

КРАТКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ ОБ ЭКСПЕДИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИПТС В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2023 ГОДА

ВВЕДЕНИЕ

В современную климатическую эпоху значительное внимание исследователей направленно на получение оценок тенденции понижения величины рН в поверхностных водах Мирового океана и его окраинных морей. Подкисление океана, вызванное увеличением CO_2 в нижней тропосфере антропогенного происхождения, является серьезной проблемой, так как оказывает негативное влияние на морские экосистемы [1,2]. Тенденции изменения величины рН, наряду с глобальным потеплением, признано считать одним из основных проявлений антропогенного изменения климата. Черное море, как часть Мирового океана, также подвержено антропогенным воздействиям, возникающим в результате роста концентрации CO_2 в приземном слое тропосферы. В связи с этим сотрудники Института природно-технических систем проводят регулярные экспедиционные исследования по изучению пространственно-временной изменчивости величины рН в поверхностном и промежуточном слоях вод Черного моря. По результатам каждой экспедиции на НИС «Профессор Водяницкий», пополняется уникальный массив данных о поле рН, который необходим для получения обоснованных оценок тенденции изменения величины рН в водах Черного моря.

В настоящем отчете представлены материалы о ходе выполнения экспедиционных исследований отрядом ИПТС в 127 и 128 рейсах НИС «Профессор Водяницкий» и краткая информация о полученных результатах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Определение величины рН. Пробы воды для определения рН отбирались в емкости необходимого объема на выборочных станциях не менее 3-4 раз в сутки с поверхности и с горизонтов 50 и 75 метров – батометрами ФИЦ ИнБЮМ. Номера и количество проб, отобранных в течении каждого рейса, представлены в таблицах 1 и 2. Величина рН определялась с помощью лабораторного рН-метра (рН-150МИ) совместно с электродной системой, включающей измерительный и вспомогательный электроды. Измерительный электрод представляет собой стеклянный электрод с допустимой величиной электрического сопротивления от 10 до 1000 мОм. Вспомогательный электрод – хлорсеребряный электрод с электрическим сопротивлением не более 20 кОм. Вода отбирались в мерные колбы. Значение рН фиксировалось после погружения электродов в пробу до достижения стабильных показаний. Величина рН определялась сразу после отбора проб.

Поскольку температура и давление *in situ* отличалась от условий, при которых проводились измерения рН, то полученные значения водородного показателя не являлись корректными без учета соответствующих поправок. Потому для каждого измерения была введена температурная поправка. Формула для вычисления рН *in situ* имела вид:

$$pH_{in\ situ} = pH_{изм} + k(t_1 - t_2), \quad (1)$$

где $pH_{изм}$ – измеренное значение рН при температуре в момент измерения;

t_1 – температура исследуемой пробы в момент измерения;

t_2 – температура воды *in situ*

k – температурный коэффициент.

Температурный коэффициент равен 0,0118 ед.рН/°С при давлении 101324 Па. Эта формула верна для всех значений солености и температуры только для глубин до 500 м., на которых влияние гидростатического давления незначительно и находится в пределах погрешности измерения рН [3].

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таблица 1. Общая информация об определении величины рН в экспедиции на НИС «Профессор Водяницкий» в 127 рейсе (14 июня 2023 г. – 07 июля 2023 г)

Наблюдения			
Виды наблюдений	Структурная единица	Количество проб	№ станций
Величина рН	Число измерений	105 – с поверхности; 63 – с горизонта 50 м; 43 – с горизонта 75 м.	116 104.1 117 116.1
			134 134.1 135 137
			137.1 140 140.1 138
			139 139.1 138.1 149
			154 156 157 157.1
			160.2 160 159 158
			160.1 161.1 169 167
			170 171 165 218
			218.1 209 210 209.1
			212 161 157 104.1
			117 116.1 120 119
			118 118.1 119.1 120.1
			137 137.1 136.1 135.1
			140 140.1 150 151
			153 154 156 157
			157.1 158 160.1 161.1
			161 169 167 170
			171 182 191 188
			206 204 192 202
			208 209 209.1 212
			213 213.1 215.1 235.1
			235 215 196 192
			204 184 187 176
173 172 161			
157.1 150 151 138.1			
138 136.1 137.1 137			
116.1			

Таблица 2. Общая информация об определении величины рН в экспедиции на НИС «Профессор Водяницкий» в 128 рейсе (01 августа – 25 августа 2023 г.)

Наблюдения			
Виды наблюдений	Структурная единица	Количество проб	№ станций
Величина рН	Число измерений	98 - с	104.1 117 116.1 120 119 118
		поверх-	118.1 119.1 120.1 137
		ности; 47 -	137.1 136.1 135 134.1 134
		горизонта	135.1 139 139.1 140.1 139.1
		50 м; 37 –,	149 150 151 153
		с горизонта	157.7 157 156 154 154 158
		75 м.	159 160 160.2 160,1 161.1
			170 169 168 167 171 166
			179 178 176 187 175
			188 190 191 192 196
			204 206 198 199 201
			208 210 211 236 235.1
			235 215 215.1 213.1
			236.1 213 212 209.1
			209 210 218.1 216
			218 166.1 165.1 170 161
			160.2 160 159 158 154 153
			154 156 157 149 149
			138.1 140.1 140 135.1
			134 116.1 117 116

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Величина рН, измеренная на поверхности моря в прибрежном районе юго-восточной части Крыма с 14 июня по 7 июля, изменялась в диапазоне: 8,17 – 8,55 ед. рН при среднем значении 8,35 ед. рН. В период с 1 по 25 августа значения рН изменялись от 8,12 до 8,44 ед. рН. Средняя величина рН в этот период составляла 8,28 ед. рН.

В Черном море величина рН понижается с глубиной (за исключением горизонтов 10–30 м в некоторые сезоны, [4]). Понижение рН в слое 60–150 м, по мнению ряда исследователей, связано с уменьшением интенсивности вентиляции вод и окислением сероводорода в зоне сосуществования H_2S и O_2 [5]. По другим данным такая зона отсутствует [6].

На горизонтах 50 и 75 метров с 14 июня по 7 июля величина рН изменялась в диапазоне от 8,12 до 8,38 при средней величине 8,26 ед. рН (на 50 м), и в диапазоне от 8,03 до 8,22 при средней величине 8,10 ед. рН (на 75 м). В августе на горизонте 50 м она изменялась от 8,08 до 8,40 при средней величине 8,22 ед. рН, а на горизонте 75 м – от 7,99 до 8,27 ед. рН, а средняя величина рН здесь составляла 8,13 ед. рН.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам экспедиционных исследований в 127 и 128 рейсе величина рН находилась в пределах климатической нормы. Систематизация полученных данных и их анализ позволит получить обоснованные оценки тенденций изменения величины рН в водах Чёрного моря.

Экспедиционные работы выполнялись в соответствии с темой государственного задания ИПТС. № госрегистрации 121122300072-3 «Фундаментальные и прикладные исследования закономерностей и механизмов формирования региональных изменений природной среды и климата под влиянием глобальных процессов в системе океан-атмосфера и антропогенного воздействия»

ЛИТЕРАТУРА

1. Andersson A.J., Mackenzie F.T., Bates N.R. Life on the margin: implications of ocean acidification on Mg-calcite, high latitude and cold-water marine calcifiers // Marine Ecology Progress Series. 2008. Vol. 373. P. 265–273.
2. Ries J.B. Skeletal mineralogy in a high-CO₂ world // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 2011. Vol. 403. P. 54–64.
3. Рябинин А.И., Шибаета С.А. Инструментальные методы анализа в экологии: Учебное пособие. – Севастополь: СИЯЭиП, 2022. – 168 с.
4. Полонский А.Б., Гребнева Е.А. Климатическое распределение рН в глубоководной части Черного моря // Системы контроля окружающей среды, ИПТС. 2017. № 10 (30). С. 88–95.
5. Симонов А.И., Альтман Э.Н. Гершанович Д.Е. (ред.) Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. СПб: Гидрометеоздат, 1992. Т. 4: Черное море, вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. 220 с.
6. Безбородов А.А., Новоселов А.А. Новые данные о распределении кислорода на границе аэробных вод в Черном море. Пересмотр устоявшихся представлений. Севастополь: МГИ АНУ. Деп. ВИНТИ, 1989, № 6773-В 89. 18 с.