

ОЦЕНКА СКОРОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА И ВЫДЕЛЕНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ДВУСТВОРЧАТЫМИ МОЛЛЮСКАМИ РЫХЛЫХ И СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ ЧЁРНОГО МОРЯ

Колючкина Г.А., Чикина М.В., Кондарь Д.В., Любимов И.В., Ребецкая Е.А., Полухин А.А.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия, kondaria@gmail.com

Введение

В бентосном сообществе умеренного пояса основную роль в захоронении органического и карбонатного углерода играют морские раковинные организмы (в основном моллюски). Шельф Черного моря является примером района, где сравнительно короткоживущие моллюски (в среднем 5-6 лет) являются основой бентосных сообществ и населяют зону глубин от уреза воды до 100-120 м вдоль всего побережья.

В 2021 г. Министерство науки и высшего образования РФ запустило пилотный проект карбоновых полигонов для оценки потоков климатически активных газов в разных природных зонах. На северо-восточном побережье Чёрного моря был образован карбоновый полигон «Геленджик», одной из задач которого стала оценка вклада местной донной биоты в потоки углекислого газа и цикл углерода.

Несмотря на то, что раковины отмирающих моллюсков захораниваются в осадках, выводя диоксид углерода из цикла, моллюски выделяют CO_2 не только в процессе дыхания, но и в процессе синтеза раковины, поглощая HCO_3^- из окружающей среды. Вклад современных бентосных экосистем шельфа Чёрного моря в секвестирование и эмиссию атмосферного углерода остается малоизученной областью. Особенно актуальными такого рода исследования становятся в условиях климатических изменений, появления новых чужеродных видов и растущей антропогенной нагрузки.

Цель работы - экспериментальная оценка скорости потребления кислорода и выделения диоксида углерода массовыми видами двустворчатых моллюсков, обитающих на полигоне (*Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906), *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), *Pitar rudis* (Poli, 1795) и *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758)).

Массовые виды двустворчатых моллюсков рыхлых и скальных грунтов



Анадара *Anadara kagoshimensis*



Питар *Pitar rudis*



Хамелея *Chamelea gallina*



Мидии *Mytilus galloprovincialis*

По 5 экземпляров моллюсков помещали в 4 затемненных сосуда после предварительной акклимации, пятый такой же сосуд оставляли контрольным. Воду для экспериментов фильтровали через фильтр с диаметром пор 0,22 мкм. Время экспозиции в герметичных сосудах составляло 3 часа.

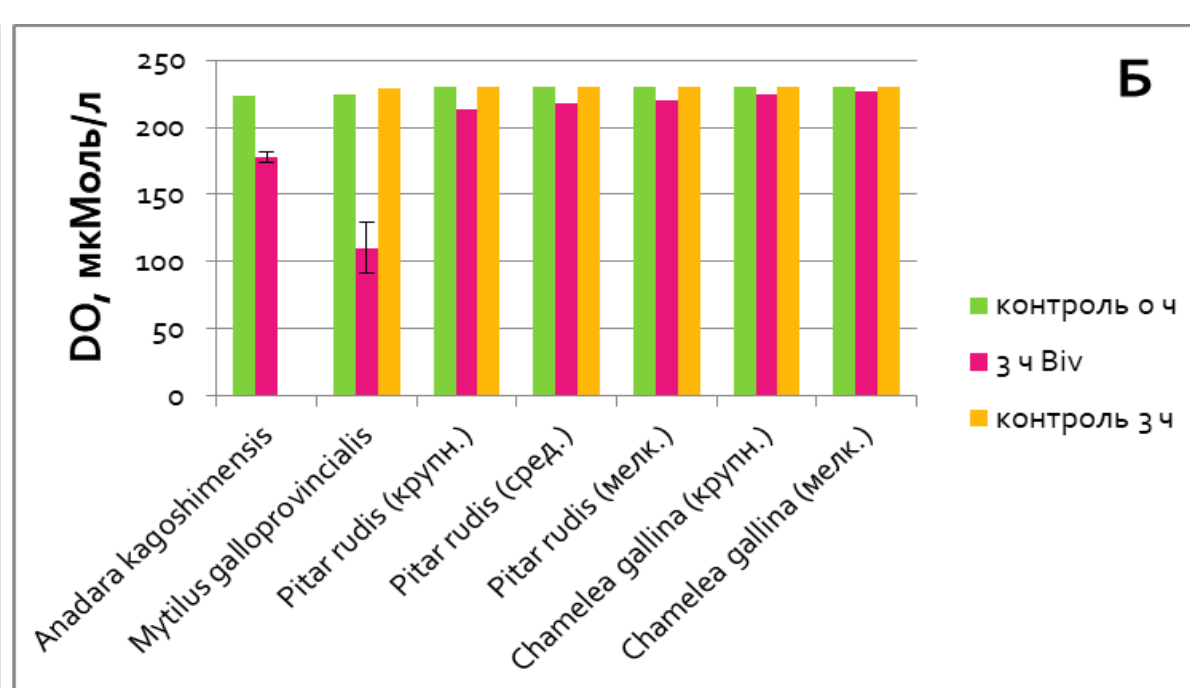
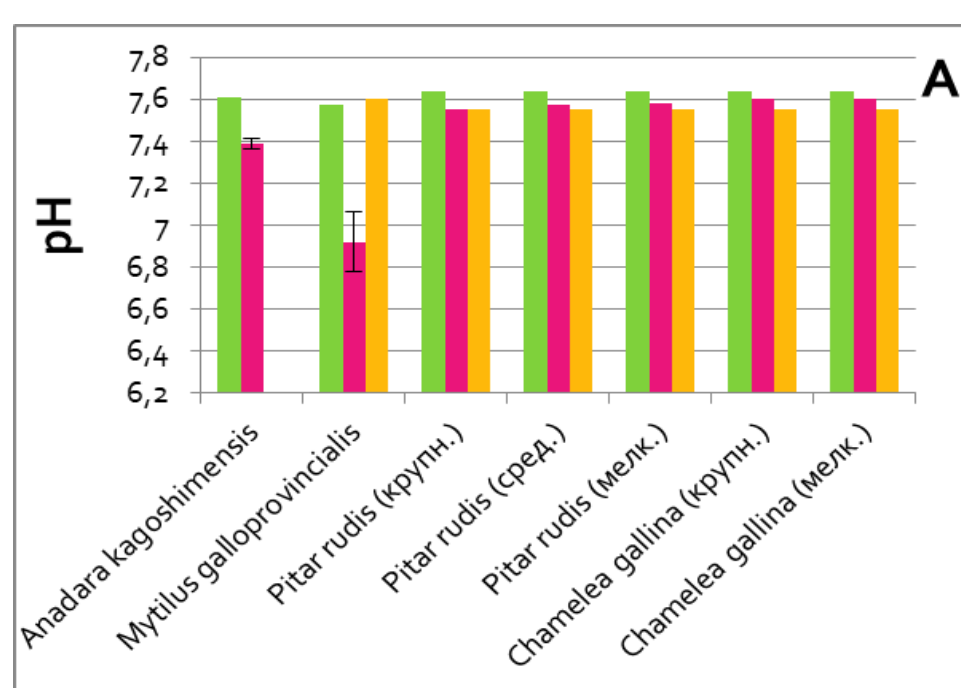


Оценка поставки углекислого газа моллюсками.
В – ориентировочная биомасса моллюсков в среднем на северо-восточное побережье Черного моря.

Вид	В (г/м²)	Поступле- ние CO_2 (мкМоль /г·год)	Поступле- ние CO_2 (мМоль /м²·день)	Поступле- ние CO_2 (мМоль /м²·год)
<i>Anadara kagoshimensis</i>	50	2485	0,3	124
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	500	17074	23,4	8537
<i>Pitar rudis</i> (крупн.)	25	9037	0,6	226
<i>Pitar rudis</i> (сред.)	15	11165	0,5	167
<i>Pitar rudis</i> (мелк.)	5	12696	0,2	63
<i>Chamelea gallina</i> (крупн.)	15	11271	0,5	169
<i>Chamelea gallina</i> (мелк.)	5	18774	0,3	94

До и после экспозиции проводили измерения гидрохимических параметров: концентрации кислорода, pH, щелочности, температуры, солености, аммиака.

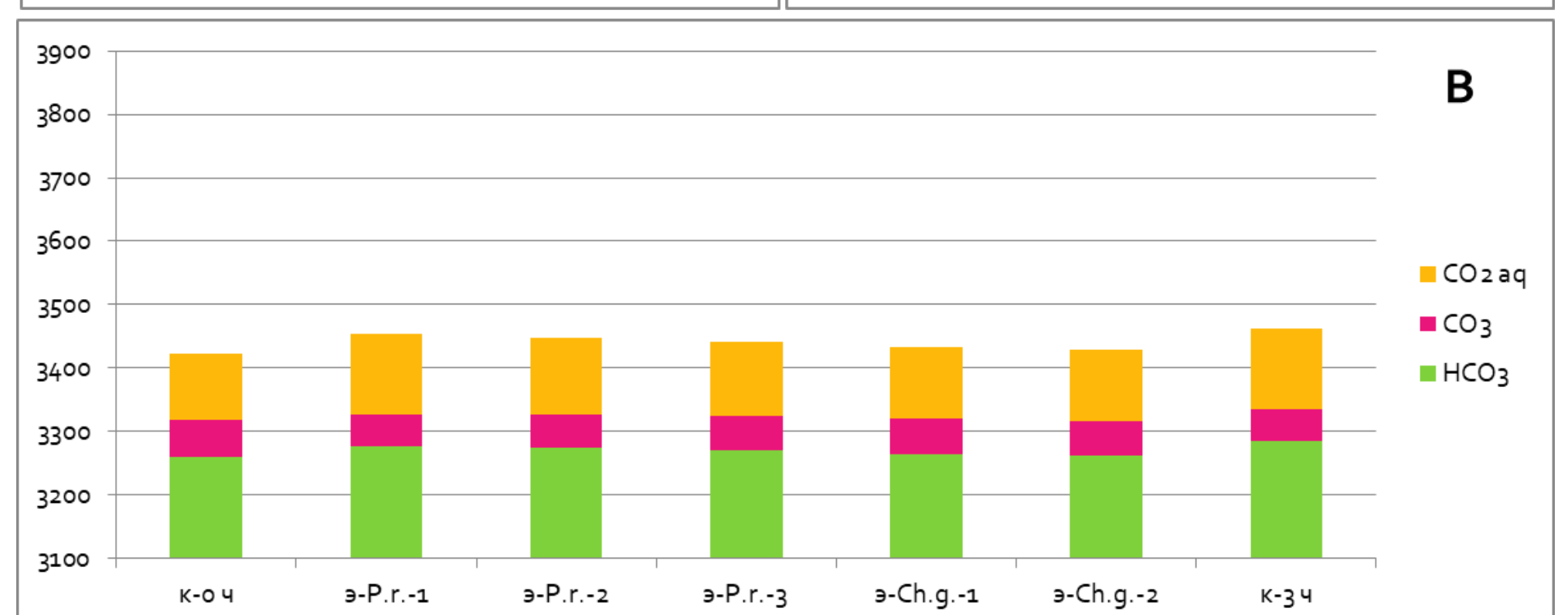
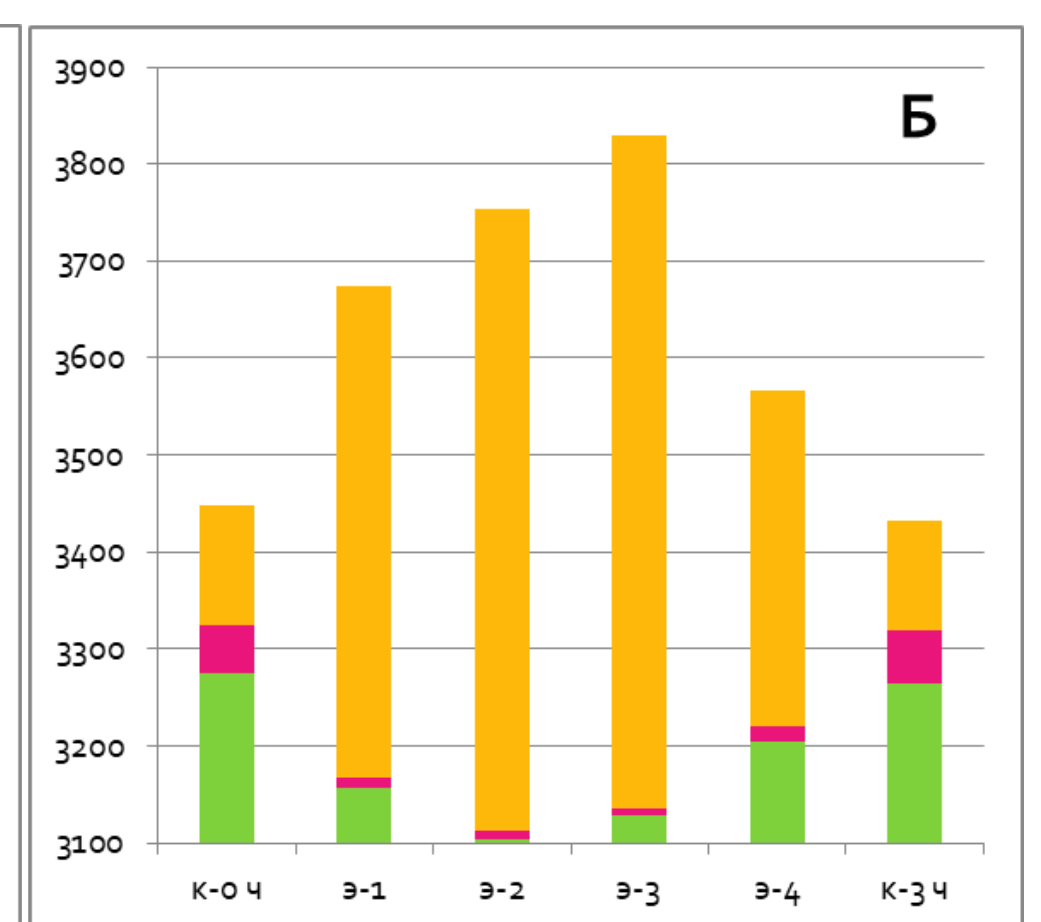
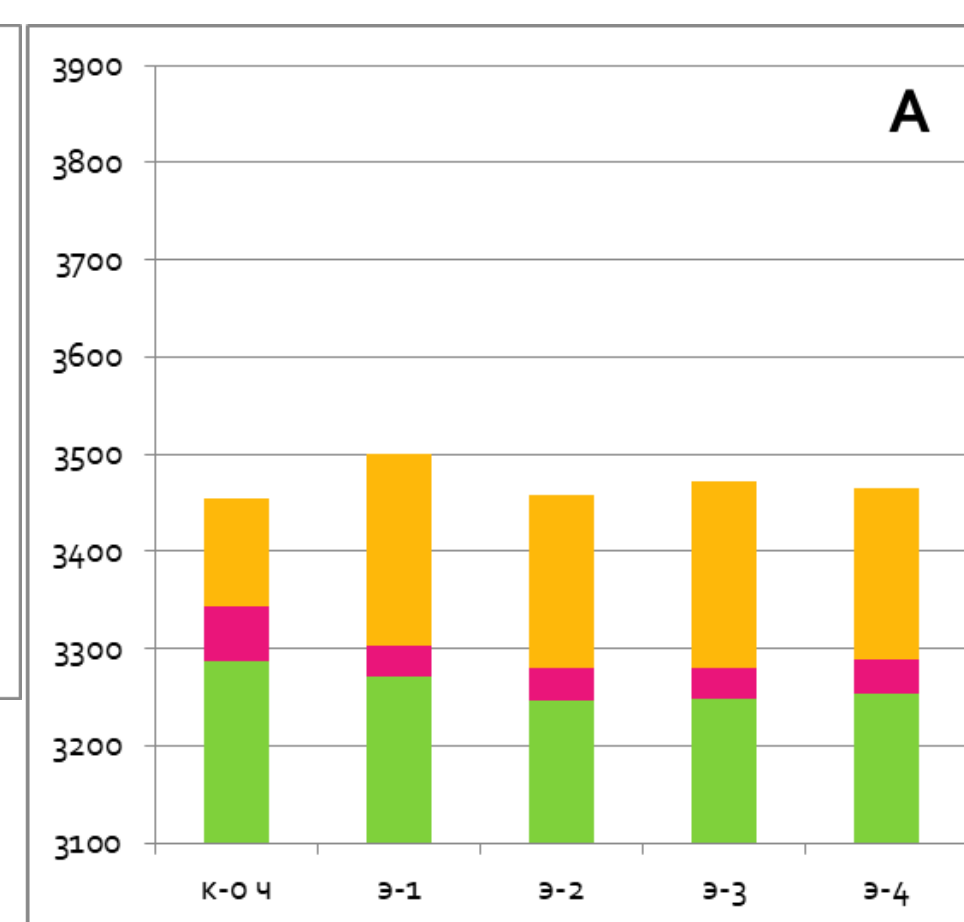
Выполняли расчет характеристик карбонатной системы в программе Co2SYS: общей концентрации CO_2 (TCO_2), гидрокарбонат иона (HCO_3^-), карбоната (CO_3^{2-}) и растворенного CO_2 ($\text{CO}_2 \text{ aq}$), а также парциального давления CO_2 ($p\text{CO}_2$), насыщения арагонитом (Ω_{ar}) и кальцитом (Ω_{ca}). Скорость потребления кислорода и выделения CO_2 приводили к сырой массе моллюсков. Поток CO_2 пересчитывали на площадь дна на основании известных средних биомасс каждого вида на полигоне.



Результаты измерения pH (а) и растворенного кислорода (б) в экспериментальных емкостях.

Выводы:

- ✓ Суммарное выделение CO_2 моллюсками составляло:
 - $0,3 \pm 0,3$ мкМоль CO_2 на 1 г веса в час у анадар,
 - $1,9 \pm 0,7$ мкМоль CO_2 на 1 г веса в час у мидий,
 - $1,0-1,5$ мкМоль CO_2 на 1 г веса в час у питаров.
- ✓ На основании полученных в эксперименте значений скорости поставки углекислого газа в моллюсками можно приблизительно рассчитать среднюю поставку этими видами CO_2 в среду на Карбоновом полигоне (табл.).
- ✓ Эксперимент по оценке скорости потребления кислорода и выделения диоксида углерода, проведенный для массовых видов Bivalvia, среди которых есть как недавние вселенцы – *A. kagoshimensis*, так и автохтонные виды двустворчатых моллюсков, такие как *Ch. gallina*, *M. galloprovincialis* и *P. rudis* показал, что наиболее интенсивен газообмен у мидий *M. galloprovincialis*. У *A. kagoshimensis* зависимости поглощения и выделения газов – не линейные, что, по всей видимости, связано с наличием у них гемоглобина и более сложной системой регуляции этой ветви обмена.



Соотношение компонентов карбонатной системы в контроле и эксперименте: (А) анадара, (Б) мидия, (В) питар (P.r.) и хамелея (Ch.g.). к- контроль.

Предварительный расчет показал, что для временного масштаба «год» моллюски выделяют углекислого газа в процессе дыхания и образования раковины больше, чем секвестрируют. Однако, поскольку раковины в донных осадках сохраняются тысячами лет, то в геологическом масштабе эмиссию моллюсками CO_2 можно считать пренебрежимо малой.