

# Защищая океаны

*Мировое научное сообщество призывает принять срочные меры, с тем чтобы остановить повышение уровней кислотности океана.*



**М**ы, ученые, участники совещания в Монако\*, проводимого с целью рассмотрения имеющихся данных об окислении океана, заявляем, что мы глубоко озабочены недавними быстрыми изменениями химического состава океана и потенциальной возможностью того, что в течение десятилетий они окажут серьезное воздействие на морские организмы, пищевые сети, биоразнообразие и рыболовство.

Для того, чтобы предотвратить серьезный и обширный ущерб, в конечном счете являющийся следствием роста концентраций атмосферного диоксида углерода (CO<sub>2</sub>), мы призываем лиц, определяющих политику, действовать быстро и включить эти вопросы в планы стабилизации атмосферного CO<sub>2</sub> на безопасном уровне с целью избежать не только опасного изменения климата, но также и опасного окисления океана.

**Поверхность океана в настоящее время поглощает приблизительно одну четверть CO<sub>2</sub>, поступающего в атмосферу в результате деятельности человека, а именно, сжигания органического топлива, уничтожения лесов и производства цемента.**

### Окисление океана

Поверхность океана в настоящее время поглощает приблизительно одну четверть CO<sub>2</sub>, поступающего в атмосферу в результате деятельности человека, а именно, сжигания органического топлива, уничтожения лесов и производства цемента. При растворении этого CO<sub>2</sub> в морской воде образуется угольная кислота, увеличивающая кислотность океана.

С начала индустриализации в 18-м столетии поверхностная кислотность океана увеличилась на 30%. Это продолжающееся окисление океана снижает способность многих морских организмов строить оболочки и скелетную структуру. Возрастающая кислотность и связанные с этим изменения химии морской воды также воздействуют на воспроизводство, поведение и общие физиологические функции некоторых морских организмов, таких как устрицы, морские ежи и кальмары.

### Ущерб может быть определен

Результаты наблюдений за последние 25 лет показывают устойчивые тенденции к возрастанию кислотности поверхностных вод в соответствии с возрастанием концентрации атмосферного CO<sub>2</sub>. Эти тенденции точно соответствуют тому, что ожидается исходя из базовой химии морской среды и постоянных измерений атмосферного

CO<sub>2</sub>. Ряд полевых исследований позволяет сделать вывод, что воздействие окисления на некоторые основные производящие карбонат кальция морские организмы может уже быть обнаружено.

Кроме того, в морских средах с естественно высоким содержанием CO<sub>2</sub> отмечаются значительные изменения в морских экосистемах в соответствии с тенденциями, ожидаемыми на основе лабораторных экспериментов. Окисление океана изменило некоторые прибрежные воды в такой степени, что недавно весной они стали коррозионными по отношению к оболочкам некоторых бентосных организмов. Согласно прогнозам, в течение десятилетий эти ведущие к растворению оболочки условия будут достигнуты и будут сохраняться в течение большей части года в полярных океанах.

### Грозящая опасность

В настоящее время средняя концентрация атмосферного CO<sub>2</sub> составляет 385 частей на миллион (ppm), что более чем на 38 превышает доиндустриальный уровень 280 ppm. Половина этого увеличения произошла за последние 30 лет. Текущие выбросы CO<sub>2</sub> превышают запрогнозированный для худшего варианта уровень, установленный десятилетие тому назад. И, наряду с увеличением выбросов, ускоряется рост концентрации атмосферного CO<sub>2</sub>.

Весьма вероятно, что к середине столетия средняя атмосферная концентрация CO<sub>2</sub> может в два раза превысить доиндустриальный уровень концентрации. Как ожидается, при этом уровне, составляющем 560 ppm, скорости накопления солей кальция в кораллах снизятся примерно на одну треть. Но даже до того, как это произойдет, формирование многих коралловых рифов, как ожидается, замедлится настолько, что станет преобладать рифовая эрозия. Рифы потеряют устойчивость. К тому времени, когда концентрация атмосферного CO<sub>2</sub> достигает 450 ppm, согласно прогнозам, большие площади полярных океанов станут коррозионно-активными по отношению к оболочкам основных производящих карбонат кальция морских организмов.

### Социально-экономические последствия

Окисление океана может оказывать воздействие на сети морских пищевых продуктов и приводить к существенным изменениям промысловых запасов рыбы, создавая угрозу белковому рациону и продовольственной безопасности миллионов людей, а также многомиллиардной рыбодобывающей промышленности. Коралловые рифы предоставляют собой среду обитания рыб, они обеспечивают миллиарды долларов ежегодной прибыли от туризма, защищают береговые линии от эрозии и наводнений и являются основой для огромного биоразнообразия, эквивалентного тому, которое существует в дождевых тропических лесах. И все же к середине столетия окисление океана может сделать большинство регионов химически неблагоприятными для существования коралловых рифов.

Эти и другие связанные с окислением изменения могут воздействовать на доступность морских товаров и услуг, например, на нашу способность использовать оке-

ан для целей обращения с отходами, получать химикалии для производства новых медикаментов и на возможность пользоваться его естественной способностью регулировать климат. Например, окисление океана снизит его способность абсорбировать антропогенный  $\text{CO}_2$ , что усугубит изменение климата.

## Быстрое окисление, медленное восстановление

Нынешний рост кислотности океана происходит в сто раз быстрее, чем любое предыдущее естественное изменение, происходившее за последние многие миллионы лет. К концу этого столетия, если концентрация атмосферного  $\text{CO}_2$  не стабилизируется, уровень кислотности океана может достигнуть трехкратного доиндустриального уровня. При восстановлении после этого мощного, быстрого, вызванного деятельностью человека возмущения потребуются тысячи лет для того, чтобы в экосистеме Земли был воссоздан химический режим океана, хотя бы частично напоминающий нынешний; исходя из имеющихся данных о естественных событиях исчезновения коралловых рифов в прошлом, коралловым рифам потребуются сотни тысяч или миллионы лет для того, чтобы возвратиться к прежнему состоянию.

## Ограничение будущих уровней $\text{CO}_2$ может помочь

Так называемые геоинженерные стратегии, которые не нацелены на ограничение будущих атмосферных концентраций  $\text{CO}_2$ , не приведут к сокращению окисления океана. Стратегии смягчения последствий, предусматривающие размещение  $\text{CO}_2$  в океане, например, путем прямого глубоководного захоронения  $\text{CO}_2$  в море или повышения биологической активности океана с целью стимуляции биопродуктивности, привели бы к увеличению окисления океана в одних районах и его снижению в других. В переговорах по вопросам изменения климата, направленных на стабилизацию парниковых газов, должен рассматриваться не только суммарный баланс излучения; на них должен также учитываться атмосферный  $\text{CO}_2$  как загрязнитель — кислый газ, выбросы которого в атмосферу должны быть сокращены для того, чтобы ограничить окисление океана. Поэтому пределы (целевые уровни стабилизации) для атмосферного  $\text{CO}_2$ , определенные на основе окисления океана, могут отличаться от тех, которые основаны на увеличении поверхностной температуры и изменении климата.

Несмотря на, по-видимому, не самые лучшие перспективы, все же сохраняется надежда. У нас есть выбор и все еще есть время для действий в том случае, если серьезные и последовательные действия будут начаты без дальнейших задержек. Прежде всего, лица, определяющие политику, должны понять, что окисление океана — не частный вопрос. Это еще одна связанная с  $\text{CO}_2$  проблема, которой нужно заниматься наряду с проблемой изменения климата. Обуздание этой двойной угрозы, обусловленной нашей зависимостью от органического топлива, является задачей столетия.

Для решения этой проблемы потребуются грандиозные усилия всего мира. Все страны должны внести свой вклад,

## Необходимы интенсивные усилия

Для того, чтобы сохранить концентрации атмосферного  $\text{CO}_2$  на уровне ниже приблизительно 550 ppm, на смену нынешнему увеличению суммарных выбросов  $\text{CO}_2$  на 3 % в год должно к 2020 году прийти такое же ежегодное уменьшение. Для того, чтобы воспрепятствовать превращению большинства полярных вод в коррозионно-активные по отношению к оболочкам важнейших видов морских организмов и поддерживать благоприятные условия для роста кораллов, потребуется даже еще более значительное уменьшение.

Если на переговорах в рамках Конференции ООН по изменению климата — Конференции Сторон на ее пятнадцатой сессии (COP15) — в Копенгагене в декабре 2009 года эти цели не будут достигнуты, станут неизбежными еще более высокие атмосферные уровни  $\text{CO}_2$ .

причем развитые страны должны подавать пример, проводя инженерно-техническую разработку новых технологий в помощь решению этой проблемы. Содействие развитию этих технологий будет вознаграждено экономически, а предотвращение тяжелой экологической деградации будет для всех народов намного менее дорогостоящим, чем

## Монакская группа по вопросам окружающей среды и экономики

В духе Монакской декларации Лаборатории морской среды МАГАТЭ и Монакский научный центр создали группу экспертов по оценке экономических последствий окисления океана. Устраняя разрыв между экологической наукой и экономикой, Монакская группа по окружающей среде и экономике объединяет усилия ведущих научных экспертов по вопросам экономики природных ресурсов и окисления океана. Они исследуют как имеющиеся данные об окислении океана, его биологических эффектах и прогнозируемых глобальных последствиях, так и способы оценки соответствующих потенциальных экономических издержек для рыболовства, аквакультуры и туризма.

издержки, связанные с необходимостью жить в условиях последствий нынешнего подхода, когда выбросы CO<sub>2</sub> и атмосферные концентрации CO<sub>2</sub> продолжают увеличиваться год за годом.

К счастью, уже имеющиеся частичные меры по преодолению проблемы, если их осуществлять совместно, способны обеспечить решение большей части этой проблемы. Мы должны начать действовать сейчас, поскольку потребуются годы для того, чтобы изменить энергетическую инфраструктуру и преодолеть накопление в атмосфере избыточного CO<sub>2</sub>, который впоследствии попадает в океан.

## Выводы

Поэтому мы настоятельно призываем лиц, определяющих политику, выступить с инициативами четырех типов:

- по содействию улучшению понимания последствий окисления океана путем стимулирования проведения исследований в этой области, которые все еще находятся на ранних стадиях;
- по содействию формированию между экономистами и учеными связей, необходимых для оценки масштабов социально-экономических последствий и сравнительных издержек в случае действий и бездействия;
- по содействию улучшению связи между лицами, определяющими политику, и учеными, с тем чтобы i) новая политика базировалась на современных выводах и ii) научные

исследования могли быть расширены таким образом, чтобы они включали наиболее актуальные для политики вопросы; и

- по предотвращению серьезного ущерба в результате окисления океана путем разработки энергичных безотлагательных планов решительного сокращения выбросов.



---

*\*Это заявление, известное как Монакская декларация, было одобрено 155 учеными из 26 стран, руководителями исследований окисления океана и его последствий, участвовавшими в работе второго Международного симпозиума по океану в мире с высоким содержанием CO<sub>2</sub>, проведенного в Монако в октябре 2008 года.*

*Симпозиум проходил под председательством сотрудника МАГАТЭ Джеймса Орра, ученого-исследователя в Лабораториях морской среды МАГАТЭ. Адрес эл. почты: J.Orr@iaea.org*

*Настоящий документ базируется на материалах доклада «Приоритеты исследований окисления океана», доступного в Интернете по адресу: <http://ioc3.unesco.org/oanet/HighCO2World.html>.*

*Фотография представляет собой перепечатку работы «Большая волна на Канагаве» японского художника Кацусики Хокусай.*