

Оценка связи общей щёлочности и pH с солёностью в водах Карского моря

Научный руководитель – Полухин Александр Анатольевич

Шабалкин Максим Павлович

Студент (бакалавр)

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Институт химии и проблем устойчивого развития (ИПУР), Кафедра ЮНЕСКО "Зелёная химия для устойчивого развития Москва, Россия

E-mail: shabalmax1980@gmail.com

Общая щёлочность A_T морских вод, являющаяся одним из ключевых параметров карбонатной системы, напрямую связана со значением pH. Общая щёлочность образца морской воды – это сумма акцепторов ионов водорода в растворе, в основном обусловленная продуктами диссоциации угольной кислоты.

Актуальность работы обусловлена тем, что Северный Ледовитый океан и арктические моря России, в частности, являются одними из наиболее уязвимых к закислению областей земного шара [2]. Закисление – процесс увеличения концентрации ионов водорода в воде под воздействием различных факторов. Фиксируется ежегодное увеличение речного стока в арктические моря, в том числе в Карское море [1]. Из-за усиления притока речных вод с низкой солёностью могут интенсифицироваться процессы закисления в морях российской Арктики, создавая угрозу для местных экосистем.

В период 2020–2022 гг. проводились комплексные исследования ИОРАН Карского моря над порогом Брусилова на разрезе длиной 124 км в течение 81-го, 83-го и 89-го рейсов НИС «Академик Мстислав Келдыш». Отбор проб осуществлялся в 2020 и 2022 г. в сентябре, в 2021 г. в июле на глубинах от 28 до 180 м, для проб определялись температура T ($^{\circ}C$), солёность S (PSU), значение pH по шкале NBS. Обработка и визуализация данных осуществлялись в программной среде Golden Software Grapher 19.

Зависимость общей щёлочности от солёности была оценена по линейному тренду (рис. 1). Коэффициент корреляции для всех трех лет составил $R \approx 1$, что указывает на сильную положительную линейную связь. Величина R^2 за весь период также была близка к единице, поэтому можно говорить, что солёность – ключевой фактор, обуславливающий $>96\%$ вариаций общей щёлочности. Таким образом, прогнозы по связи A_T и S должны быть достаточно надёжны.

Связь pH с солёностью была оценена по линейному и ортогонально-полиномиальному трендам (рис. 2). Линейный тренд не выявил значимой связи между pH и S : коэффициент корреляции R не превышал 0,12, а $R^2 \ll 1$, что делает прогнозирование линейной зависимости невозможным. Ортогонально-полиномиальный тренд показал умеренную корреляцию между pH и S в сентябре 2020 и 2022 гг. ($R=0,60$ и $0,37$; $R^2=0,36$ и $0,14$, соответственно); в июле 2021 г. значения R и R^2 были значительно ниже ($R=0,123$; $R^2=0,015$), что указывает на низкую корреляцию между pH и S . Таким образом, связь между pH от S имеет сезонный характер, что согласуется с более сильной стратификацией вод в сентябре по сравнению с июлем в Карском море.

На основании этой информации можно заключить, что речной сток пресной воды играет ключевую роль в изменчивости A_T и ограниченную в изменении значений pH на пороге Брусилова.

Источники и литература

- 1) Polukhin A. The role of river runoff in the Kara Sea surface layer acidification and carbonate system changes // Environmental Research Letters. 2019. V. 14. № 10. 105007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab421e>
- 2) Steinacher M., Joos F., Frölicher T. L., Plattner G.-K., Doney S. C. Imminent ocean acidification in the Arctic projected with the NCAR global coupled carbon cycle-climate model. Biogeosciences. 2009. V. 6. № 4. P. 515–533. <https://doi.org/10.5194/bg-6-515-2009>

Иллюстрации

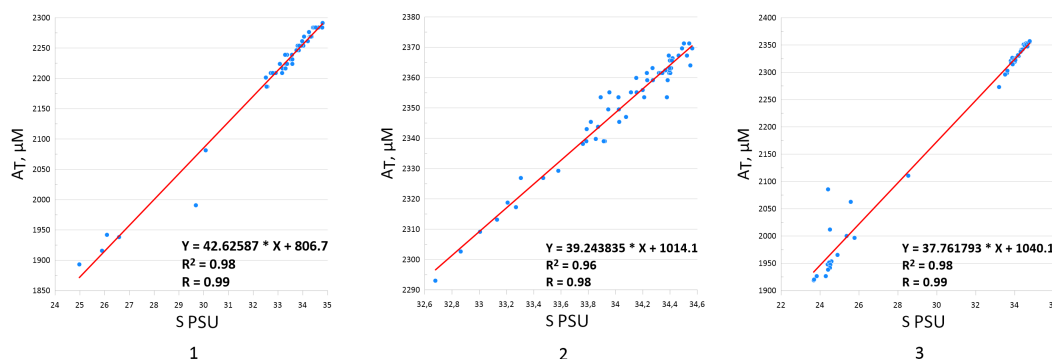


Рис. : 1. Связь общей щёлочности АТ и солёности S: 1 – сентябрь 2020 г., 2 – июль 2021 г., 3 – сентябрь 2022 г.

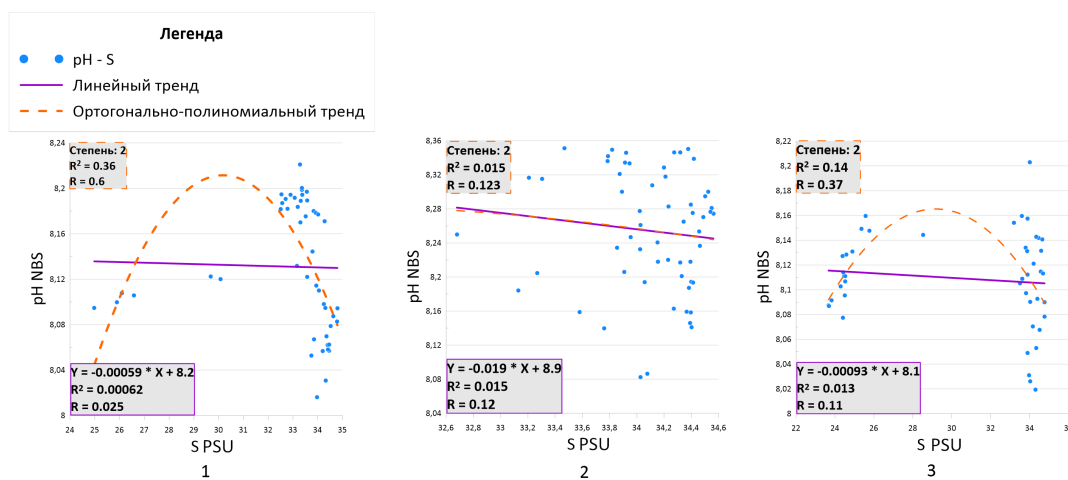


Рис. : 2. Связь pH и солёности S: 1 – сентябрь 2020 г., 2 – июль 2021 г., 3 – сентябрь 2022 г.