



Перспективы использования морских экспедиционных исследований для оценки потоков парниковых газов

**А.В. Яцук, с.н.с., к.г.-м.н.
лаборатория газогеохимии ТОИ ДВО РАН, Владивосток**

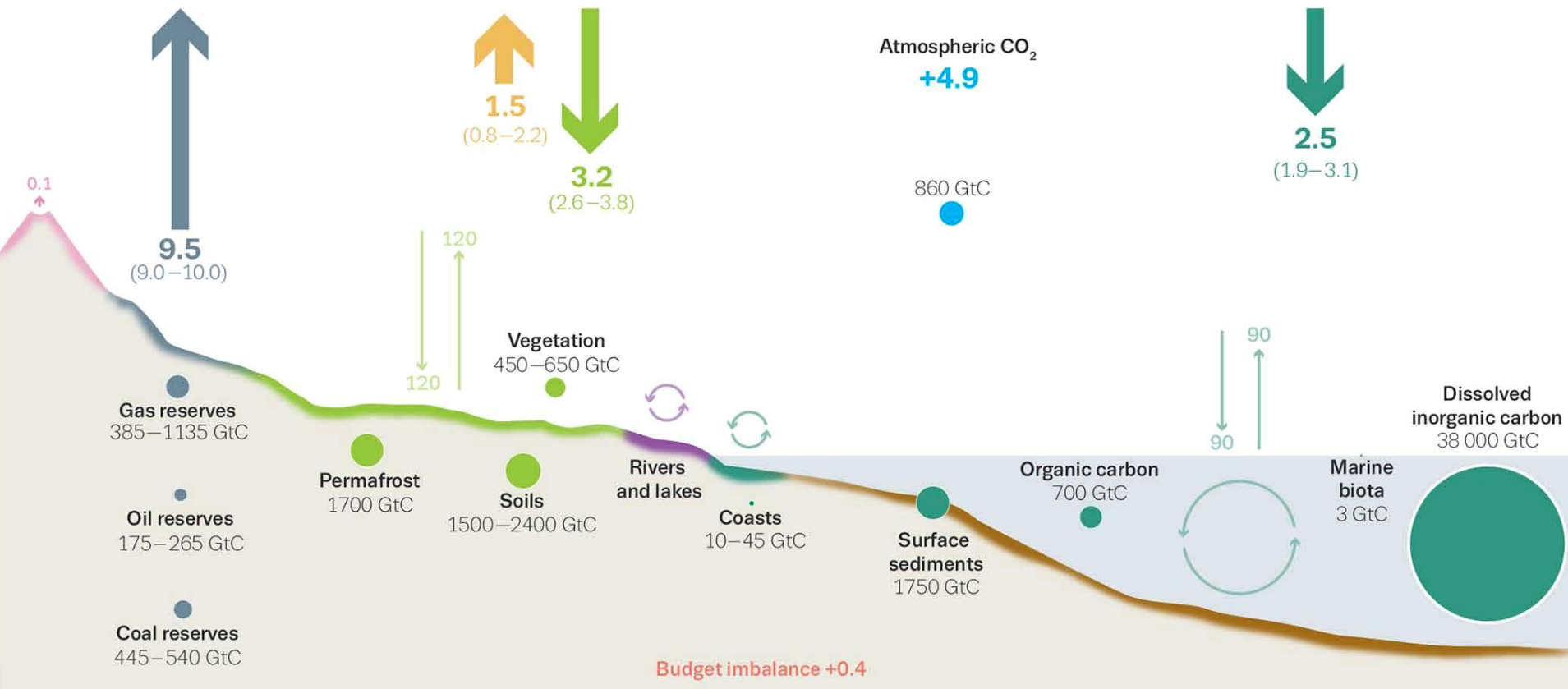
yatsuk@poi.dvo.ru



Нормативно-правовое обоснование

- ❑ Распоряжение Президента РФ от 17.12.2009 N 861-рп «О Климатической доктрине Российской Федерации»
- ❑ Парижское соглашение в рамках рамочной конвенции ООН об изменении климата. 2015.
- ❑ Указ Президента Российской Федерации от 04.11.2020 № 666 "О сокращении выбросов парниковых газов».
- ❑ Приказ № 74 «О полигонах для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса» от 05.02.2021
- ❑ Постановление № 133 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021-2030 годы» от 8 февраля 2022 года.

The global carbon cycle



Anthropogenic fluxes 2009–2018 average GtC per year



Fossil CO₂ E_{FF}



Land use change E_{LUC}



Land uptake S_{LAND}



Ocean uptake S_{OCEAN}

+ Atmospheric increase G_{ATM}

↑ Carbon cycling GtC per year

■ Budget imbalance B_{IM}

● Stocks GtC

<https://www.carboncyclescience.us/2020-Global-Carbon-Budget>.

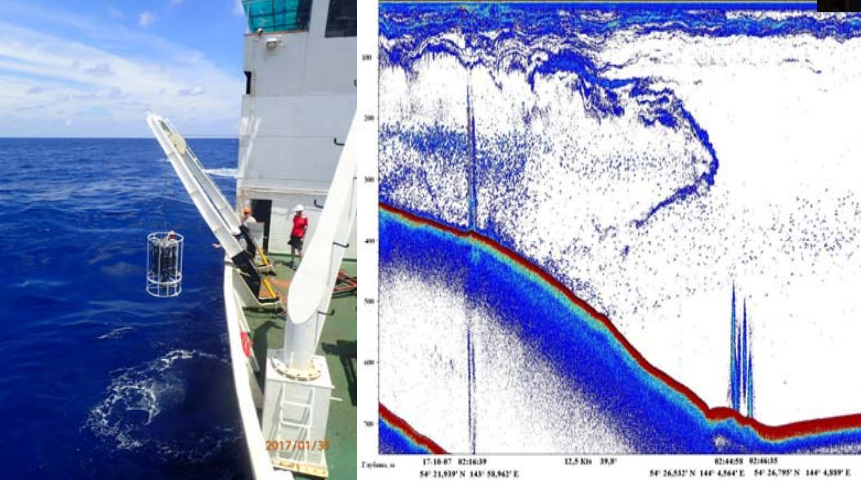
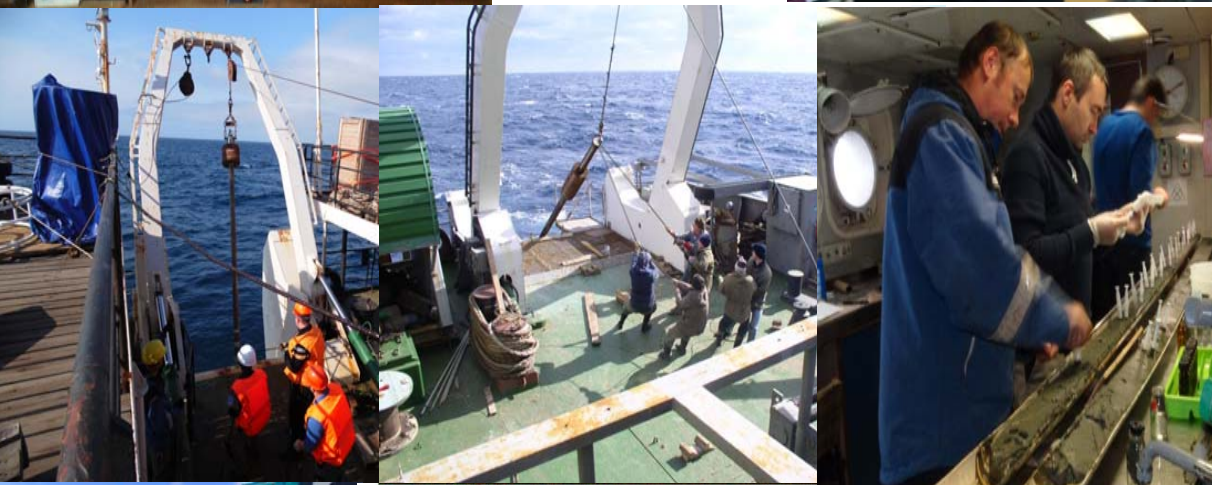
Объемы поглощения углекислого газа сушей и морем сопоставимы между собой, даже с учётом всех неопределенностей расчётов



Лаборатория газогеохимии ТОИ ДВО РАН

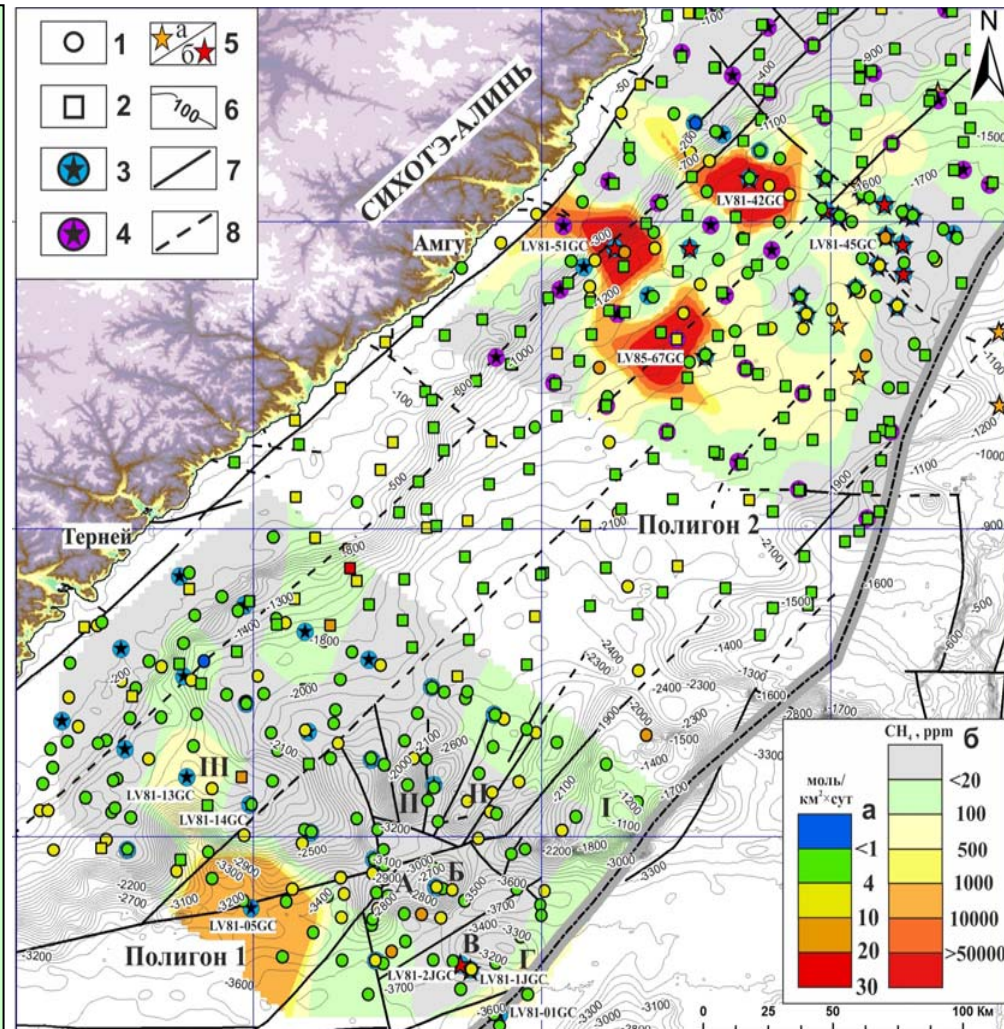
С 1979 года изучает распределение природных газов в литосфере, гидросфере и атмосфере.

С 2009 года лаборатория газогеохимии аттестована в Росстандарте РФ. Выполнено свыше 40 комплексных морских геолого-геофизических экспедиций совместно с партнерами из РАН и ДВФУ.

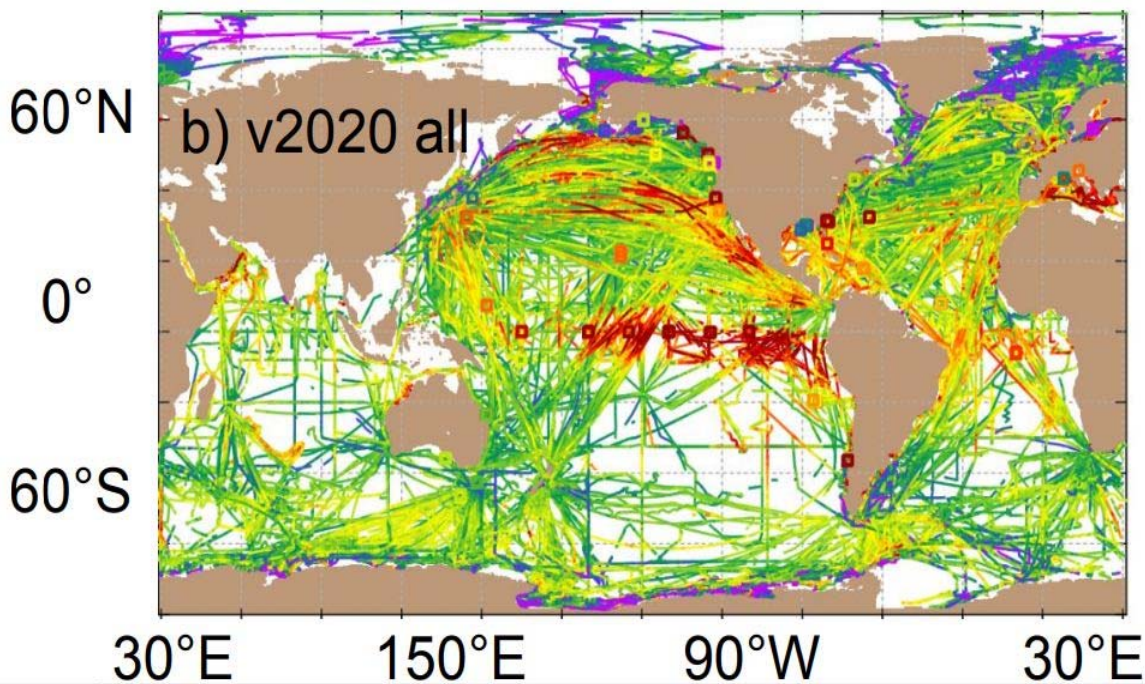
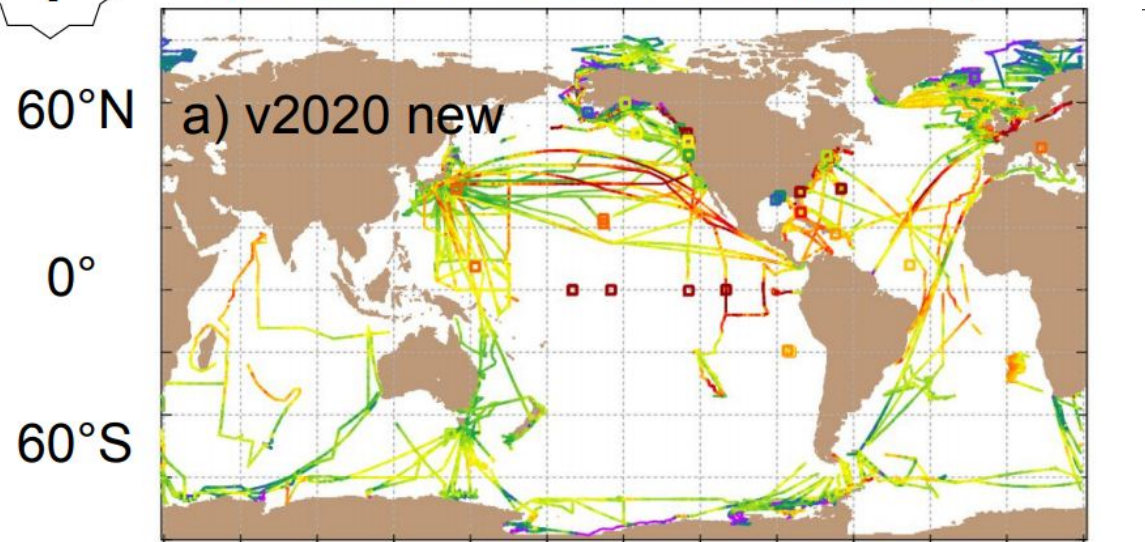
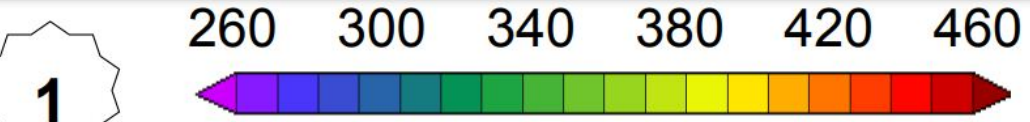


Исследование источников метана и его потоков в системе вода-атмосфера

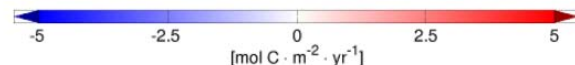
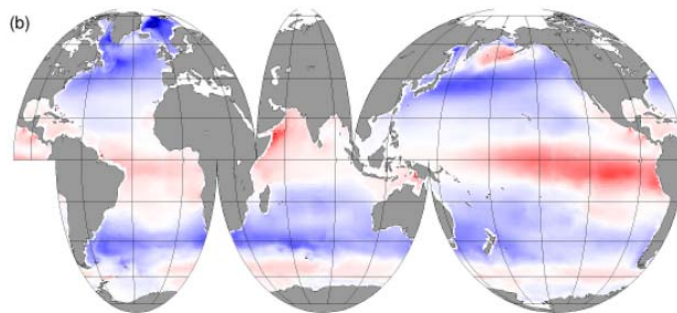
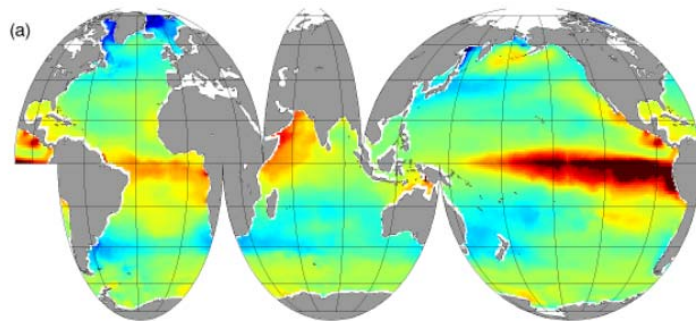
1. По экспедиционным данным накоплены сведения о потоке метана с акватории Мирового океана (свыше 10 000 измерений)
2. Разработана методика расчёта потока метана на границе вода-атмосфера с учётом влияния на газообмен поверхностного микрослоя [Мишукова, 2003] .
3. Ввиду сильной изменчивости впервые предложена классификация по ранжированию направления и интенсивности значений потоков метана [Легкодимов и др., 2019].
4. Исследована сезонная и межгодовая динамика потоков метана в Охотском и Японском море [Обжиров, Мишукова и др., 2019].
5. Выполнена пространственно-временная корреляция потоков метана с структурно-геологическими условиями и распределением газогеохимических полей акваторий ДВ морей [Обжиров, Мишукова и др., 2016; Мишукова, Шакиров, 2017; Шакиров и др., 2020; Мишукова, Яцук и др., 2021].
6. Установлены основные факторы влияющие на процесс и интенсивность газообмена [Мишукова, 2003; Шакиров, Мишукова, 2019].
7. В Дальневосточных морях открыто более 700 потоков газовых факелов с высоким содержанием метана.
8. Для Японского моря самые интенсивные потоки метана наблюдаются на газогидратоносном юго-западном шельфе и склоне о. Сахалина [Shakirov et al, 2019].

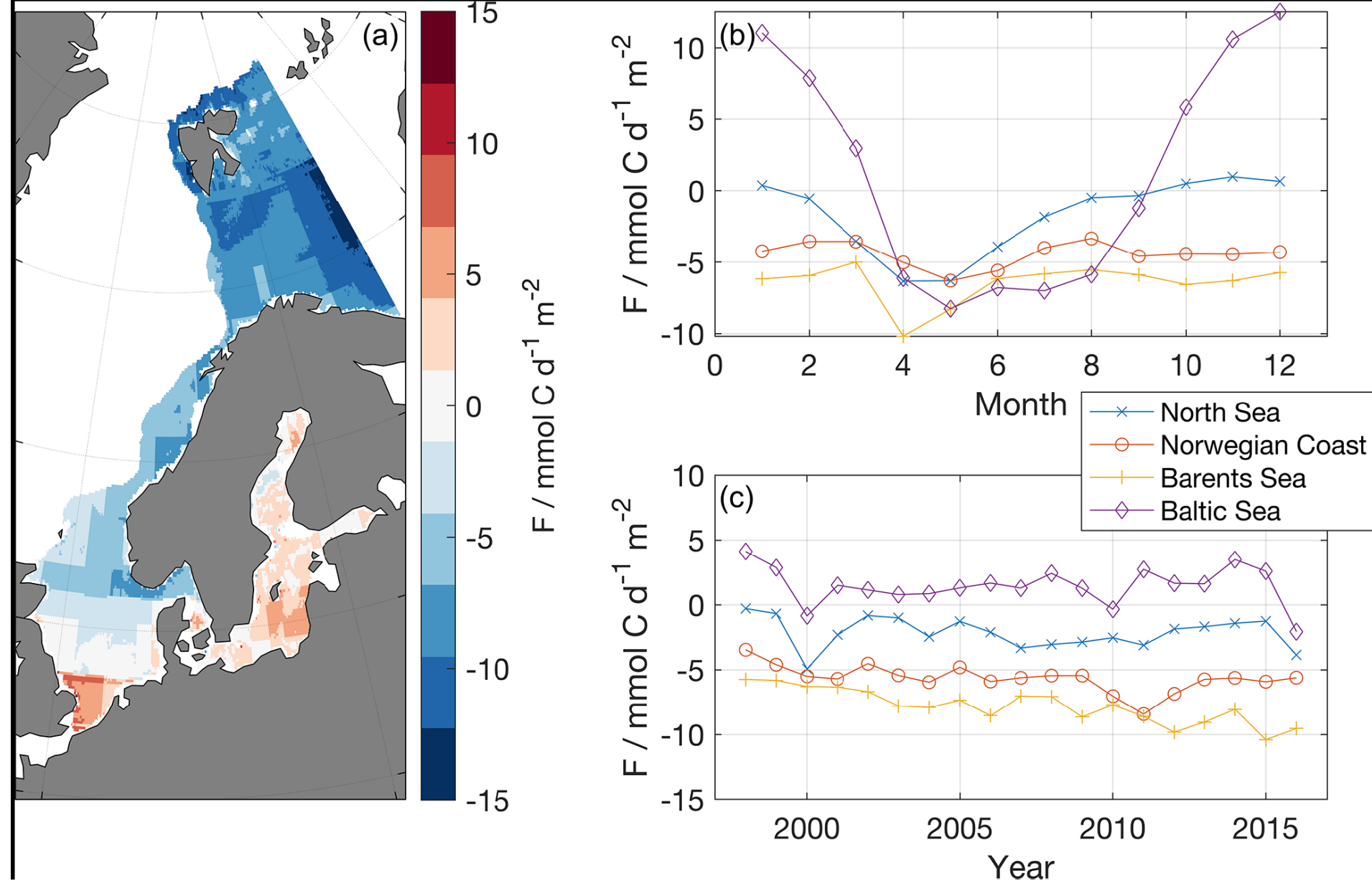


ПОТОКИ МЕТАНА НА ГРАНИЦЕ ВОДА-АТМОСФЕРА И ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ. Г.И. Мишукова, А.В. Яцук, Р.Б. Шакиров, Н.С. Сырбу, М.Г. Валитов, А.Л. Пономарева, О.В. Мишукова. Геология геофизика. 2021. DOI: [10.15372/GiG2021118](https://doi.org/10.15372/GiG2021118)



Проект SOCAT (Bakker et al 2020)





Средний поток CO₂ в атмосфере и море за период 1998–2016 гг. (а - синие цвета обозначают области стока, а красные цвета обозначают источник регионов). Для каждого региона средние потоки показаны как средние сезонные (b) и временные ряды годовых потоков (c). M. Becker et al. 2021

Список необходимого оборудования для исследования потоков парниковых газов в морских экосистемах

Стационарные измерения на прибрежных станциях

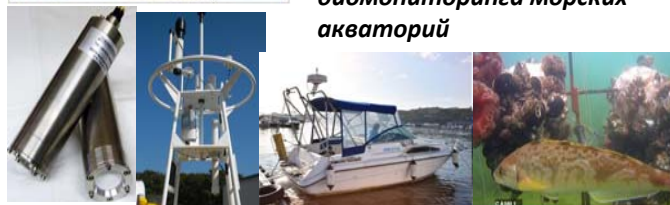


- Инфраструктура морских и прибрежных научных станций (энергообеспечение, связь, охрана, научные помещения).
- Вышки (мачты) для крепления оборудования.
- Высокоточные лазерные газоанализаторы
- Калибровочные поверочные стандарты.
- Метеорологическое оборудование и датчики
- Почвенные датчики

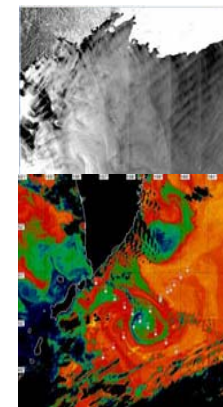
Стационарные морские измерения



- Океанографические автономные станции, погружные автономные буи.
- Мобильные плавсредства.
- Системы комплексного видеомониторинга и биомониторинга морских акваторий



ДЗЗ, средства обработки и хранения данных



- Спутниковые измерения морских океанографических параметров
- Дроны и квадрокоптеры.
- суперкомпьютер и ПО для хранения и обработки данных



Попутные морские измерения в атмосфере



- Научно-исследовательский флот.
- Мачты и конструкции для крепления оборудования.
- Высокоточные лазерные газоанализаторы
- Калибровочные поверочные стандарты.
- Судовые цифровые автоматические метеостанции.
- GPS приемники

Измерения в системе атмосфера-гидросфера-литосфера



- Научно-исследовательский флот.
- Робототехнические устройства.
- Пробоотборные устройства для отбора донных осадков.
- Анализаторы элементного и изотопного состава органического вещества.
- Газохроматографический комплекс
- Калибровочные поверочные стандарты.
- Мобильные камеры для Flux измерений



Попутные и дискретные морские измерения в гидросфере



- Научно-исследовательский флот.
- CTD зонды и устройства пробоотбора
- Проточная судовая система
- Газохроматографический комплекс
- Калибровочные поверочные стандарты.



Перспективы дальнейшего развития исследований

- Необходимо создание национальной системы мониторинга парниковых газов морских экосистем и разработка механизмов сбора и обработки данных на паритетной основе.
- Для детализации/инвентаризации баланса парниковых газов рекомендуется организация постоянных судовых попутных измерений с привлечением коммерческих линий и планируемых МНИ по выбранным климатическим геотраверсам.
- Участие в проектах создания «Карбоновых морских полигонов» в прибрежных управляемых экосистемах.
- Комплексование методов изучения баланса парниковых газов в окружающей среде, интеграция с данными ДЗЗ и цифровизация данных.