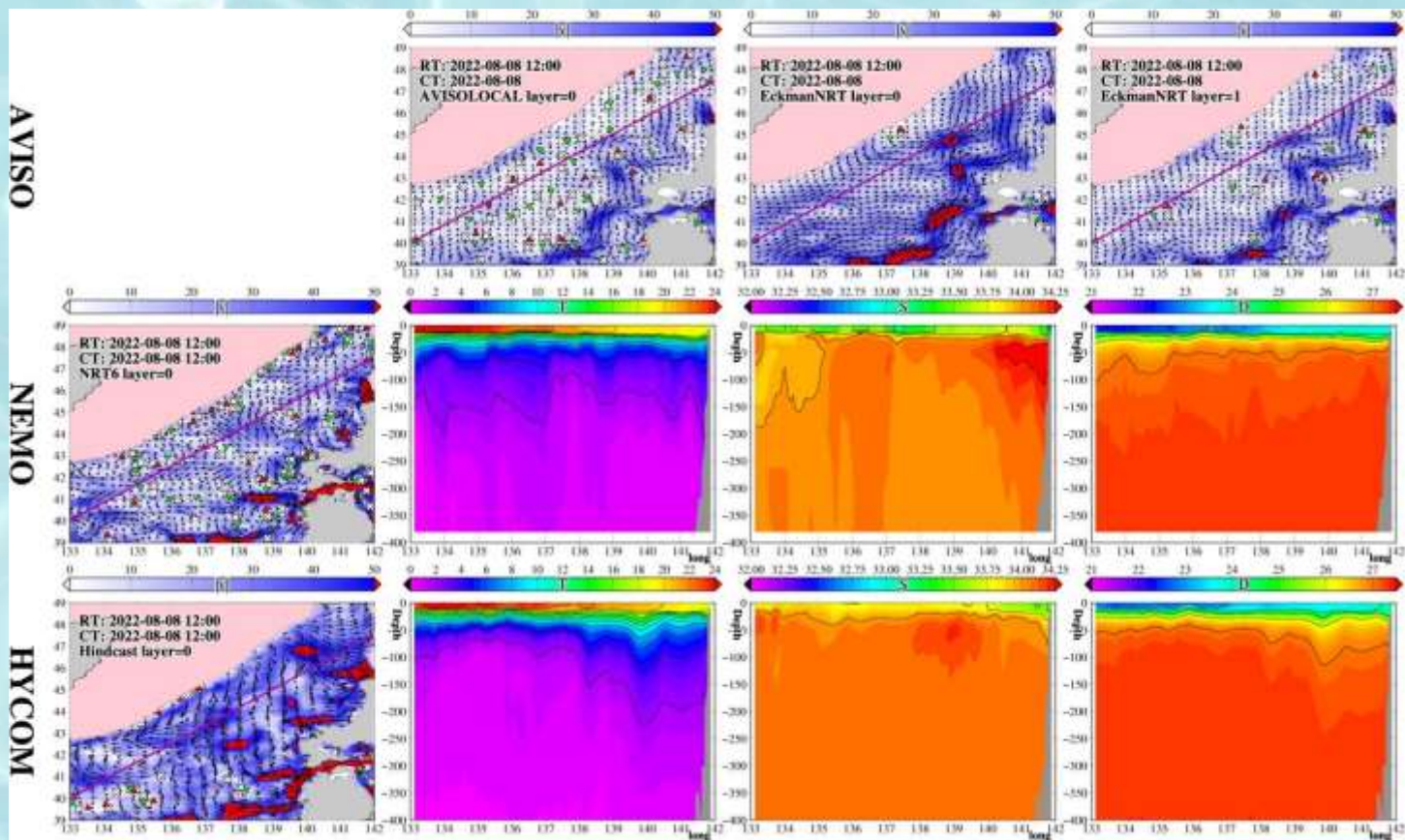
- 1) интегральная величина потока CO_2 для Пенжинской губы и прилегающей акватории Охотского моря на протяжении года для набора гидрометеорологических условий и различных условий речного стока;
- 2) сравнительная характеристика с другими бассейнами для оценок вклада прибрежно-морских бассейнов Охотского моря в глобальный углеродный бюджет.

Эксперимент по акустической термометрии в Японском море

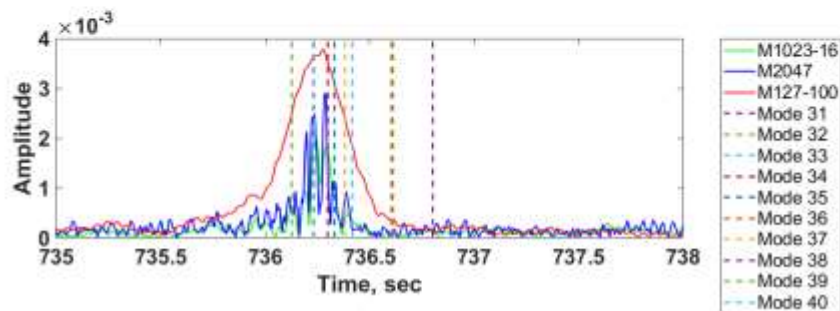
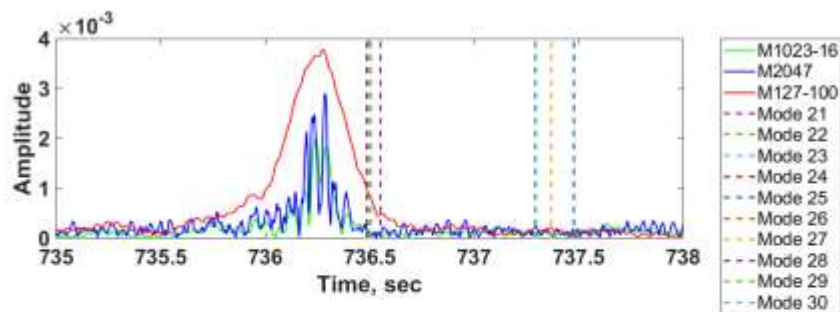
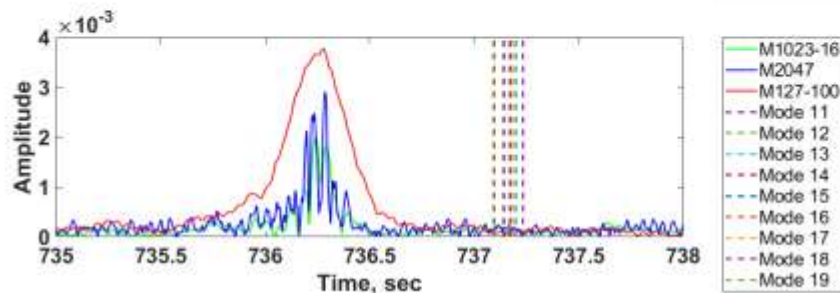
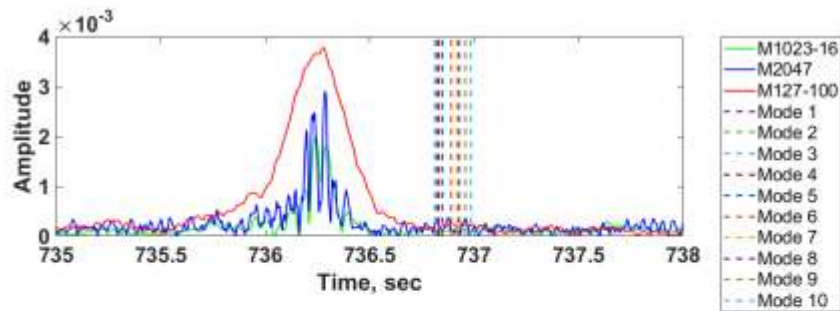


Вертикальные распределения скорости звука, солёности и температуры, полученные путем прямого измерения (синие линии) и с помощью моделей океанической циркуляции (красные и черные линии). Красные линии соответствуют модели GLORYS12V1, черные - GOF3.1 .

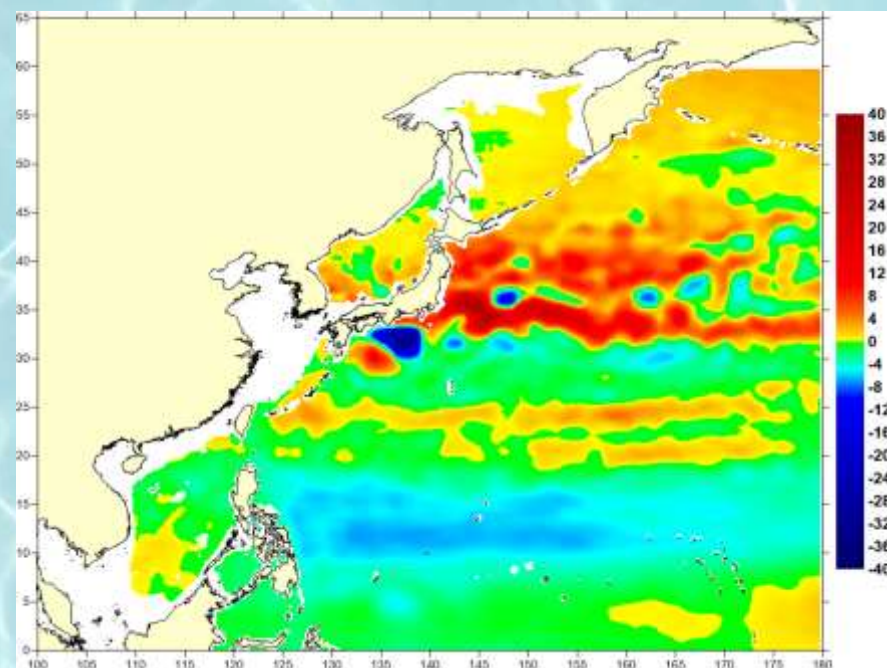
На рисунке представлена гидрологическая информация для Японского моря летом 2022 г., полученная с помощью моделей глобальной циркуляции.



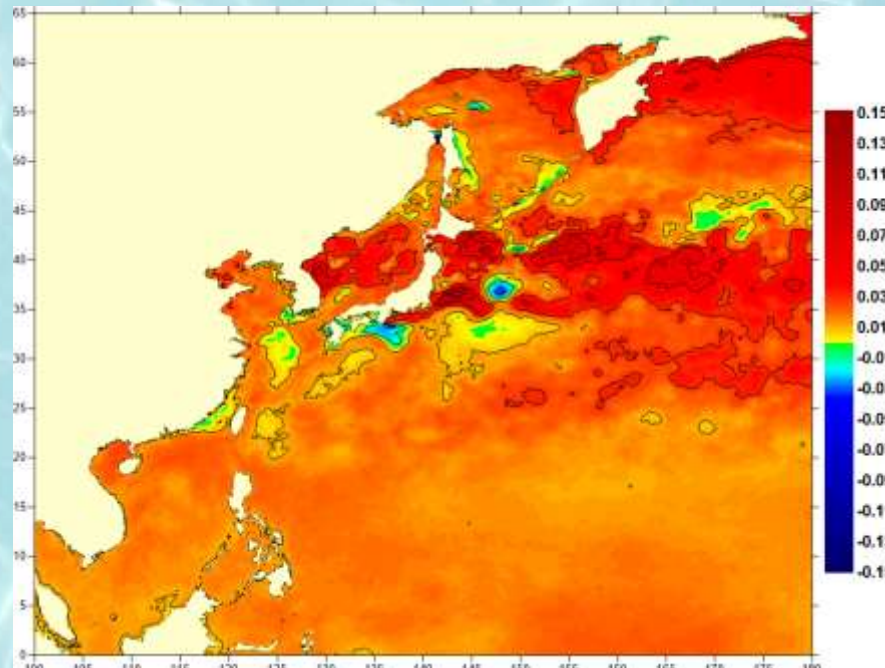
Первая строка. По спутниковым данным построены: Альтиметрия – на поверхности скорость течения без ветра, скорость течения с ветром, течения с ветром на глубине 300 м
 Вторая строка – модели, скорость течений, температура, солёность, плотность
 Третья строка – модели, скорость течений, температура, солёность, плотность



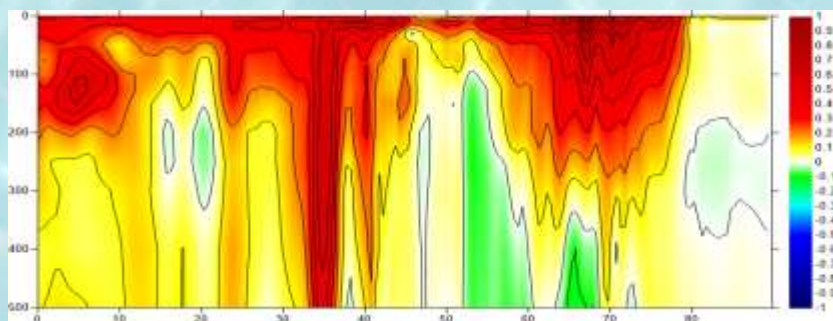
Экспериментальные импульсные характеристики звуковых сигналов и времена прихода отдельных модовых составляющих, рассчитанные с помощью моделей глобальной циркуляции (вертикальные линии).



Пространственное распределение трендов теплосодержания океана в Дж/м^2 в верхнем 300-метровом слое на основе результатов измерений (ARMOR3D)



Пространственное распределение трендов ТПО в $^{\circ}\text{C/год}$, полученное на основе спутниковых данных



Вертикальный меридиональный разрез трендов температуры северо-западной части Тихого океана на основе результатов моделирования (ARMOR3D)



Межгодовая изменчивость аномалий спутниковой ТПО ($^{\circ}\text{C}$) в северо-западной части Тихого океана

Спасибо за внимание

