

RUSSIAN translation of Executive Summary

full report available in english via www.cbd.int/ts

Secretariat of the
Convention on
Biological Diversity

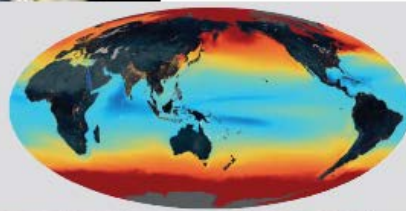
CBD Technical Series
No. 75



75



An Updated Synthesis of the Impacts of Ocean Acidification on Marine Biodiversity



Convention on
Biological Diversity

ИСПОЛНИТЕЛЬНОЕ РЕЗЮМЕ ОБНОВЛЕННОГО ОБОБЩЕНИЯ О ВОЗДЕЙСТВИИ ПОДКИСЛЕНИЯ ОКЕАНА НА МОРСКОЕ БИОРАЗНООБРАЗИЕ

1. Со времени доиндустриальной эпохи уровень подкисления океана увеличился примерно на 30%. По имеющимся оценкам за последние 200 лет океан поглотил почти третью часть двуокиси углерода, выделяемой в результате деятельности человека, что в равной пропорции привело к увеличению кислотности океана (концентрация ионов водорода) в верхних слоях океана. В настоящее время практически невозможно избежать того, что в течение 50-100 лет продолжающиеся антропогенные выбросы двуокиси углерода еще более увеличат кислотность океана до уровней, которые будут оказывать повсеместное воздействие, как правило, губительное, на морские организмы и экосистемы, а также предоставляемые ими товары и услуги. Особому риску, по-видимому, подвергаются морские кальцифицирующие организмы, поскольку для формирования раковин и скелетов потребуется дополнительная энергия, и во многих районах океана будет происходить растворение незащищенных раковин и скелетов.

Современный уровень осведомленности

2. Расширяется международная осведомленность о подкислении океана и его потенциальных последствиях. Во многих программах и проектах в настоящее время исследуется воздействие подкисления океана на морское биоразнообразие и его более широкие последствия, в рамках прочных международных связей. Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций настоятельно рекомендовала государствам изучать подкисление океана, свести к минимуму его воздействие и устранить его причины¹. Многие структуры Организации Объединенных Наций уделяют внимание этим проблемам.

Глобальный статус и будущие тенденции подкисления океана

3. Для pH морской воды характерны значительные естественные временные и пространственные колебания. Кислотность морской воды естественным образом меняется ежедневно и сезонно, в локальных и региональных масштабах, а также в зависимости от глубины вод. Для прибрежных экосистем и сред обитания характерна более высокая изменчивость, чем в открытом океане, из-за вклада физических и биологических процессов.

4. Для ответной реакции организмов на изменения pH характерна значительная естественная биологическая изменчивость. Анализы метаданных, совокупность результатов многих экспериментальных исследований указывают на различный, но согласованный характер ответной реакции различных таксономических групп на моделирование будущего подкисления океана. Возможны также различия в ответной реакции в пределах одного вида в зависимости от взаимодействия с другими факторами.

5. Поверхностные воды в полярных морях и регионах апвеллинга подвергаются все большему риску недосыщения по карбонату кальция, растворения незащищенных раковин и скелетов. В водах, где pH за счет естественных факторов и без того сравнительно низок (например, высокие широты, прибрежные районы апвеллинга и на склонах шельфа), в этом столетии ожидается повсеместное недосыщение арагонита и кальцита. Бентические и планктонные моллюски входят в число с наибольшей вероятностью страдающих групп, наряду с глубоководными кораллами и структурной целостностью их мест обитания.

6. Продолжается международное сотрудничество по совершенствованию мониторинга подкисления океана, тесно связанного с другими системами глобального наблюдения за океаном. Эффективно интегрированная глобальная система мониторинга подкисления океана имеет важное значение для улучшения представлений об изменчивости течений и для разработки моделей, которые обеспечивают прогнозы будущих условий. Развитие новых технологий и сенсоров увеличивает эффективность такой расширяющейся сети.

Что может рассказать нам прошлое: палеоокеанографические исследования

7. В периоды естественного подкисления океана, которые отмечались в геологическом прошлом исчезли многие морские кальцифицирующие организмы. Высокое содержание двуокиси углерода в

¹ A/RES/65/37, A/RES/68/70.

атмосфере вызывало в прошлом естественное подкисление океана, связанное с «кризисами коралловых рифов». В период палеоэоценового термического максимума (ПЭТМ, примерно 56 млн лет назад) исчезновение видов отмечалось в более ограниченных масштабах; однако изменения, которые происходили в то время, были гораздо более медленными по сравнению с теми, которые происходят сегодня.

8. Для восстановления после заметного снижения рН океана требуется много тысячелетий. Палеолитические данные показывают, что восстановление после подкисления океана может быть очень медленными; например, примерно 100000 лет после ПЭТМ.

Воздействие подкисления океана на биоразнообразие и функционирование экосистем

Физиологическая реакция

9. Подкисление океана оказывает воздействие на регулирование кислотно-щелочного баланса и метаболизма множества морских организмов. При значительном увеличении внешних уровней ионов водорода для поддержания внутреннего кислотно-щелочного баланса может потребоваться дополнительная энергия. Результатом может стать снижение синтеза белка и уменьшение уровня приспособленности. Такие эффекты в наибольшей мере проявляются для оседлых животных, но могут сглаживаться при избытке пищи.

10. Воздействие подкисления океана в условиях успешного развития беспозвоночных носит самый разноплановый характер, указывая на возможности генетической адаптации. Экспериментальные исследования воздействия подкисления океана на развитие показывают, что некоторые виды демонстрируют высокую чувствительность, тогда как другие проявляют толерантность. Внутривидовая изменчивость указывает на возможности эволюционного ответа в рамках нескольких поколений.

11. Подкисление океана обычно губительно для кальцифицирующих личинок. Ранние этапы жизни ряда организмов, по-видимому, особенно подвержены риску подкисления океана, при этом эффекты включают сокращение размеров личинок, снижение уровня сложности структуры и уменьшение кальцификации.

12. Подкисление океана может менять сенсорные системы и поведение рыб и некоторых беспозвоночных. Воздействия включают потерю способности различать важные химические сигналы. Отдельные особи могут становиться более активными, склонными демонстрировать более активное и более рискованное поведение.

Сообщества бентоса

13. В условиях прогнозируемого подкисления многие беспозвоночные бентоса будут демонстрировать более низкие темпы роста и выживаемость. Для кораллов, моллюсков и эхинодермов многие исследования указывают на снижение роста и уменьшение выживаемости при подкислении океана. Вместе с тем такая ответная реакция может быть различной, и некоторые виды могут жить в условиях низкого рН.

14. Многие виды водорослей (макроводоросли) и рупии могут переносить или даже извлекать выгоды из будущего подкисления океана. Некальцифицирующие фотосинтетические виды могут извлекать выгоды из будущего подкисления океана; они часто присутствуют в больших количествах вблизи естественных зон высачивания CO₂. Тогда как на кальцифицирующие макроводоросли оказывается негативное воздействие. Высокая плотность рупии и мясистых макроводорослей может существенно менять химию карбоната с потенциальными выгодами для соседствующих экосистем.

Пелагические сообщества

15. Многие, возможно, большинство видов фитопланктона может извлекать выгоды из будущего подкисления океана. Некальцифицирующий фитопланктон (например, диатомы) может демонстрировать повышенный уровень фотосинтеза и роста в условиях повышенной концентрации CO₂. Реакция кальцифицирующего фитопланктона (например, кохколитофоры) более изменчива, как на межвидовом уровне, так и внутри вида. Эксперименты на уровне мезокосма позволяют получить представления об изменениях в сообществе, которые могут возникать в результате конкурентных взаимодействий, а также в качестве баланса между растущим фотосинтезом и снижением кальцификации. Реакция бактериопланктона на подкисление океана была изучена недостаточно хорошо, но изменение скоростей распада будет иметь последствия для круговорота питательных веществ.

16. В прогнозируемых будущих условиях, скорее всего, будет происходить падение кальцификации или растворение планктонных фораминифер и птеропод. Раковины обеих этих групп подвержены растворению, если уровень насыщения карбонатом кальция падает ниже 1. Падение толщины раковины и размеров планктонной фораминиферы может также снижать эффективность будущего транспорта углерода между поверхностью моря и внутренними водами океана.

Воздействие на биогеохимию

17. Подкисление океана может изменять многие другие аспекты биогеохимии океана, создавая обратную связь с климатическими процессами. Высокая концентрация CO₂ может менять чистую первичную продуктивность, выбросы следовых количеств газов, соотношение азота и углерода в цепях питания и в выделяемых частицах, а также биодоступность железа. Масштабы и значение таких эффектов пока еще недостаточно хорошо изучено.

Влияние на экосистемные услуги и средства к существованию

18. Воздействия подкисления океана на экосистемные услуги, возможно, уже происходит. Подкисление океана очевидно уже оказывает воздействие на аквакультуру северо-восточной части Тихого океана, где воды апвеллинга могут недосыщаться карбонатом кальция. Вместе с тем высокий уровень смертности на устричных фермах можно скорректировать за счет мониторинга и мер управления. Особую озабоченность вызывают также риски для тропических коралловых рифов, поскольку от этих сред обитания зависят средства к существованию примерно для 400 млн человек. Исследования социально-экономического воздействия подкисления океана начались совсем недавно и активно расширяются.

Устранение неопределенности

19. Существующая изменчивость ответной реакции организма на подкисление океана требует дальнейшего исследования, чтобы оценить потенциальные возможности эволюционной адаптации. Исследования нескольких поколений кальцифицирующих и некальцифицирующих культур водорослей показывают, что для некоторых видов возможна адаптация к высоким концентрациям CO₂. Подобные исследования сложнее проводить для организмов с продолжительными сроками жизни, и кроме того, вероятно изменчивость в их адаптивной способности. Даже в условиях адаптации все равно вероятны изменения в структуре сообществ и функциях экосистемы.

20. Исследования в области подкисления океана все чаще нуждаются в учете других стрессовых факторов, которые будут проявляться в реальных условиях в будущем. Подкисление может взаимодействовать со многими другими изменениями в морской среде, как на местном, так и на глобальном уровне; такие «многочисленные стрессовые факторы» включают температуру, питательные вещества и кислород. Эксперименты *in situ* на больших сообществах (с использованием естественных жерл CO₂ или обогащенных CO₂ мезокосмов) обеспечивают реальную возможность исследовать воздействие нескольких стрессовых факторов на сообщества, с тем чтобы расширить наши представления о будущих воздействиях.

Обобщение

21. Подкисление океана в настоящее время происходит в 10 раз быстрее, чем в геологические времена, что создает дополнительный и усугубляющийся экологический стресс на морские организмы. Экспериментальные исследования показывают, что не все организмы одинаково реагируют на моделируемые будущие условия: для некоторых воздействие оказывается негативным, некоторые испытывают позитивное воздействие, а для остальных воздействие очевидно не проявляется. Кроме того, реакция на подкисление океана может взаимодействовать с другими стрессовыми факторами и меняться во времени с определенными возможностями для генетической адаптации. Такие сложные и изменчивые экспериментальные результаты могут серьезно осложнить оценку воздействия будущего подкисления океана на природные морские сообщества, цепи питания и экосистемы, а также на представляемые ими товары и услуги. Тем не менее весьма вероятными представляются значительные экологические возмущения, растущий риск исчезновения особо уязвимых видов и серьезные социально-экономические последствия. Дальнейшие исследования по снижению неопределенности в отношении будущего воздействия, среди прочего, необходимы по следующим направлениям: более активное использование природных аналогов с высоким содержанием CO₂, геологические данные и тщательно согласованные наблюдения наряду с широкомасштабными, долгосрочными и многофакторными экспериментальными исследованиями.