

Оценка стабильности метангидратов Арктического шельфа

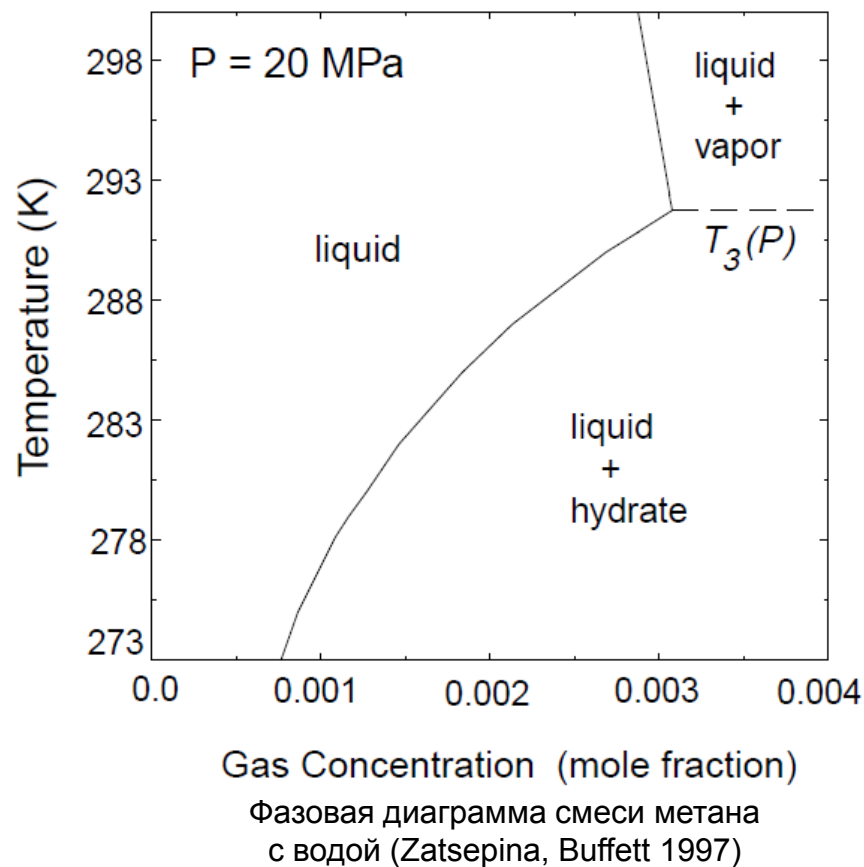
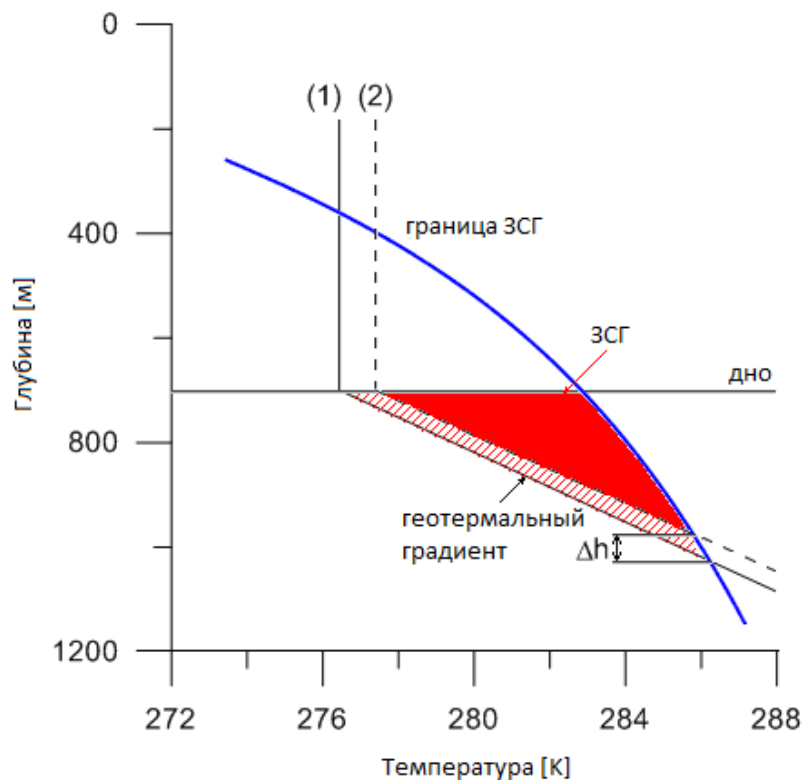
С.Н. Денисов

Институт физики атмосферы
им. А.М. Обухова РАН

Метангидраты

- Клатратные структуры, в которых молекулы газа находятся в полостях кристаллической решетки из молекул воды
- Образуются в условиях высокого давления, низкой температуры и высокой концентрации метана в воде
- Широко распространены в областях вечной мерзлоты и донных осадочных породах океана
- 1 м³ гидратов содержит до 170 м³ газа при нормальных условиях
- Суммарные запасы углерода в гидратах оцениваются в 10000 ГтС (Kvenvolden 1988)





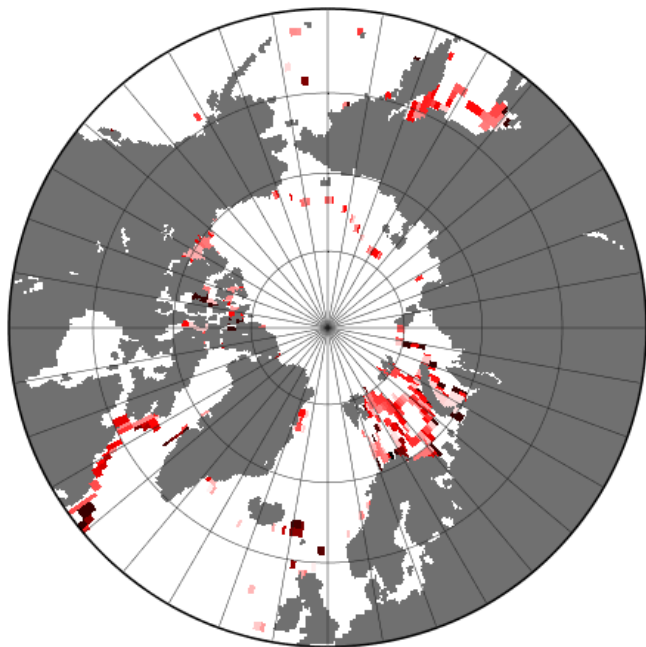
Гидраты образуются в донных отложениях при достаточно высоком давлении и низкой температуре, если концентрация метана в воде превышает пороговое значение.

Такие условия достигаются в районах быстрого накопления осадков с большим содержанием органики при глубине более 350 м вдоль континентальных склонов.

Оценки стабильности запасов субаквальных гидратов

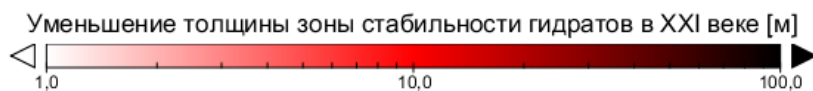
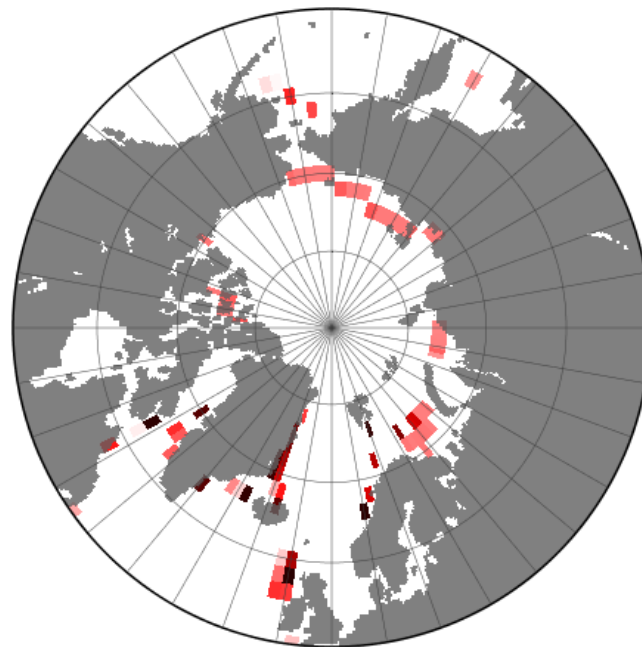
климатическая модель GFDL / модель донных отложений ИФА РАН

сценарий антропогенного воздействия SRES A2



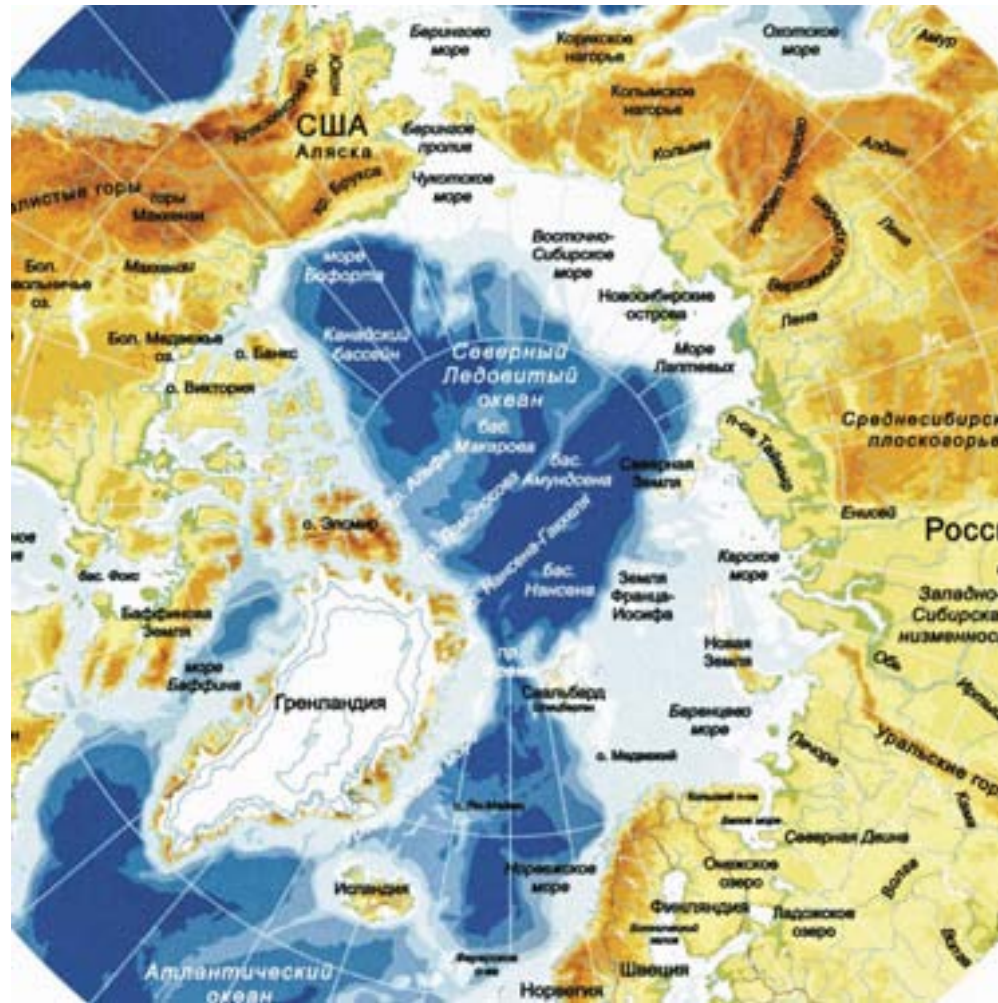
климатическая модель ИБМ РАН / модель донных отложений ИФА РАН

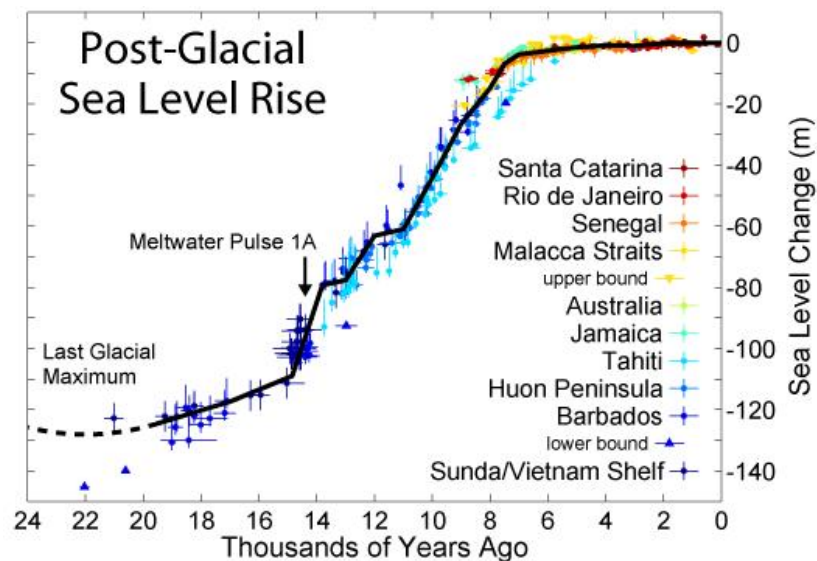
сценарий антропогенного воздействия SRES A2



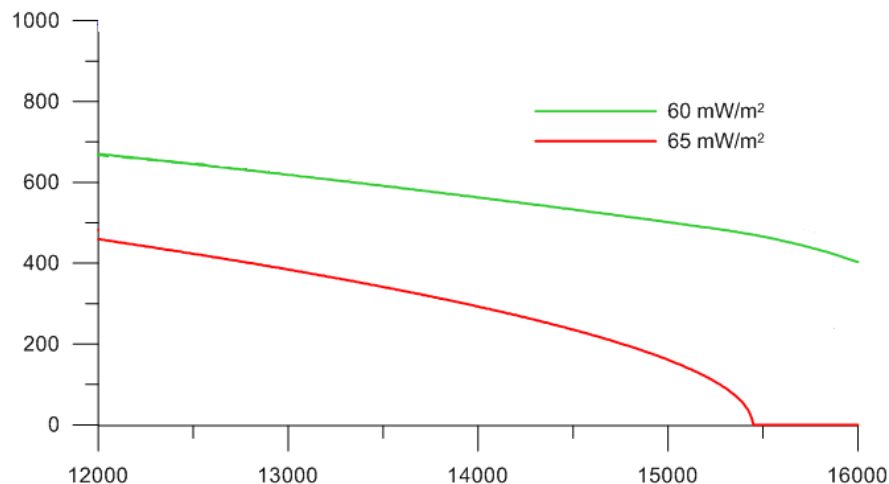
Выбросы метана со дна океана в XXI веке составляют по расчетам порядка $6.2 \cdot 10^{13} \text{ м}^3$ (35 ГтС) и $10.2 \cdot 10^{13} \text{ м}^3$ (60 ГтС) метана на основе расчетов изменений климата с моделями ИБМ РАН и GFDL соответственно (или в среднем 350 МтС/год и 600 МтС/год).

Мелководный Арктический шельф





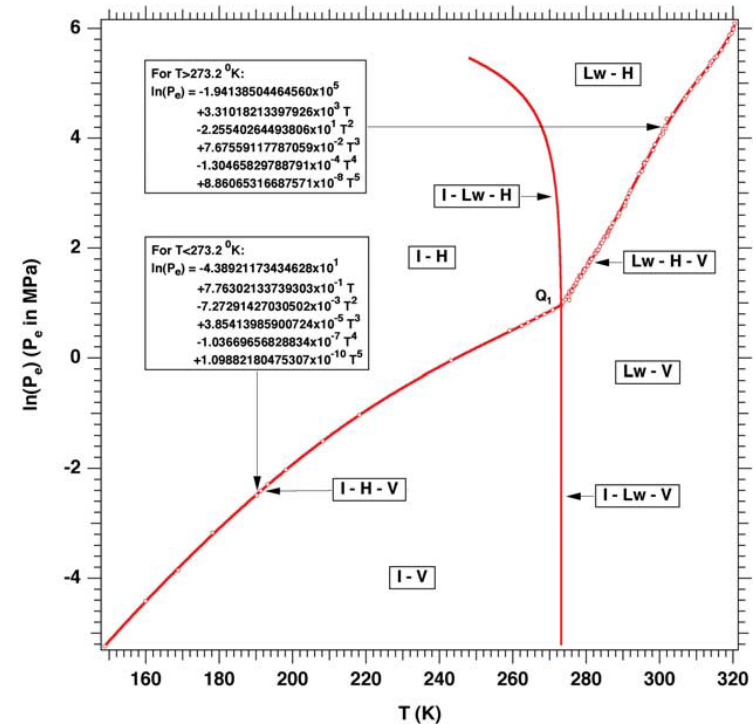
- Существование гидратов на мелководном арктическом шельфе обусловлено наличием в донных отложениях реликтовой вечной мерзлоты, сохранившейся со времени последней трансгрессии
- Во время наблюдений в районе шельфов морей Восточной Арктики специалистами ДВО РАН было установлено, что в течение последних лет происходит повышение концентраций метана в атмосфере данных регионов. Это свидетельствует о наличии источников метана на шельфе морей, прилегающих к территории Восточной Сибири.



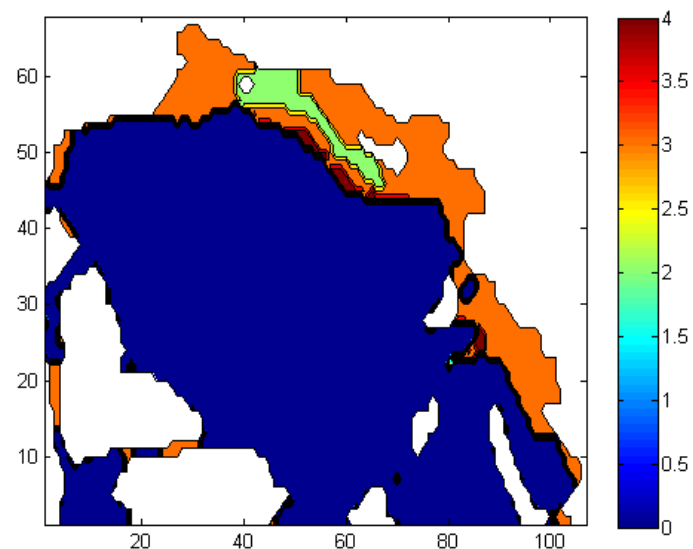
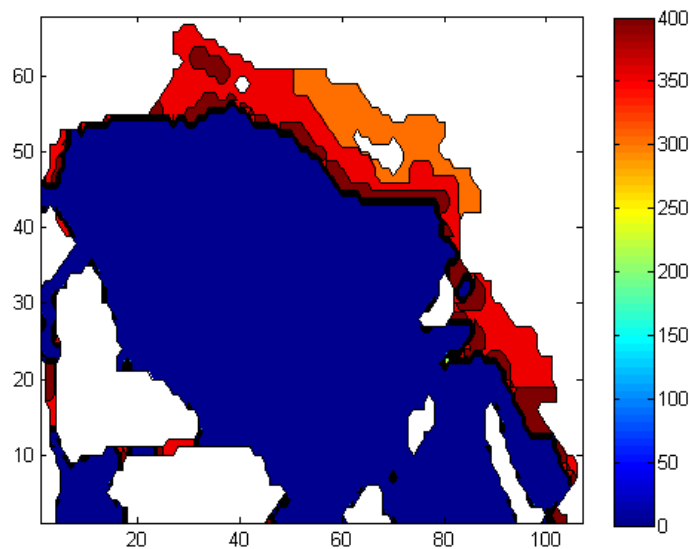
Проведены расчеты изменений толщины зоны стабильности гидратов для условного мелководного участка арктического шельфа с глубиной моря 50 м при наличии реликтовой вечной мерзлоты. Начальные условия задаются приповерхностной температурой -17°C при равновесном состоянии грунта. Проводится расчет при задании придонной температуры воды -1°C . Максимальный полученный поток метана составляет около $600 \text{ гCH}_4/(\text{м}^2\text{год})$

Численные эксперименты

- Для расчета температуры в донных отложениях использовалась модель процессов теплопереноса ИФА РАН.
- В качестве начальных условий задавался равновесный градиент температуры в грунте при температуре -17°C
- В качестве верхнего граничного условия задавалась температура придонной воды по данным расчетов с моделью общей циркуляции Северного Ледовитого океана, разработанной в ИВМиМГ СО РАН
- Расчет динамики ЗСГ производился при постепенном затоплении шельфа, закончившемся 8 тыс. лет назад, до современных лет при задании геотермального потока в 65 мВт/м^2
- Условия существования ЗСГ задавались по данным (Reagan, Moridis 2008)
- Считалось, что гидраты заполняют 5% порового пространства.



Кривая стабильности метангидратов
(Reagan, Moridis 2008)



Модельные оценки толщины [м] зоны стабильности газовых гидратов на мелководной части арктического шельфа, и ее сокращение в XXI веке.

Толщина ЗСГ на мелководном арктическом шельфе на начало XXI века составляет 300-400 м. Суммарные запасы углерода в гидратах – около 250 ГтС.

По модельным оценкам поток метана связанный с диссоциацией гидратов в областях распространения реликтовой субаквальной вечной мерзлоты составляет около 15 Мт/год.

Был проведен расчет динамики зоны стабильности гидратов в XXI веке с учетом потепления (сценарий RCP 8.5) и без учета (придонная температура задавалась постоянной в течение века). Поток метана по расчетам в XXI веке практически не растет. На таких масштабах времени различий в скорости сокращения ЗСГГ не выявлено.

Выводы

- Проведены расчеты современных эмиссий метана с мелководной части арктического шельфа, связанных с разложением метангидратов
- Поток метана, связанный с диссоциацией гидратов в областях распространения реликтовой субаквальной вечной мерзлоты в XXI веке, составляет по расчетам около 15 Мт/год
- ЗСГ мелководного арктического шельфа в течение XXI века по расчетам сокращается на 0.7%
- В на мелководном шельфе ЗСГ залегает достаточно глубоко и реагирует на изменения придонной температуры с задержкой более 100 лет
- Отмечаемые в настоящее время высокие концентрации метана в восточной Арктике могут быть связаны с появлением новых путей выхода метана на поверхность