

РЕЦЕНЗИЯ № 2

на статью «ГИПОКСИЯ И АНОКСИЯ В ГДАНЬСКОЙ ВПАДИНЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В 2021–2023 гг.»

авторского коллектива: **Е. С. Бубнова, К. А. Ефимова, В. В. Сивков**

Изучение окислительно-восстановительных условий Балтийского моря в связи с периодическим развитием анаэробных условий и появлением сероводорода в глубоководных его котловинах является актуальной задачей. Известно, что дефицит кислорода и дальнейшее развитие гипоксии оказывает губительное воздействие на всю экосистему Балтийского моря, прежде всего, на биологические организмы. Отсутствие дополнительного поступления в придонный слой свежих вод с затоками приводит к полному исчезновению растворенного кислорода, образованию сероводорода и развитию анаэробных условий. В связи с этим необходим систематический мониторинг гидрохимического режима Балтийского моря, позволяющий оценить не только его современное экологическое состояние, но описать сценарий возможных изменений.

Балтийское море считается одним из самых изученных морей Мирового океана, однако до сих пор существуют разные оценки времени наступления сероводородного заражения глубинного слоя в разных глубоководных котловинах, их периодов, а также прогнозы дальнейшего их возникновения. Поэтому цель данной работы является актуальной океанологической задачей.

Однако у рецензента есть ряд замечаний к работе, которые приведены ниже.

№	Вопросы и Критерии рецензирования	Да	Нет	Примечание
1.	Соответствует ли статья тематике журнала? (Если нет, остальное не заполняется)	Да		
2.	Соответствует ли статья правилам оформления, принятым в журнале?	Да		
3.	Есть ли у рецензента замечания?	Да		
4.	Статья содержит новые результаты?	Да		
5.	Название соответствует содержанию материалов?	Да		Не совсем так – в статье нет связи окислительно-восстановительных условий с гипоксией/аноксией
6.	Присутствует ли логичность и последовательность изложения материала?	Да		
7.	Проведен ли анализ по заявленной проблематике?	Да		

8.	Имеется ли статистическая обработка результатов исследования?			В данной работе она не предусмотрена
9	Ясно ли сделаны математические выкладки?			В данной работе они не предусмотрены
10.	Ясно ли изложена методика исследования?		Нет	
11.	Ясно ли изложены результаты работы?		Нет	
12.	Научный стиль, грамотность, терминология			Средний, требуется редакторская правка
13.	Являются ли выводы достаточно обоснованными?	Да		
14.	Имеется ли в статье необходимое сравнение с имеющимися результатами?			
15.	Есть ли в статье необходимые ссылки на источники? (Если нет, приведите список источников, на которые следует сослаться)	Да		
16.	Приемлемо ли качество подготовки таблиц и иллюстраций?	да		Необходима доработка
17.	Хорошо ли подготовлены аннотация/Abstract/Keywords?	да		Требуется редакторская правка аннотации
18.	Нуждается ли язык статьи в редактировании?	Да		
19.	Может ли статья быть принята в существующем виде (с незначительными правками)?		нет	
20.	Следует ли вернуть статью авторам для доработки? (Если да, необходимо приложить конкретные замечания)	Да		Ниже по тексту
21.	Следует ли отклонить статью? (Если да, необходимо приложить конкретные замечания)		Нет	
22.	Следует ли направить статью в другое издание? (Если да, то в какое?)		Нет	
23.	Следует ли направить статью другому рецензенту? (Если да, можете ли Вы порекомендовать рецензента?)		Нет	

24.

Подробные замечания рецензента:

1. Название статьи косвенно отражает ее содержание. В статье речь идет об изучении кислородного режима Гданьской впадины, обсуждаются случаи возникновения гипоксии/аноксии. При этом не указано, каким образом аноксия/гипоксия отражаются на окислительно-восстановительных условиях. Необходимо в тексте статьи обсудить эту связь. Также не объясняется, что подразумевается под термином «аноксия».

2. Общее впечатление от статьи – нет конкретики, не приводятся концентрации кислорода, сероводород. Не обсуждается изменение их концентрации.

3. Методика исследования:

1) Не понятно, каким образом отобраны пробы воды – с каких глубин, если построены вертикальные профили для каждой точки, как определялась мощность слоя, подверженного аноксии;

2) *строки 97–98*: «...измерение малых концентраций сульфидов с последующим перерасчетом...» – перерасчетом чего?

3) Что значит «отрицательный кислород»? Такого понятия не существует, и построение вертикального профиля концентрации кислорода/сероводорода вполне нормальная и активно используемая практика. Если автор(ы) настаивают на использовании подхода с «отрицательным кислородом» – это нужно, во-первых, обосновать, во-вторых, привести алгоритм расчета, а не просто дать ссылку на публикацию, которой, кстати, нет в свободном доступе.

Не понятно, почему авторы используют единицы выражения концентрации мг/л, когда чаще всего используются мл/л или мкмоль/л.

4. В тексте указаны ссылки на литературу, которая отсутствует в Списке литературы:

- *строка 44*: Wolf, 1972;

- *строка 47*: HELCOM, 2023;

- также в списке литературы есть источник 13, но в тексте на него нет ссылки.

5. *Рисунок 2*. Необходимо подписать оси абсцисс и ординат, а также единицы измерения на шкале.

6. Автор некорректно использует терминологию.

- «адвективный кислород» (*строка 56*) – нет такого понятия, есть понятие

поступление кислорода в результате адвективного переноса вод;
- «отрицательный кислород» – такой термин ни разу не был встречен в научной литературе. Возможно, это перевод с английского статьи, на которую приводится ссылка;

- не понятно, что подразумевается под понятием «максимум аноксии» (*аннотация и строка 217*) – состояние аноксии достигается при отсутствии кислорода, тогда максимум чего может быть?;

- некорректно использовать выражение «бактериальная активность» (строка 58);

- «приводная температура воздуха» – корректнее использовать «температура приводного слоя атмосферы» (*строка 51*).

7. *Строка 36*. При описании гидрологических характеристик Балтийского моря и Гданьской впадины было бы неплохо привести характерные величины солености, температуры, содержания кислорода и сероводорода.

8. В тексте недостаточно ссылок при описании объекта исследования.

9. *Строка 61*. «Дефицит кислорода...» – какая концентрация кислорода подразумевается при его дефиците?

10. Цель работы – что подразумевается под кислородными условиями? Есть понятие аэробные условия, есть понятие окислительные условия, есть понятие окислительно-восстановительные условия (что и указано в названии статьи).

11. *Строка 74*. «...экспедиционные данные по концентрации кислорода...» корректнее использовать выражение «данные экспедиционных исследований».

12. *Строки 75–82*. Сложно воспринимать информацию о рейсах в таком формате, лучше это вынести в таблицу.

13. *Строка 83*. «...изменчивости кислородных условий» заменить на «окислительно-восстановительные условия».

14. *Строки 104–115*. Описание требует значительной редакторской правки;

Строки 109–115: «В северной части впадины (точка 2, глубина 100 м) придонная гипоксия практически отсутствовала до начала 2022 г. К лету она поднялась со дна на 20 м – до горизонта 80 м и затем колебалась, в основном в пределах галоклина. В конце 2023 г. гипоксия проявилась также в придонном слое» – Исходя из информации об экспедициях исследования в 2021 г. были проведены в июле и ноябре, а в 2022 г. – в июне 2022 г. тогда как можно утверждать, что состояние гипоксии не наблюдалось до начала 2022 г., и что подразумевается под началом 2022 г.?; Что подразумевается под придонным слоем вод, если ранее указано, что гипоксия была зафиксирована на глубине 80 м, при глубине точки 100 м?

15. *Строки 121–122*: «...на глубине 80 м концентрация кислорода достигала аномальных значений – выше 5 мг/л...», а какая концентрация кислорода считается типичной для этого района? И почему бы при описании не писать точные концентрации кислорода, а не приблизительные, что значит выше 5 мг/л? 10 – 20 мг/л?

16. *Строки 134–138*. Даже если обсуждать концентрации «отрицательного кислорода», то их нужно приводить.

Во всем тексте нет ни одной концентрации кислорода и сероводорода, это больше похоже на качественное описание картины.

17. *Строки 148–155*. «Сезонная цикличность аноксии, выявленная нами в центре Гданьской впадины, в основных чертах согласуется с выводами о ее летне-осеннем развитии в центральной части Балтийского моря (за исключением Гданьской впадины), полученными в (Krapf et al., 2022).

При этом необходимо отметить, что в этой статье аноксия выражена в единицах площади, рассчитанной по одной (центральной) точке в каждой впадине. Выявленные нами в Гданьской впадине пространственно-временные различия аноксии указывают на некорректность такого подхода, по крайней мере, для впадин с заметным влиянием североморских вод».

Что значит «в основных чертах» – это каких? Это нужно обсудить. Как понять вообще первое предложение «цикличность аноксии, выявленная в Гданьской впадине согласуется с данными, полученными для центральной части Балтийского моря, за исключением Гданьской впадины?»

Что значит аноксия выражена в единицах площади, рассчитанной по одной (центральной) точке? Во-первых, необходимо привести алгоритм расчета, во-вторых, в статье это вообще нигде не обсуждается, не приведено ни одной цифры. А потом, если полученные расчеты указывают на некорректность данного подхода, то зачем его использовать?

18. *Строка 156.* Присклоновый апвеллинг гипоксических вод – возможно, автор(ы) имел в виду апвеллинг вод, характеризующихся состоянием гипоксии.

19. *Строка 164.* Придонной аномалии концентрации кислорода.

20. *Строки 168–170.* Что значит «взвесенасыщенные гравитационные течения»? А также не понятно, к чему приводится это предположение? Необходимо закончить, пояснить к чему это привело.

21. *Строки 174–178.* При повышенных значениях солености и температуры (Слупский порог имеет глубину 60 м) и некотором содержании кислорода они могут в какой-то степени аэрировать придонный слой, подпирая «старые» аноксические воды – Какие значения солености, температуры повышенные? Что значит «некоторые концентрации кислорода», это какие? В какой степени аэрирован придонный слой? Необходимо конкретнее сформулировать предложение.

22. *Строки 189–197.* Не описано, как это все связано с гипоксией/аноксией.

23. *Строки 202–205.* Привести концентрации кислорода и сероводорода.

24. *Строка 217.* Сезонность чего не выявлена?

25. *Строка 226.* Что подразумевается под обогащением глубинных вод кислородом? Какая концентрация/степень насыщения?

26. Что значит вертикальный и горизонтальный насос кислорода? Если это перенос кислорода, тогда так и нужно писать.

27. *Строки 231–234.* В тексте не обсуждаются гидролого-гидрохимические характеристики интрузий, чтобы делать такой вывод.

Рекомендация к опубликованию (подчеркнуть):

Публиковать безусловно	<u>Публиковать</u> <u>после доработки/устранения</u> <u>замечаний</u>	Отклонить (обосновать!)
------------------------	---	-------------------------

Подпись. Рецензент № 2. 02.04.2024.

От редакции: рецензия была направлена авторскому коллективу.

Ответ рецензенту № 2 на Рецензию от 20.05.2024 на статью авторского коллектива: Е. С. Бубнова, К. А. Ефимова, В. В. Сивков «ГИПОКСИЯ И АНОКСИЯ В ГДАНЬСКОЙ ВПАДИНЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В 2021–2023 гг.».

Хотелось бы выразить искреннюю благодарность рецензентам за проделанный глубокий анализ текста и ценные рекомендации.

Ответ:

1. Так как в статье описываются данные о концентрациях кислорода и сероводорода за 3 последних года, мы сознательно избегали употребления слова «режим». Но в этом избегании упустили из вида, что окислительно-восстановительные условия – это еще и параметр eH , который мы не рассматривали. Поэтому предлагаем изменить название публикации.

2. Про методику исследований:

- в методику было добавлено описание выбора горизонтов для пробоотбора;

- более понятно указана методика измерения сероводорода;

- Иллюстрация концентраций растворенного сероводорода как отрицательного кислорода активно используется в англоязычных публикациях по Балтийскому морю:

Carstensen, J., Andersen, J.H., Gustafsson, B.G. and Conley, D.J., 2014. Deoxygenation of the Baltic Sea during the last century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(15), pp.5628-5633.

Neumann, T., Eilola, K., Gustafsson, B., Müller-Karulis, B., Kuznetsov, I., Meier, H.M. and Savchuk, O.P., 2012. Extremes of temperature, oxygen and blooms in the Baltic Sea in a changing climate. *Ambio*, 41, pp. 574–585.

Meier, H.M., Väli, G., Naumann, M., Eilola, K. and Frauen, C., 2018. Recently accelerated oxygen consumption rates amplify deoxygenation in the Baltic Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123(5), pp. 3227–3240.

Исходная публикация доступна для скачивания, у меня это самая первая ссылка при использовании google-поиска (но, возможно, я так часто к ней обращалась онлайн, что поисковая система запомнила мои предпочтения), доступна по адресу: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1581570/FULLTEXT01.pdf>

Разумеется, как и было указано в исходной публикации, такой метод может быть использован только для сравнения, а не для изучения тонких процессов в поле растворенного сероводорода.

Подход из исходной методики мы, разумеется, модифицировали для измерения в мг/л. Мы использовали этот метод для сокращения объема статьи – все же мы описываем не слишком большой временной промежуток, нам показалось правильным сократить количество рисунков до необходимого минимума.

- единицы измерения в мг/л были выбраны как более часто используемая единица, по крайней мере, для Балтийского моря (по количеству запросов в Google Академии). Даже границу гипоксии за последние годы определяют чаще как 2 мг/л (таблица S2 в Supplementary Material в Vaquer-Sunyer, R. and C.M., Duarte, 2008: Thresholds of hypoxia for marine biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(40), 15452–15457. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2556360/>). В этой публикации указано, что 2 мг/л – это больше для промысловых видов рыб, но нас это вполне устраивает.

Кроме того, нам кажется, что так удобнее, если сравнивать с данными гидрофизического зондирования, которые тоже чаще выражаются в ppm или мг/л.

Разумеется, никакой проблемы описать все в мл/л нет, но мы просим оставить возможность оперировать мг/л.

3. Добавила полные библиографические ссылки на работу Вулфа и последний отчет о состоянии Балтийского моря HELCOM. Ссылки на п. 13 (Mohrholz, 2018) — в конце второго абзаца введения и первого абзаца обсуждения.

4. Рисунки отформатированы.

5. Отрицательный кислород мы употребляем как раз в кавычках, так как это действительно перевод с английского «negative oxygen». Нам кажется, что это удачный термин, поэтому хотелось бы попробовать ввести его в русскоязычное поле. Все остальные указанные моменты перефразированы.

6. Добавлена средняя соленость, температура и растворенный кислород.

7. Добавлены ссылки: Антонов, 1987; Matthäus and Franck 1992; Elken, Matthäus, 2008; Liblik and Lips, 2019; Дубравин и Стонт, 2012; Zillén et al., 2008; Conley et al., 2009; Savchuk, 2018; Stockmayer and Lehmann, 2023

8. Добавлено описание дефицита кислорода, т.е. гипоксии.

9. Под кислородными условиями мы подразумеваем динамику концентраций растворенного кислорода в придонном слое.

10. Исправлено.

11. Добавлена таблица.

12. Возможно, если мы меняем название, то лучше в тексте также уйти от понятия «окислительно-восстановительные условия»?

13. Добавила более подробное описание, убрала разделение на гипоксию и аноксию.

14. Аналогично пункту выше.

15. Аналогично пункту выше.

16. В данном случае мы говорим не о своем алгоритме, а о статье, на которую мы ссылаемся и с которой частично не согласны (Krapf et al., 2022). Перефразировали, чтобы не вводило в заблуждение.

17. Исправлено.

18. Исправлено.

19. Мы действительно не рассматриваем взвесь в этой статье, поэтому, думаю, стоит убрать.

20. Перефразировала, чтобы было больше конкретики.

21. Для большей наглядности мы поменяли точку, чтобы можно было сравнить летний сезон и осенне–зимний, и чтобы влияние расположения кислородных и бескислородных условий было более заметно.

22. Исправлено.

23. Перефразировали.

24. Перефразировали.

25. Словосочетание выбрано по аналогии с биологическим углеродным насосом. Перефразировали.

26. Все так. Абзац удалили

С уважением, авторский коллектив. 08.05.2024.

От редакции: ответ и доработанная версия статьи были направлены редакцией рецензенту.

Подтверждение Рецензента № 2 на публикацию:

Добрый день, в прикрепленном файле статья с моими правками и примечаниями, которые носят рекомендательный характер.

Авторы учли все мои замечания.

Единственное замечание — в названии и обсуждении говорится об аноксии, но в тексте не описывается, что подразумевается под этим понятием. В обсуждение нужно дать описание, что подразумевается под аноксией.

Подпись. Рецензент № 2. 16.05.2024.