



УДК 556.114

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОТОКОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА МЕЖДУ ВОДОЙ И АТМОСФЕРОЙ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА МОЖАЙСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Гончаров Александр Валентинович, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник
Географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия, 119991, Москва,
Ленинские горы, д. 1

Пронина Юлия Олеговна, научный сотрудник, Институт океанологии им. П. П. Ширшова
РАН, Россия, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФ № 25-27-00016

Аннотация. Исследования проводили в Можайском водохранилище на протяжении 2019 г. и в мае 2025 г. - с применением высокочастотных измерений. Показано, что потоки CO_2 зависят от погодных условий. При антициклональной погоде и наступлении вертикальной стратификации летом 2019 г., складывались условия для поглощения CO_2 водоемом со скоростью около $0.6 \text{ ммоль}CO_2/m^2 \cdot \text{сут}$. При циклональной погоде, вызывавшей вертикальное перемешивание водоема, накопленный в придонных слоях CO_2 выделялся из водоема со скоростью около $6.4 \text{ ммоль}CO_2/m^2 \cdot \text{сут}$. Во второй половине мая 2025 г. CO_2 выделялся из водоема, испытывая значительные внутрисуточные колебания.

Ключевые слова: Можайское водохранилище, углекислый газ, погода, вертикальное перемешивание, обмен CO_2 с атмосферой

Изучение обмена CO_2 между водоемом и атмосферой имеет большое значение с точки зрения оценок изменения климата [2]. Конечно, основную роль в этих процессах играет океан, однако изучать закономерности происходящих процессов можно и на небольших водоемах. С этой точки зрения, Можайское водохранилище достаточно удобно - оно хорошо изучено и является модельным объектом во многих лимнологических исследованиях [1]. Целью нашей работы является изучение особенностей потоков CO_2 между водоемом и атмосферой при изменении погодных условий.

Наблюдения проводили в течение 2019 г. и во второй половине мая 2025 г. с помощью логгеров, установленных в водохранилище. CO_2 в воде определяли по значениям рН и общей щелочности. Разность парциальных давлений CO_2 в воде и атмосфере служила основой для оценки потоков газа между водой и атмосферой при известной скорости ветра. Измерения CO_2 в атмосфере проводили с помощью газоанализатор SBA-5.

Результаты показывают, что во время наблюдений 17-25 мая 2025 г. наблюдался прогрев водоема и установление вертикальной стратификации; увеличивалось значение рН, свидетельствующее об усилении фотосинтеза. Соответственно, содержание CO_2 в поверхностном слое снижалось - с максимальных 829 ppm до 595 ppm. Эти значения существенно превышали содержание CO_2 в атмосфере (430-454 ppm), поэтому углекислый газ выделялся из воды в атмосферу. Интенсивность потока снижалась, вместе с усилением

стратификации и уменьшением скорости ветра в течение рассматриваемого промежутка времени.

Эти результаты соответствуют тем, которые были получены нами ранее по наблюдениям на Можайском водохранилище в 2019 г. Тогда выделение CO_2 из водоема тоже происходило в периоды весеннего и осеннего перемешивания водоема, а также летом при наступлении циклональной погоды (см. рис.1). Скорость выделения газа составляла около $6.4 \text{ ммольCO}_2/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$ осенью.

Поглощение CO_2 водоемом происходило летом; интенсивность этого потока была значительно меньше, чем осенью и составляла около $0.6 \text{ ммольCO}_2/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$. Такое различие объясняется тем, что в периоды перемешивания водной массы, большие количества газа, накопленные в придонных слоях водоема, поднимаются к поверхности и далее – в атмосферу.

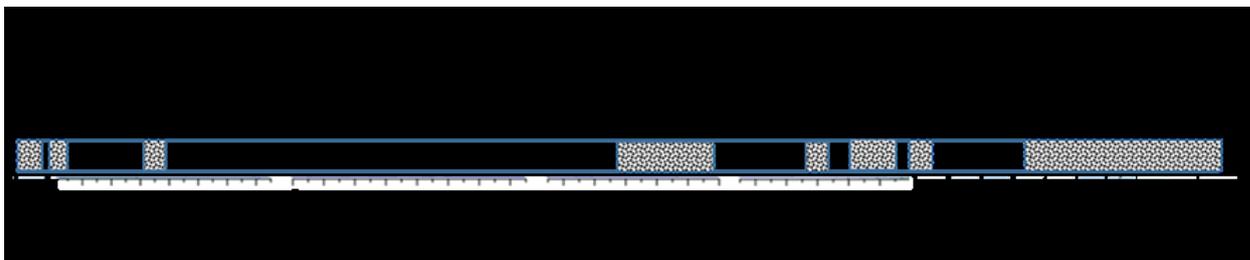


Рис. 1. Периоды выделения и поглощения углекислого газа Можайским водохранилищем в 2019 г.

Список литературы:

1. Гидроэкологический режим водохранилищ Подмосковья (наблюдения, диагноз, прогноз). Пуклаков В.В., Даценко Ю.С., Гончаров А.В., Эдельштейн К.К., Гречушников М.Г., Ершова М.Г., Белова С.Л., Соколов Д.И., Пуклакова Н.Г., Ерина О.Н., Аракелянц А.Д. место издания Перо Москва, 2015, 284 с.
2. Гулев С.К. Глобальные изменения климата и мировой океан // Проблемы прогнозирования. 2023. № 6 (201). С. 25-36. DOI: 10.47711/0868-6351-201-25-36

VARIABILITY OF CARBON DIOXIDE FLUXES BETWEEN WATER AND ATMOSPHERE ACCORDING TO OBSERVATIONS AT MOZHAISK RESERVOIR

Aleksandr V. Goncharov, Yulia O. Pronina

Abstract. The studies were conducted in Mozhaisk reservoir throughout 2019 and in May 2025 using high-frequency measurements. It is shown that CO_2 fluxes depend on weather conditions. With anticyclonal weather and the onset of vertical stratification in the summer of 2019, conditions developed for CO_2 absorption by the reservoir at a rate of about $0.6 \text{ MMOLCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{day}$. During cyclonic weather, which caused vertical mixing of the reservoir, the CO_2 accumulated in the bottom layers was released from the reservoir at a rate of about $6.4 \text{ MMOLCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{day}$. In the second half of May 2025 CO_2 was released from the reservoir, experiencing significant intra-day fluctuations.

Keywords: Mozhaisk reservoir, carbon dioxide, weather, vertical mixing, CO_2 exchange with the atmosphere