

ДИНАМИКА $p\text{CO}_2$ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ВОД ЧЕРНОГО МОРЯ



Орехова Н.А.

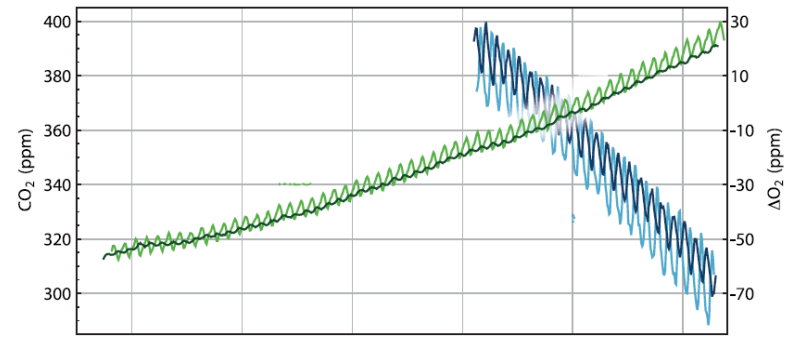
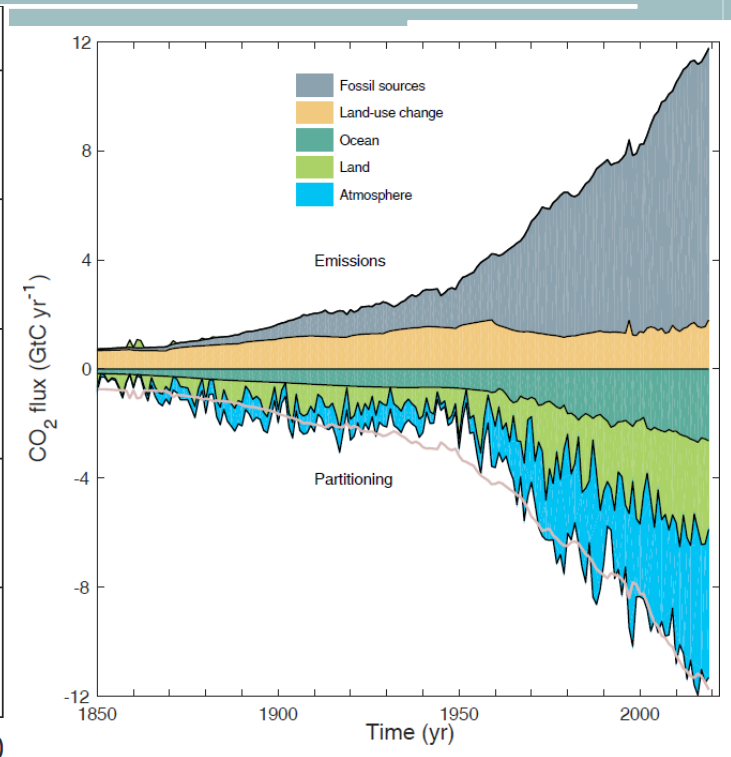
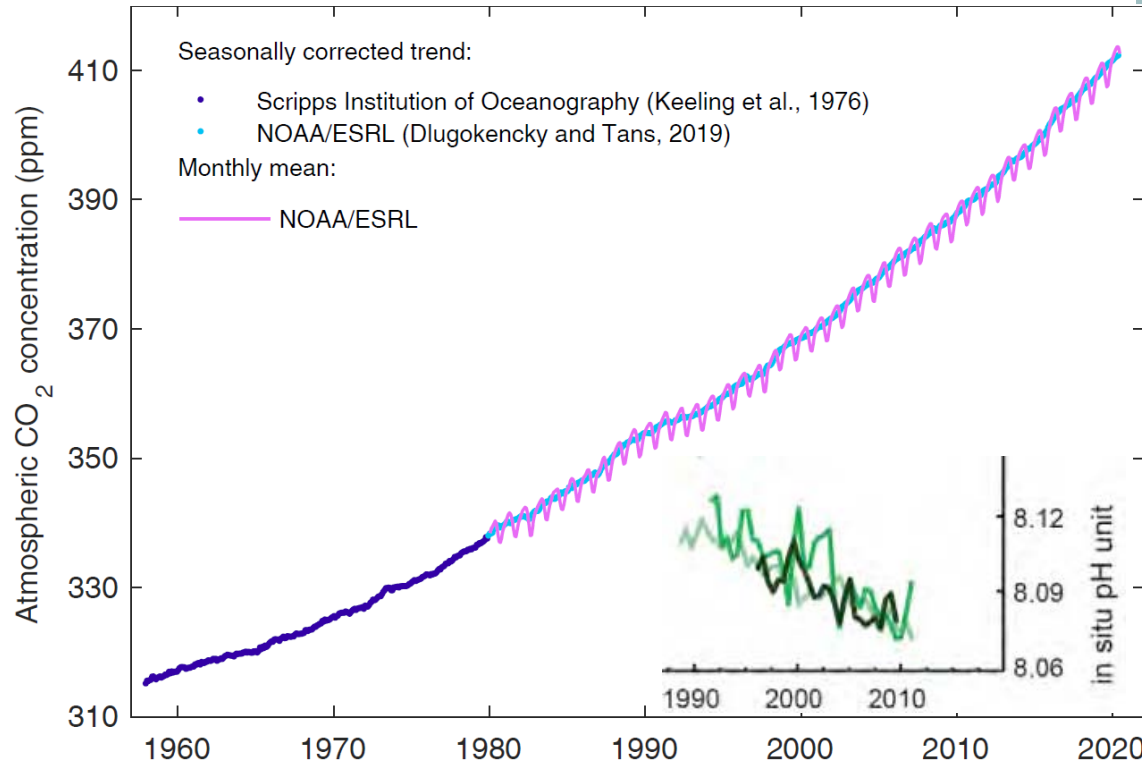
natalia.orekhova@mhi-ras.ru

Отдел биогеохимии моря
ФГБУН ФИЦ МГИ РАН

XVII Российская научно-техническая конференция «Современные методы и средства океанологических исследований»

Институт океанологии им. П.П. Ширшова,

г. Москва, 18 – 20.05.2021

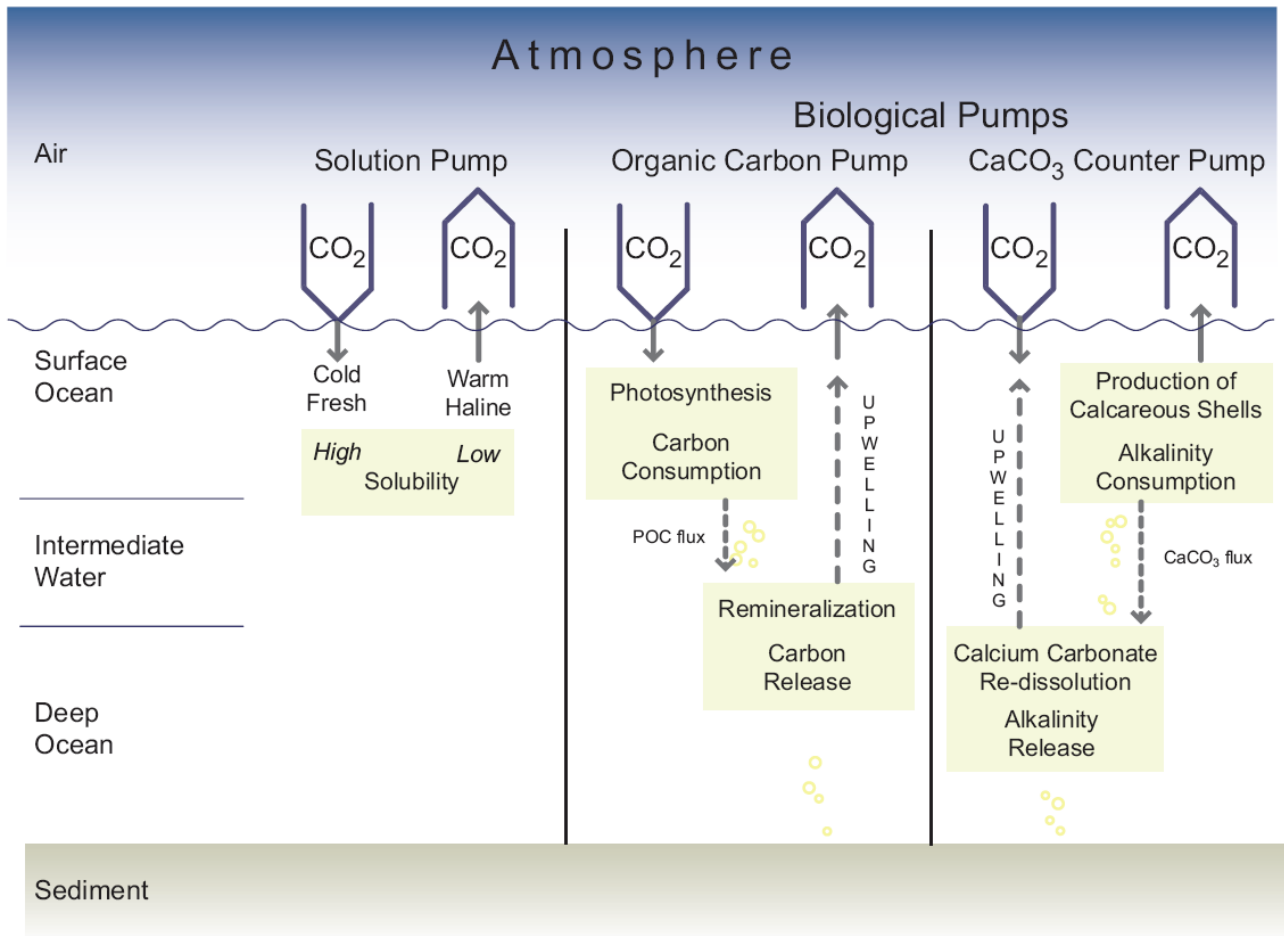


OCEAN ACIDIFICATION IN NUMBERS

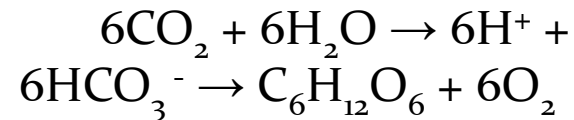
- 40%** The increase in atmospheric carbon dioxide (CO₂) levels since the start of the industrial revolution.
- 26%** The increase in ocean acidity from preindustrial levels to today.
- about 170%** The projected increase in ocean acidity by 2100 compared with preindustrial levels if high CO₂ emissions continue (RCP* 8.5).
- 10 times** The current rate of acidification is over 10 times faster than any time in the last 55 million years.
- 24 million** The number of tonnes of CO₂ the ocean absorbs every day.

Global Carbon Budget 2020
 Pierre Friedlingstein et al., 2020

Механизм поступления CO₂ в океан

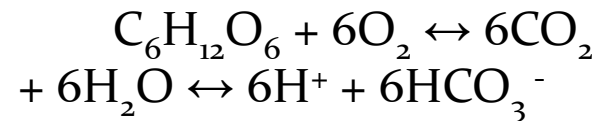


(1) фотосинтез:



↓ CO₂

(2) Окисление органического вещества:

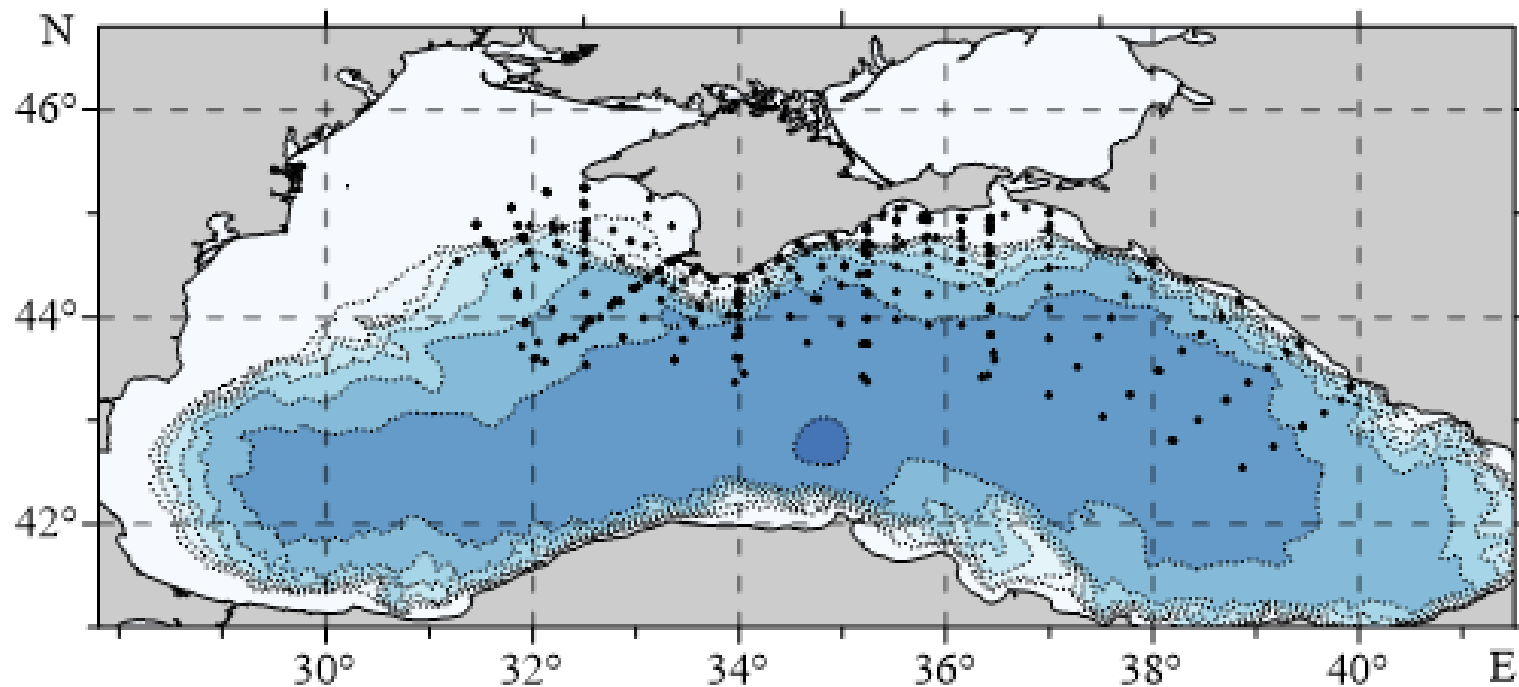


↑ CO₂

Цель работы

Исследование динамики $p\text{CO}_2$ в поверхностном слое вод, анализ основных факторов, обуславливающих современное распределение $p\text{CO}_2$ в Черном море.

Район исследования



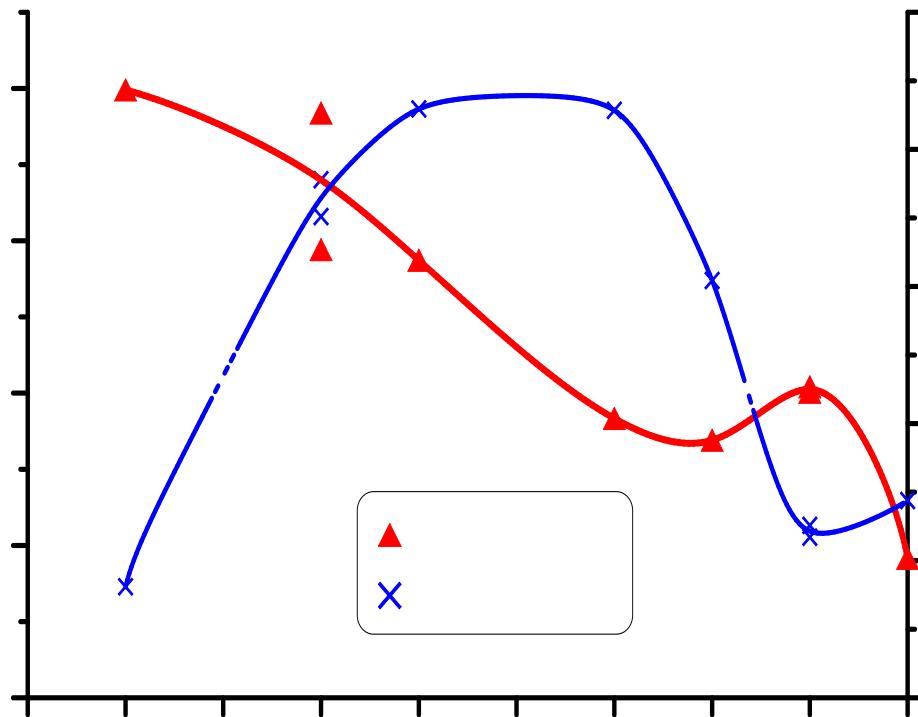
НИС «Профессор Водяницкий» в 2016–2019 гг. в различные гидрологические сезоны (с апреля по декабрь)

Рейс	Шельфовые районы				Глубоководная часть			
	pCO ₂ , мкатм медиана	pCO ₂ , мкатм диапазон	температу- ра	соленость	pCO ₂ , мкатм медиана	pCO ₂ , мкатм, диапазон	температу- ра	соленость
ПВ 87 06-07.16	348±17	306–395	25,18±0,45	17,70±0,20	369±13	321 – 393	25,17±0,66	18,10±0,18
ПВ 89 09-10.16	310±15	245–335	20,26±0,99	18,16±0,03	300±24	266 – 417	19,92±1,03	18,20±0,13
ПВ 91 11-12.16	330±22	287 – 406	13,06±0,75	18,24±0,05	311±11	289 – 342	12,13±0,65	18,29±0,07
ПВ 94 04-05.17	409±19	359 – 472	8,67±1,42	18,37±0,05	398±15	373 – 440	12,12±1,15	18,34±0,05
ПВ 95 06-07.17	394±23	370 – 477	21,23±1,95	18,14±0,16	394±12	372 – 429	22,64±1,43	18,27±0,23
ПВ 98 11.17	312±17	293 – 377	13,67±0,52	18,27±0,07	326±12	303 – 361	12,51±0,49	18,43±0,04
ПВ 102 06-07.18	360±17	309 – 409	22,76±0,93	18,17±0,13	355±23	310 – 430	23,28±0,89	18,19±0,10
ПВ 103 08-09.18	309±10	284 – 340	25,25±0,50	17,82±0,17	314±8	280 – 338	25,00±1,52	18,16±0,14
ПВ 105 11-12.18	274±8	261 – 308	13,98±0,65	18,21±0,09	280±12	259 – 318	12,59±1,31	18,34±0,12

✓ средняя величина pCO₂ составила 339 мкатм;

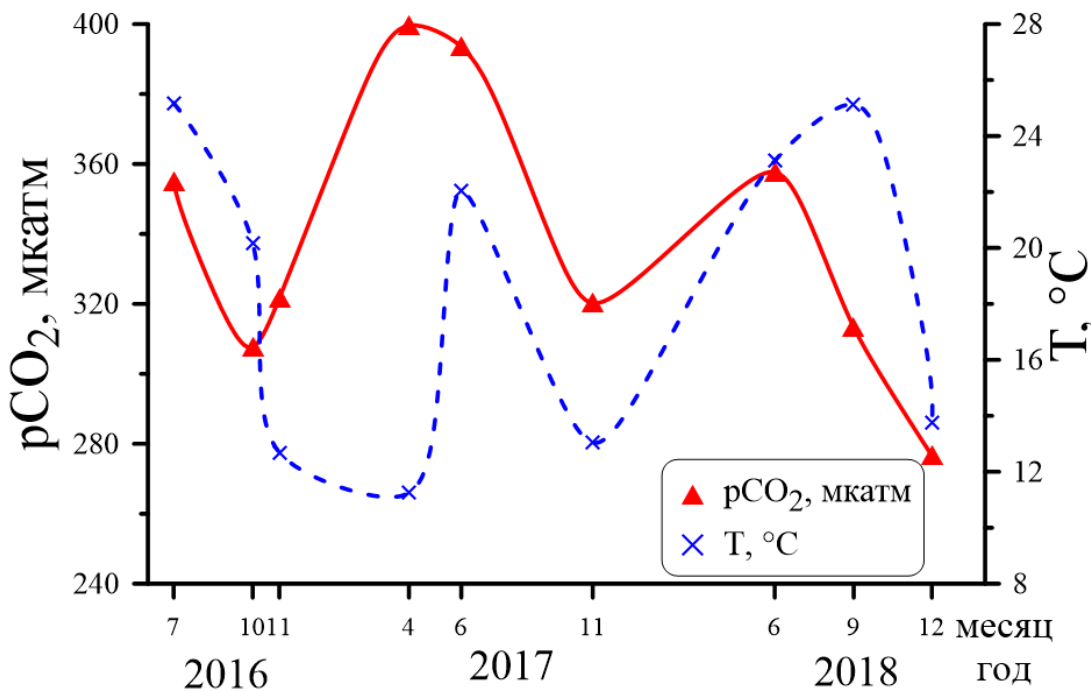
✓ наибольший разброс величин pCO₂ отмечен в шельфовой части

Внутригодовая изменчивость $p\text{CO}_2$



Max $p\text{CO}_2$ – апрель: поступление CO_2 с глубинными водами
 Летом $p\text{CO}_2$ снижается:
 биологические процессы
 деструкции органического
 вещества и за счет продукции CO_2
 в результате образования
 карбонатов.
 В сентябре снижение $p\text{CO}_2$ –
 снижение активности
 биологических процессов.
 В ноябре – увеличение $p\text{CO}_2$.
 Результат снижения температуры
 вод в рамках сезонных изменений
 и поступления CO_2 из глубинных
 слоев за счет вертикальной
 конвекции вод,
 активизирующейся в Черном
 море в этот период.

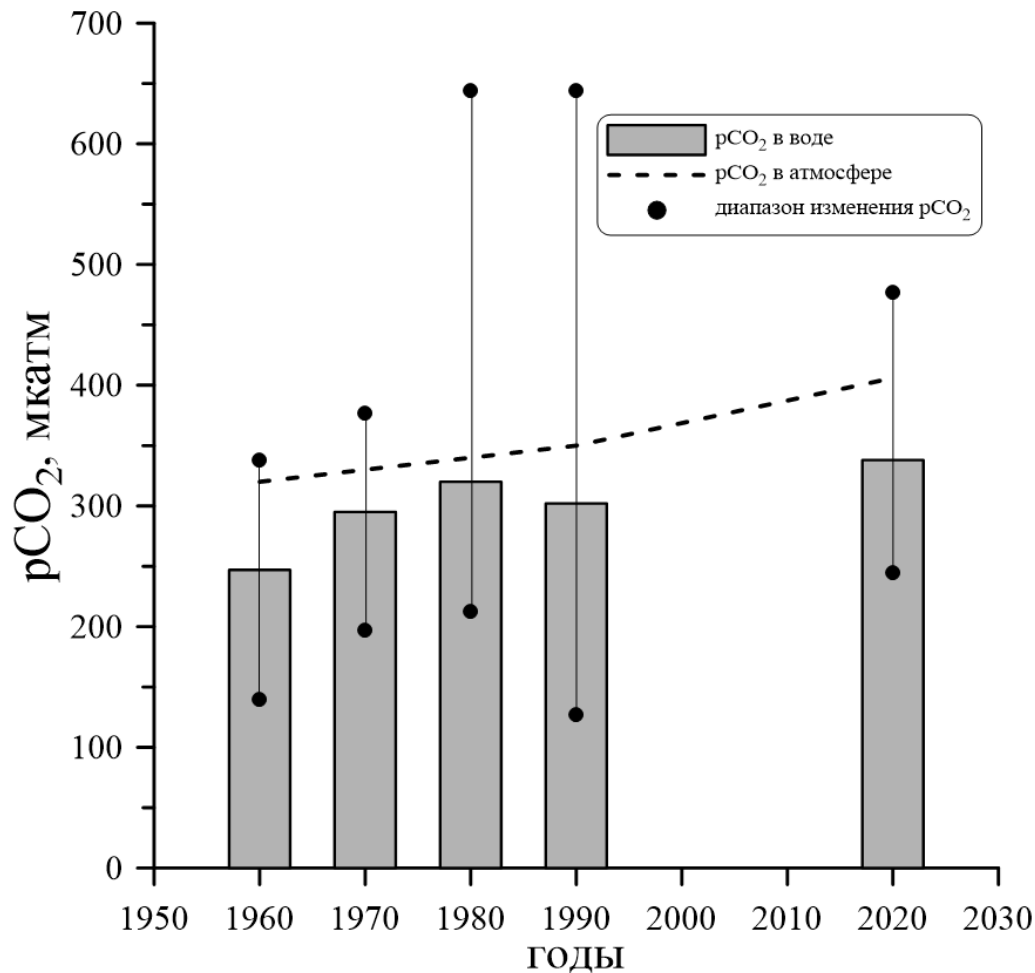
Динамика $p\text{CO}_2$



<https://www.nasa.gov/image-feature/turquoise-swirls-in-the-black-sea/>

Повышенные значения $p\text{CO}_2$ в 2017 г.. – вспышка цветения фитопланктона: биогеохимические процессы деструкции органического вещества; цветение кокколитофорид – процессы растворения карбонатов

Изменение $p\text{CO}_2$



Увеличение $p\text{CO}_2$:

- ✓ рост $p\text{CO}_2$ в атмосфере;
- ✓ изменения в системе карбонатных равновесий за счет деструкции ОВ, приведшими к увеличению запаса CO_2 как в поверхностном слое вод, так и в глубинных слоях.

Заключение

Отмечена тенденция к снижению уровня $p\text{CO}_2$ верхнего слоя вод Черного моря с апреля по декабрь. По сезонной динамике $p\text{CO}_2$ можно предположить, что абиотическая составляющая не является преобладающим фактором, определяющим изменчивость $p\text{CO}_2$. Основными процессами, определяющими динамику $p\text{CO}_2$ в верхнем слое вод являются биогеохимические процессы потребления и продукции органического вещества, а в период цветения кокколитофорид – еще и процессы растворения карбонатов.

Межгодовое увеличение $p\text{CO}_2$ при наблюдаемом снижении содержания биогенных элементов, может объясняться как непрерывным ростом $p\text{CO}_2$ в атмосфере, так и произошедшими изменениями в системе карбонатных равновесий, приведшими к увеличению запаса CO_2 как в поверхностном слое вод, так и в глубинных слоях. Прежде всего, периодически наблюдаемые вспышки цветения приводят к продуцированию значительного количества органического вещества. Известно, что основные процессы деструкции органического вещества происходят в верхнем деятельном слое.

Спасибо за внимание

Работа выполнена в рамках гос.задания ФГБУН ФИЦ МГИ № 0555-2021-0005 (Прибрежные исследования) и 0555-2021-0004 (Океанологические процессы).