

# ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И СВЯЗАННЫХ С НИМ АТМОСФЕРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ОКЕАН

---

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕЗИСЫ  
ПЕРВОЙ ГЛОБАЛЬНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ  
ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ



ОРГАНИЗАЦИЯ  
ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ





РЕГУЛЯРНЫЙ ПРОЦЕСС ГЛОБАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ  
И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ, ВКЛЮЧАЯ  
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

---

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА  
И СВЯЗАННЫХ С НИМ АТМОСФЕРНЫХ  
ИЗМЕНЕНИЙ НА ОКЕАН**

---

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕЗИСЫ  
ПЕРВОЙ ГЛОБАЛЬНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ  
ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ



ОРГАНИЗАЦИЯ  
ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

## Оговорка

Обозначения и материалы, используемые в настоящей публикации, включая соответствующие цитаты, карты и литературные источники, никоим образом не отражают мнения Организации Объединенных Наций относительно правового статуса какой-либо страны, территории, города или района либо их органов власти или относительно делимитации их границ.

Кроме того, границы, географические названия и обозначения, используемые в настоящей публикации, не означают их официального одобрения или признания Организацией Объединенных Наций.

Возможное включение в настоящую публикацию любого рода информации, являющейся результатом предпринятых государствами действий и принятых ими решений, не означает признания Организацией Объединенных Наций правовой силы таких действий и решений и не определяет позиции какого бы то ни было государства — члена Организации Объединенных Наций.

Материалы, подготовленные членами Группы экспертов и контингента экспертов, которые участвовали в проведении первой глобальной комплексной оценки состояния морской среды, были подготовлены ими в личном качестве. Члены Группы и контингента экспертов не представляют ни одно правительство, ни один орган и ни одну организацию.

Фото на обложке:  
Маркус Рот

eISBN 978-92-1-361391-7

Авторское право © Организация Объединенных Наций, 2017 год

Все права защищены

Отпечатано в Организации Объединенных Наций, Нью-Йорк



# Содержание

Стр.

<b>Цель и процесс подготовки технических тезисов</b> .....	v
<b>Выражение признательности</b> .....	vi
<b>I. Основные вопросы</b> .....	1
<b>II. Воздействие на океан изменения климата и связанных с ним атмосферных изменений</b> .....	3
A. Температура моря .....	3
B. Повышение уровня моря .....	3
C. Закисление океана .....	4
D. Соленость .....	4
E. Стратификация .....	4
F. Океаническая циркуляция .....	5
G. Воздействие штормов и других экстремальных погодных явлений .....	5
H. Уменьшение содержания растворенного кислорода (обескислороживание или гипоксия) ..	6
I. Ультрафиолетовое излучение и озоновый слой .....	6
<b>III. Экологические и социально-экономические последствия</b> .....	9
A. Совокупное воздействие .....	9
B. Изменения в пищевой сети .....	9
C. Планктон .....	10
D. Морские водоросли и морская трава .....	10
E. Мангровые заросли .....	11
F. Кораллы .....	11
G. Распределение рыбных запасов .....	12
H. Продуктивность моллюсков и ракообразных .....	13
I. Эвтрофикация .....	14
J. Затопление прибрежных районов и эрозия береговой линии .....	14
K. Утрата морского льда в высоких широтах и ее последствия .....	14
L. Риски, которым подвергаются коммуникации .....	15
<b>IV. Заключение</b> .....	17





Фотопортрет



## Цель и процесс подготовки технических тезисов

Настоящие технические тезисы подготовлены на основе результатов первой глобальной комплексной оценки состояния морской среды (первой оценки состояния Мирового океана), которые были опубликованы в январе 2016 года и, в частности, на основе резюме этой оценки, утвержденного Генеральной Ассамблеей в декабре 2015 года<sup>1</sup>. Тезисы были подготовлены в соответствии с программой работы на период 2017–2020 годов, касающейся проведения Рабочей группой второго цикла регулярного процесса; эта программа работы была утверждена Специальной рабочей группой полного состава Генеральной Ассамблеи по регулярному процессу глобального освещения и оценки состояния морской среды, включая социально-экономические аспекты, в августе 2016 года и одобрена Генеральной Ассамблеей в декабре 2016 года<sup>2</sup>. Она предусматривает, в частности, оказание поддержки другим текущим межправительственным процессам, связанным с океаном, включая подготовку технических тезисов конкретно для содействия работе, ведущейся, в числе прочих межправительственных процессов, в связи с Рамочной конвенцией Организации Объединенных Наций об изменении климата и в рамках Открытого процесса неофициальных консультаций Организации Объединенных Наций по вопросам Мирового океана и морского права, посвященных в 2017 году теме «Последствия изменения климата для океанов»<sup>3</sup>. Таким образом, в настоящих технических тезисах приводится в обобщенном виде информация, подготовленная в ходе первой оценки состояния Мирового океана, и не содержится ни новых материалов, ни нового толкования информации, ранее представленной по итогам первой оценки.

В соответствии с указаниями, содержащимися в одобренном Генеральной Ассамблеей плане первой

оценки состояния Мирового океана, в вопросах, касающихся климата, за основу в первой оценке взяты результаты работы Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Соответственно, в настоящих технических тезисах в вопросах, касающихся климата, за основу также взяты результаты работы этой Группы.

Настоящие технические тезисы были подготовлены Группой экспертов регулярного процесса глобального освещения и оценки состояния морской среды для второго цикла регулярного процесса на основе краткого обзора, подготовленного Группой экспертов и рассмотренного Бюро Специальной рабочей группы полного состава. Некоторые члены контингента экспертов регулярного процесса, которые внесли вклад в подготовку первой оценки состояния Мирового океана, приняли участие также в процессе обзора совместно с Группой экспертов, секретариатом регулярного процесса (Отдел по вопросам океана и морскому праву Управления по правовым вопросам Секретариата) и Бюро Специальной рабочей группы полного состава. Секретариат регулярного процесса также помог Группе экспертов завершить подготовку технических тезисов. Бюро Специальной рабочей группы полного состава рассмотрело технические тезисы с целью представить их на совещаниях Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и Открытого процесса неофициальных консультаций Организации Объединенных Наций по вопросам Мирового океана и морского права.

<sup>1</sup> Резолюция 70/235 Генеральной Ассамблеи, пункт 266. Полные результаты первой оценки состояния Мирового океана, включая резюме, размещены по адресу: [www.un.org/depts/los/rp](http://www.un.org/depts/los/rp).

<sup>2</sup> Резолюция 71/257 Генеральной Ассамблеи, пункт 299.

<sup>3</sup> Там же, пункт 339.



## Выражение признательности

Вклад в подготовку настоящих технических тезисов под эгидой Генеральной Ассамблеи и ее регулярного процесса глобального освещения и оценки состояния морской среды, включая социально-экономические аспекты, внесли:

### Группа экспертов регулярного процесса глобального освещения и оценки состояния морской среды

Ренисон Рува и Алан Симкок (сокоординаторы)

Мария Жуан Бебианно, Ильконида П. Калумпонг, Санаэ Тиба, Карен Эванс, Осман Ке Камара, Энрике Марсчофф, Мишель Маклюр, Эссам Яссин Мохаммед, Чхуль Пак, Л. Иления Рандрианарисоа, Марко Эспино Санчес, Анастасия Страти, Джошуа Тухумвире, Тхань Ка Ву, Цзюинь Ван и Тимон Пшемислав Зелинский

### Члены контингента экспертов первого цикла Регулярного процесса

Питер Остер, Маурицио Адзаро, Ратана Чунпагди, Марта Колл Монтон, Эрик Кордес, Марк Костелло, Ларс Голмен, Элиз Гранек, Йерун Ингелс, Лис Линдаль Йёргенсен, Джеймс Келли, Эллен Кенчингтон, Сон Ён Ким, Рамалингаран Кирубагаран, Лиза А. Левин, Анна Метаксас, Пабло Мунис Масьель, Клодетт Рахаримананирина, Закари Соу, Карлос Гарсиа-Сото, Сесилье вон Квиллфеллт, Колин Д. Вудрофф и Мориаки Ясухара





Фото: Эдвард Эрретино





Фото: Андерс Хюберг



## I. Основные вопросы

1. Океан и атмосфера представляют собой взаимосвязанные системы. Изменение климата затрагивает их обе. В частности, и та и другая системы нагреваются: в период с 1971 по 2010 годы океан поглотил около 93 процентов общего объема тепловой энергии, поглощенной воздухом, морской водой, массивами суши и водой, образовавшейся в результате таяния льда. В океане нагревание происходит как на уровне поверхностных вод, так и на глубине. Теплообмен между океаном и атмосферой приводит к изменению розы ветров и таких явлений, как «Эль-Ниньо–южное колебание», что в свою очередь влияет на океанические течения и волны.

2. Повышение температуры воды способно влиять на распространение и воспроизводство многих морских видов и на видовое богатство. Например, в некоторых регионах мира уже происходят изменения в ареалах географического распространения видов рыб. Кроме того, из-за нагревания воды уже неоднократно наблюдалось обесцвечивание коралловых рифов, и ущерб, который это явление причиняет кораллам, отрицательно скажется на промысле — как мелком, так и крупном — рифовых рыб. Кроме того, по всей вероятности, в более теплой морской воде количество мелкого планктона с низким уровнем содержания питательных веществ будет увеличиваться, а количество крупного богатого питательными веществами планктона — уменьшаться, что повлечет за собой непредсказуемые последствия для морских пищевых цепей.

3. Океан также поглощает значительную часть углекислого газа, производимого в последние несколько десятилетий, результатом чего является беспрецедентное закисление морской среды, происходящее разными темпами в различных частях мира. Помимо прочего, это ведет к снижению содержания карбонат-ионов, которые необходимы для формирования и поддержания прочности твердых покровных элементов планктона, моллюсков и ракообразных и твердой структуры образующих рифы кораллов. Вероятно, сократятся масштабы промысла моллюсков и ракообразных, а также, по мере ухудшения состояния систем коралловых

рифов, — масштабы промысла рифовых рыб. Кроме того, это повлияет на некоторые виды планктонных организмов, что может кардинально изменить морские пищевые цепи.

4. Уровень моря повышается: по прогнозам, к 2100 году он повысится в среднем на 1 м по сравнению с 1980–1999 годами. В разных частях мира этот показатель будет варьироваться. Повышение уровня моря, по всей вероятности, приведет к затоплению некоторых прибрежных районов и более частым приливным наводнениям в них, а также скажется на распределении полезных свойств важных прибрежных биотопов, таких как мангровые заросли. Оно также ускорит эрозию прибрежных зон.

5. В результате усиления стратификации и менее активного перемешивания вод в толще океана, а также из-за изменения характера апвеллинга увеличивается площадь участков эвтрофикации (перенасыщения питательными веществами) и гипоксии (обескислороживания). Также появляется больше «мертвых» зон (зон с недостаточным для поддержания жизни содержанием кислорода) и участков с низким содержанием кислорода, что негативно сказывается на обитающих там организмах и рыболовстве в соответствующих районах.

6. Площадь полярных льдов будет сокращаться или они полностью исчезнут, что повлияет на продуцирование ледовых водорослей, которые входят в число важнейших компонентов пищевых цепей в Арктике и Антарктике. Это негативно скажется на видах, питающихся ледовыми водорослями, таких как криль в Южном океане, а также на многих других видах, которые питаются крилем, включая китов и важные промысловые виды рыб. Открытие Арктики для судоходства и других видов антропогенной деятельности, вероятно, дополнительно повысит риск загрязнения этого региона.

7. В целом, из-за различий в процессах миграции рыб, непредвиденных последствий происходящих изменений для различных элементов экосистемы и изменения океанической циркуляции, все это, вероятно, окажет существенное и непредсказуемое воздействие на морские пищевые цепи и системы.



Фото: Эллен Кюлаерт



## II. Воздействие на океан изменения климата и связанных с ним атмосферных изменений

8. Океан и атмосфера Земли неразрывно связаны друг с другом в рамках сложного процесса. Ветра, которые дуют над поверхностью океана, передают импульс и механическую энергию воде, порождая тем самым волны и течения. Океан отдает энергию в виде тепла, что является одним из основных источников энергии для циркуляции атмосферы. Тепло также передается из атмосферы океану, вызывая повышение температуры вод. Кроме того, между океаном и атмосферой происходит циркуляция газов: главным образом, океан поглощает атмосферный углекислый газ и отдает в атмосферу кислород. Соответственно, вследствие повышения концентрации углекислого газа в атмосфере и связанных с этим атмосферных изменений происходят существенные перемены в основных характеристиках океана.

### A. Температура моря

9. Благодаря своей большой массе и высокой теплоемкости океан может удерживать огромный объем энергии — в 1 000 и более раз больше, чем атмосфера при эквивалентном увеличении температуры. Земля поглощает больше тепловой энергии, чем испускает обратно в космическое пространство, и почти весь этот излишек тепловой энергии поглощается и удерживается океаном. В период с 1971 по 2010 годы океан поглотил около 93 процентов общего объема тепловой энергии, аккумулированной воздухом, морской водой, массивами суши и водой, образовавшейся в результате таяния льда. В своем пятом докладе Межправительственная группа экспертов по изменению климата вновь подтвердила свой вывод о том, что глобальная температура поверхностного слоя моря повысилась по сравнению с XIX веком. В верхних слоях океана (глубиной до 700 м) температура и, следовательно, теплосодержание варьируются в различных временных масштабах, включая сезонные, межгодовые (например, в годы южных колебаний «Эль-Ниньо»), десятилетние и столетние периоды. В большинстве регионов планеты динамика изменения океанических температур с усреднением по глубине в период 1971–2010 годов была позитивна (т. е. наблю-

дось потепление). Потепление более очевидно в Северном полушарии, особенно в северной части Атлантики, однако сильно варьируется в зависимости от географического района. Динамика изменения температуры верхних слоев с зональным усреднением указывает на потепление почти на всех широтах и глубинах. Вместе с тем, поскольку в Южном полушарии объем океанических вод больше, их потепление вносит больший вклад в теплосодержание Мирового океана в целом.

10. В последние три десятилетия значительное повышение температуры поверхности моря затронуло примерно 70 процентов мирового побережья. Это сопровождается увеличением годового числа чрезвычайно жарких дней на территории 38 процентов мирового побережья. Кроме того, потепление наступает гораздо раньше в течение года примерно в 36 процентах прибрежных районов мира с умеренным климатом (между 30° и 60° широты в обоих полушариях).

11. Теплее становятся не только верхние слои океана: потепление океана также наблюдается в многочисленных глубоководных местообитаниях и особенно заметно в окраинных морях. В частности, имеются доказательства того, что потепление Средиземного моря в период 1950–2000 годов повлияло на глубоководные биоценозы, особенно сильно сказавшись на холодноводных кораллах (главы 5, 36A, 36F и 42)<sup>1</sup>.

### B. Повышение уровня моря

12. Весьма вероятно, что максимальные значения высоты уровня моря во всем мире уже возросли с 1970-х годов, главным образом в результате повышения среднемирового уровня моря. В среднем по миру на протяжении последних двух десятилетий

<sup>1</sup> Указанные в настоящих технических тезисах главы — это главы первой оценки состояния Мирового океана (текст размещен по адресу: [www.un.org/depts/los/rp](http://www.un.org/depts/los/rp)). Если такая ссылка приводится в конце пункта, то это значит, что она относится ко всем предшествующим пунктам вплоть до предыдущей ссылки. В этих главах можно найти цитаты, на которых основывается данный текст.



уровень моря повышается на 3,2 мм в год; около трети этого повышения обусловлено термическим расширением океана в результате потепления, вызванного антропогенным влиянием. Помимо этого, повышение уровня моря частично объясняется притоком пресной воды с материков, который увеличился в результате таяния ледников и материковых полярных ледовых покровов.

13. Региональные и локальные изменения уровня моря также зависят от таких природных факторов, как, например, региональная вариативность ветров и океанических течений, вертикальные смещения массивов суши и изменения высоты суши под воздействием оказываемого на них физического давления (например, в результате передвижения тектонических плит), в сочетании с антропогенным воздействием изменений в землепользовании и освоении прибрежных районов. В результате в одних регионах уровень моря повысится больше, чем в среднем по миру, а в других — снизится. Потепление к 2100 году на 4°C (которое предсказывается в экстремальном сценарии выбросов в пятом докладе об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата) повлечет за собой к концу этого периода среднее повышение уровня моря почти на 1 метр по сравнению с уровнями, наблюдавшимися в 1980–1999 годах (глава 4).

### С. Закисление океана

14. Рост концентрации углекислого газа в атмосфере приводит к более интенсивному поглощению этого газа океаном. Около 26 процентов увеличивающегося объема антропогенных выбросов углекислого газа поглощается океаном, где этот газ вступает в реакцию с морской водой и превращается в угольную кислоту — этот процесс известен как закисление океана. В химии для определения кислотно-щелочного баланса используется шкала pH: чем ниже показатель pH, тем выше кислотность воды. Средний показатель pH океанических вод в последние 25 миллионов лет почти не меняется и составляет, с учетом сезонного и пространственного варьирования, от 8,0 до 8,2. Однако в последние три десятилетия показатели pH океанических вод снижаются, и, если объем выбросов углекислого газа не уменьшится, то, согласно прогнозам климатических моделей, средний показатель pH океанических вод может к 2100 году снизиться до отметки 7,8. Это намного больше среднего изменения показателя pH когда-либо в современную геологическую эру. Снижение показателя pH влечет

за собой уменьшение содержания карбонат-ионов в морской воде. В целом, поскольку в океане перемешивание происходит медленнее, чем в атмосфере, содержание поглощенного углекислого газа намного больше в самых верхних слоях воды (глубиной до 400 м), в которых происходит больше всего биологической активности.

### D. Соленость

15. Наряду с широкомасштабным потеплением океана происходят также изменения в солёности океана (содержание солей). Вариативность показателей солёности океана повсюду в мире обусловлена различиями в соотношении притока пресной воды (из рек и от таяния ледников и полярного ледового покрова), осадков и испарения влаги, на которые воздействуют природные климатические явления, а также изменение климата. Широкомасштабные изменения в структуре и распределении количества осадков приведут к изменениям в показателях солёности океана, поскольку обильные осадки будут разбавлять океанические воды, снижая их солёность, тогда как снижение количества осадков будет иметь обратный эффект. Динамика изменения солёности океанических вод, которая рассчитывается на основе скудных данных об изменении соответствующего показателя с течением времени, показывает, что воды стали более солёными там, где осадков выпадает меньше, а интенсивность испарения велика (например, в субтропических регионах Мирового океана), и менее солёными — в районах с более обильными осадками и менее интенсивным испарением (как, например, экваториальные воды в Тихом и Индийском океанах). В результате изменения солёности меняется плотность воды, что сказывается на океанической циркуляции. Происходящее в настоящее время изменение солёности океана, вероятно, окажет воздействие на циркуляцию и стратификацию морской воды (главы 4 и 5).

### E. Стратификация

16. Различия в солёности и температуре между различными массивами морской воды ведут к стратификации, при которой формируются горизонтальные слои морской воды, перемешивание которых носит ограниченный характер. Увеличение степени стратификации, вызываемое изменениями температуры и солёности, наблюдается повсюду в мире, особенно в северной части Тихого океана и в целом к северу от 40° южной широты. Усиление страти-

фикации приводит к затруднению вертикального перемешивания воды в толще океана. Менее активное перемешивание, в свою очередь, приводит к уменьшению содержания кислорода и питательных веществ в поверхностных слоях океана, а также к уменьшению способности океана поглощать тепло и углекислый газ в силу того, что из глубины на поверхность, где происходит такое поглощение, поступает меньше холодной воды (главы 1 и 4-6)

## Ф. Океаническая циркуляция

17. Активное изучение воздействия изменения климата на океан позволило составить гораздо более четкое представление о механизмах океанической циркуляции и ее годовых и десятилетних вариациях. В результате изменений в степени нагревания различных районов океана меняются и модели вариативности распределения тепла в масштабах всего океана. По некоторым данным, это приводит к изменениям в атмосферной циркуляции и глобальной циркуляции вод в открытом океане, из-за чего со временем может замедлиться передача тепла из экваториальных зон к полюсам и в глубинные слои океана. Соответственно, меняется также и движе-

ние водных масс в районах над континентальными шельфами: так, перемещения водных масс в заливе Святого Лаврентия обуславливают — по меньшей мере отчасти — снижение содержания растворенного кислорода в глубоководных участках этого залива (главы 5 и 36А).

## Г. Воздействие штормов и других экстремальных погодных явлений

18. Повышение температуры морской воды придает больше энергии штормам, формирующимся на море. Большинство ученых сходятся во мнении о том, что в результате этого число тропических циклонов в мире уменьшится, но они будут более интенсивными, хотя будет наблюдаться региональная вариативность. По некоторым данным, наблюдаемое с 1979 года расширение тропической зоны сопровождается ярко выраженным смещением к полюсам тех широт, на которых формируются максимально интенсивные штормы. От этого, безусловно, пострадают те прибрежные районы, которые до этого не были подвержены опасности тропических циклонов (глава 5).

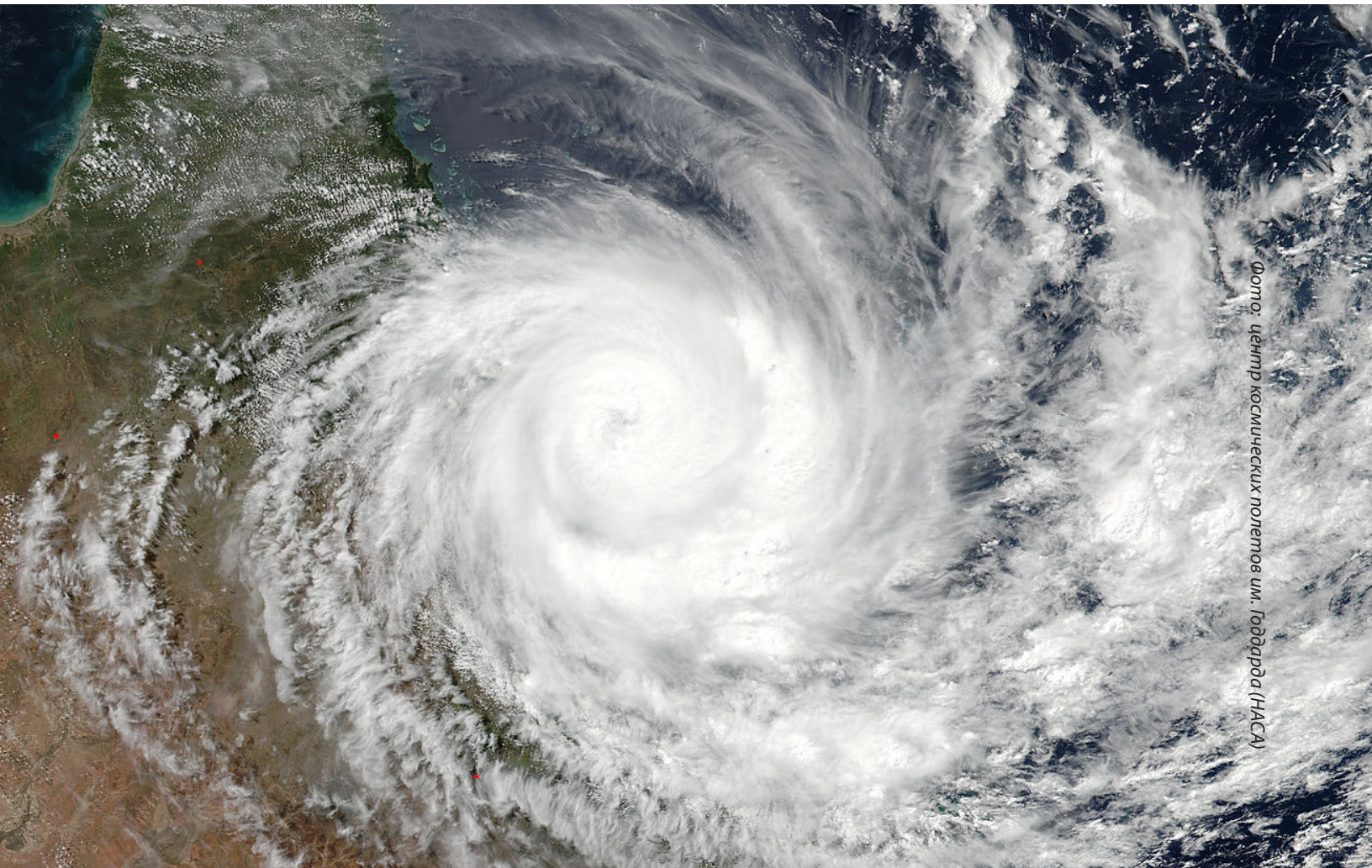


Фото: центр космических полетов им. Годдарда (НАСА)



## Н. Уменьшение содержания растворенного кислорода (обескислороживание или гипоксия)

19. За последние 50 лет уменьшилось содержание растворенного кислорода в океанических водах в тропических широтах, прежде всего из-за потепления океана. Это, среди прочего, привело к расширению зон с очень низким содержанием растворенного кислорода (зоны минимальной концентрации кислорода), включая расширение на запад и в вертикальном направлении границ таких зон в восточной части Тихого океана. Прогнозируемое изменение менее активному переносу кислорода из атмосферы (снижение растворимости кислорода) и меньшей вентиляции глубоких слоев, что чревато снижением концентрации кислорода в верхних слоях океана во всей тропической зоне. За пределами тропической зоны нынешних наблюдений недостаточно для выявления тенденций, однако ожидается, что потепление и расслоение океана также будут вести к уменьшению содержания растворенного кислорода.

20. В прибрежных водах пониженное содержание кислорода в большей степени связано с проникновением с суши питательных веществ и последствиями вызванной этим эвтрофикации; такое воздействие снижения содержания кислорода усугубляется из-за более интенсивной стратификации и менее активной циркуляции в результате потепления поверхности моря. В тех районах, где течения из открытого океана наталкиваются на узкие континентальные шельфы, перенасыщенная питательными веществами и бедная кислородом вода может попадать в прибрежные воды, создавая гипоксические зоны (зоны с низким содержанием растворенного кислорода) или даже «мертвые» зоны (зоны с недостаточным для поддержания жизни содержанием кислорода, также называемые бескислородными зонами). Примеры такого воздействия наблюдаются на западном побережье Американского континента к северу и к югу от экватора, на западном побережье Африки к югу от Сахары и на западном побережье Индий-

ского субконтинента. Усиление некоторых океанических течений может усиливать эти последствия (главы 4-6 и 20).

## I. Ультрафиолетовое излучение и озоновый слой

21. Выбросы некоторых парниковых газов, особенно хлорфторуглерода, оказывают воздействие на озоновый слой в стратосфере. Озоновый слой в стратосфере Земли задерживает значительную часть исходящего от Солнца ультрафиолетового излучения (УФ-излучение) спектра УФВ (с длиной волны 280–315 нанометров), не позволяя ему достичь поверхности Земли и, соответственно, поверхности океана. УФВ-излучение имеет целый ряд потенциально пагубных последствий, включая снижение первичной продуктивности фитопланктона, изменения в структуре и функционировании планктонных сообществ и изменение азотного цикла. Соответственно, начавшееся в 1970-х годах истощение озонового слоя в стратосфере не может не вызывать беспокойства. Международное сообщество принимает меры для решения этой проблемы в соответствии с Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой, и ситуация, как представляется, стабилизировалась, хотя из года в год наблюдаются некоторые колебания. С учетом различий в глубине водной толщи, на которую проникает УФВ-излучение, консенсус в отношении последствий истощения озонового слоя для чистой первичной продуктивности и круговорота питательных веществ пока не достигнут.

22. Вместе с тем удалось определить потенциальное воздействие ультрафиолетового излучения на наночастицы диоксида титана. Диоксид титана широко используется в производстве белой краски и покрытий, а также косметики и солнцезащитных кремов. Он разлагается на наночастицы (размером до одной миллионной доли миллиметра). Под воздействием ультрафиолетового излучения наночастицы диоксида титана действуют в качестве биоцида и, соответственно, могут негативно влиять на первичную продуктивность фитопланктона.









Фото: Мишель Холлі «Ховард Холл продакшнз»



### III. Экологические и социально-экономические последствия

#### A. Совокупное воздействие

23. Последствия, возникающие в результате изменения климата и связанных с этим изменений в атмосфере, включая закисление и обескислороживание, — это лишь некоторые из угроз, которым сейчас подвергается морская среда во всем мире. Состояние морской среды в будущем будет определяться сложным взаимодействием всего спектра угроз и изменений, описанных в первой оценке состояния Мирового океана, т. е. не только тех, которые являются следствием изменения климата и связанных с этим изменений в атмосфере, но и тех, которые появляются в результате незначительных методов рыболовства, загрязнения от судоходства, добычи полезных ископаемых на морском дне и добычи углеводородов, антропогенного шума и освоения прибрежных районов, а также таких новых угроз, как, например, угрозы, связанные с производством энергии из возобновляемых источников (резюме, тема G).

#### B. Изменения в пищевой сети

24. Изменения первичной продуктивности в результате изменения климата неизбежно будут иметь последствия для всей пищевой сети. На каждом более высоком трофическом уровне последствия изменений, касающихся видового состава и наличия пищи на нижних уровнях пищевой сети, затруднят (или, в ряде случаев, облегчат) способность животных выживать и растить потомство. Воздействие этих изменений в пищевой сети на высших хищников — таких, как морские рептилии, морские птицы и морские млекопитающие, изучено мало. Изменения, затрагивающие среду обитания, также скажутся на высших хищниках: например, виды птиц, проживающих в мангровых зарослях или добывающих корм в зарослях морской травы, будут затронуты изменениями этих местообитаний.

25. Согласно прогнозам, при некоторых сценариях изменения климата положительно или отрица-

тельно будет затронуто до 60 процентов биомассы в океане, что нанесет ущерб многим нынешним экосистемным услугам. Так, моделирующие исследования по видам с сильными температурными предпочтениями — таким, как полосатый и обыкновенный тунец, — прогнозируют резкие изменения в диапазоне обитания и/или в продуктивности.

26. Последствия наблюдаются во всех регионах. Например, в северо-западной части Атлантического океана сочетание изменений в численности хищников, вызванных целым рядом факторов, включая перелов и климатические изменения, является главной причиной, которая привела к изменениям в видовом составе, ознаменовавшим собой полную смену режима — главенствующая роль перешла от трески к ракообразным. Аналогичным образом, в северо-восточной части Атлантического океана и в Северном море в период 1960–2009 годов были зарегистрированы заметные изменения в видовом составе планктона, находящегося на самом низком трофическом уровне (а именно: видовое разнообразие динофлагеллятов возросло, а их численность сократилась по сравнению с диатомеями). Эта тенденция объясняется совокупным воздействием летнего повышения температуры поверхности моря и сдвига ветра.

27. Как правило, тепловодные виды фитопланктона меньше по размеру и менее продуктивны по сравнению с видами, типичными для холодноводных районов. По мере повышения температуры океана наблюдается расширение зоны обитания этих видов в более высокоширотные районы. Продолжающаяся экспансия этих видов меняет эффективность передачи энергии другим звеньям пищевой сети, что, как ожидается, вызовет биотические изменения в обширных районах открытого океана, например в экваториальной части Тихого океана. Кроме того, ожидается, что усиление стратификации океана и связанное с ним сокращение объема питательных веществ, поступающих из глубинных слоев океана в фотические зоны (зоны,

в которые проникает достаточное количество солнечного света для поддержания фотосинтеза) приведет к значительным изменениям в биологической продуктивности (главы 38 и 52).

### С. Планктон

28. Фитопланктон и бактерии обеспечивают наибольший вклад в первичную продуктивность, от которой зависят трофические цепи моря. Предсказанное ранее повышение температуры верхних слоев океана вследствие климатических факторов в настоящее время приводит к изменениям в фитопланктонных сообществах. Это чревато далеко идущими последствиями для первичной нетто-продуктивности и трофических циклов в течение ближайших 100 лет. В целом, когда наибольший вклад в первичную нетто-продуктивность вносит мелкий планктон, как это обычно бывает в бедных питательными веществами водах открытого океана, уровни такой продуктивности низки и главную роль в энергетических потоках и питательных циклах играют микробные трофические цепи. Изучив, при помощи спутниковых технологий, данные о показателях хлорофилла за 22 года в 12 крупных океанических бассейнах, ученые установили, что за период 1980–2012 годов общемировая ежегодная первичная продуктивность океана снизилась на 6 процентов. В таких условиях снижаются потенциалы облавливаемых рыбных запасов и уменьшается приток органического углерода, азота и фосфора вглубь океана, что снижает его способность поддерживать жизнь.

29. С другой стороны, ожидается, что с потеплением верхних слоев океана расширится географическая зона обитания диатомов — азотофиксирующего планктона. В результате фиксация азота к 2100 году может повыситься на 35–65 процентов. Это, в свою очередь, приведет к повышению первичной нетто-продуктивности и, соответственно, увеличению поглощения углерода, и некоторые виды на более высоких трофических уровнях могут стать более продуктивными.

30. Равновесие между этими двумя изменениями остается неустановленным. Сдвиг в сторону уменьшения первичной продуктивности или изменения в структуре размеров планктонных

сообществ чреваты серьезными последствиями для продовольственной безопасности и поддержания морского биоразнообразия в результате нарушения пищевых сетей. Ожидается, что время весеннего цветения фитопланктона также изменится. Это скажется и на морских пищевых сетях, поскольку многие виды синхронизируют нерест и развитие личинок с цветением фитопланктона и связанным с ним максимальным изобилием зоопланктона (микроскопических животных, питающихся фитопланктоном и бактериями) (глава 6).

### Д. Морские водоросли и морская трава

31. Рост и выживание холодноводных водорослей, особенно ламинарий, зависят от температуры и солености воды и содержания в ней питательных веществ. Согласно наблюдениям, в теплых водах с низкой концентрацией питательных веществ фотосинтез замедляется, что ведет к снижению темпов роста и повсеместному упадку. Вымирание ламинарий уже наблюдается у побережья Европы и южной части Австралии, и в значительной степени оно обусловлено меняющимся состоянием морской воды. Изменения в видовом распределении отмечаются на севере Европы, юге Африки и юге Австралии, где границы зоны обитания теплолюбивых видов расширяются в сторону полюсов. Эти изменения могут отрицательно сказаться на таких местообитаниях, как скалистые рифы, и на коммерчески вылавливаемых видах в таких местообитаниях в прибрежных зонах. Снижение продуцирования водорослей ведет к уменьшению объемов производства продовольствия для потребления человеком и веществ, используемых в различных отраслях промышленности, включая фармацевтическую и пищевую. Это скажется на общинах, доходы которых зависят от урожая водорослей.

32. Заросли морской травы способствуют стабилизации осадков и защите от эрозии зоны береговой линии, обеспечивая платформу для роста таких животных, как рыбы и беспозвоночные (например, креветки), которые в них кормятся и размножаются. Повышение температуры морской воды также увязывается с проявлением вагинг-синдрома, уничтожившего плантации морской травы на северо-востоке и северо-западе Соединенных Штатов Америки (главы 14 и 47).



## Е. Мангровые заросли

33. Мангровые заросли<sup>2</sup> доминируют в приливной зоне защищенного (илистого) побережья тропических, субтропических и умеренно теплых океанов. Зона распространения мангровых зарослей соотносится с температурой воздуха и поверхности моря: на севере они простираются примерно до 30° северной широты, а на юге — до 28° южной широты в Атлантическом регионе и до 38° южной широты в Тихоокеанском. Зону их распространения также ограничивают основные климатические переменные, такие как отсутствие дождей и частота холодных метеорологических явлений. Мангровые заросли важны в качестве зон размножения и нагула различных видов рыб, секвестрации углерода (особо важна их высокая способность к улавливанию и удержанию углерода), регулирования климата, стабилизации береговой линии и защиты прибрежных районов, а также в качестве потенциального источника компонентов для производства лекарственных препаратов, древесины и древесного топлива.

34. Границы зоны распространения мангровых лесов могут потенциально расширяться по мере повышения температуры к северу и югу от их нынешних границ (хотя верхний предел температур, которые они могут переносить, также ограничен). Вместе с тем в силу своей неспособности выживать в более глубоких по сравнению с их нынешним ареалом распространения водах, они уязвимы к повышению уровня моря, особенно в тех районах, где они не могут расширить свой ареал распространения в сторону суши по причине укрепленных берегов или использования земли в иных целях. Это особенно характерно для островов с низким рельефом и преобладающими карбонатными породами, где мангры не могут накопить достаточный объем осадков по причине их недостаточности или отсутствия (глава 48).

## Ф. Кораллы

35. Почти все кораллы в тропических и субтропических районах представляют собой симбиоз между коралловыми полипами, которые образуют жесткие

структуры, и фотосинтезирующими водорослями. Когда температура воды в океане слишком высока, такие кораллы подвергаются стрессу и изгоняют своего партнера по симбиозу — водоросли, которые придают им характерную окраску и частично обеспечивают их питательными веществами, что ведет к их обесцвечиванию. Интенсивное, продолжительное или многократное обесцвечивание может привести к гибели коралловых колоний, а многократное обесцвечивание ослабляет их устойчивость. Обесцвечивание может происходить при повышении местных сезонных максимальных температур всего лишь на 1°C или 2°C по сравнению с нормой. Хотя обесцвечиванию подвержено большинство видов кораллов, параметры их стойкости к потеплению варьируются. Многие кораллы, подвергшись термальному стрессу или обесцвечиванию, в дальнейшем умирают от заболеваний.

36. Обесцвечивание кораллов оставалось относительно неизученным явлением до начала 1980-х годов, когда произошел ряд местных вспышек обесцвечивания, главным образом в восточной части тропической зоны Тихого океана и Большого Карибского района. Под воздействием повышения температуры в течение последних 25 лет процесс обесцвечивания и массового вымирания кораллов ускорился. Высокая температура воды в океане в 1998 и 2005 годах стала причиной высокой смертности кораллов во многих рифовых зонах, и с тех пор они почти не восстановились. Глобальный анализ свидетельствует о том, что широкое распространение этой угрозы причинило серьезный вред большинству коралловых рифов во всем мире. Там, где восстановление имело место, оно было наиболее успешным в случае рифов, которые хорошо защищены от воздействия человека. Вместе с тем сопоставление недавних вспышек и ускорения тепловой нагрузки с низкими темпами восстановления большинства рифов свидетельствует о том, что деградация в результате повышения температуры происходит быстрее восстановления. Негативное воздействие обесцвечивания усиливается в результате ухудшения состояния кораллов, вызванного губительной рыболовной практикой, загрязнением окружающей среды, повышением мутности (в результате которой к кораллам проникает меньше солнечного света, что ведет к снижению продуктивности водорослей, являющихся их партнерами по симбиозу) и другими видами человеческой деятельности, а также в результате подъема уровня моря и закисления океана.

<sup>2</sup> Слово «мангровые» используется для обозначения как конкретного типа растительности, так и уникального местообитания (также известного под названиями приливной лес, болото, водно-болотные угодья или мангровые леса), в котором она произрастает.

37. Утрата коралловых рифов чревата негативными последствиями для рыбных производств и промыслов, защиты прибрежных районов, эко туризма и других видов использования коралловых рифов. Согласно прогнозам, основанным на последних научных данных и результатах моделирования, большая часть мировых тропических и субтропических коралловых рифов, особенно на мелководье, к 2050 году пострадает от ежегодного обесцвечивания и, в конечном счете, функционально прекратит свое существование в качестве источников товаров и услуг. Это не только будет иметь серьезные последствия для малых островных развивающихся государств и рыбаков-кустарей в прибрежных районах низких широт, но и окажет локально значимое воздействие в крупных экономических зонах, таких как Большой Барьерный риф в Австралии и острова Флорида-Кис в Соединенных Штатах (главы 7 и 43).

38. Холодноводные кораллы лишь недавно были подробно исследованы, поскольку их изучение затруднено в силу того, что их зоны обитания расположены на большой глубине. Однако очевидно, что их рост сдерживается как температурой, так и наличием карбонат-ионов: они не встречаются там, где температура воды превышает характерные для того или иного вида ограничения (за исключением некоторых видов в Красном море), и не растут ниже горизонта насыщения (уровня, ниже которого карбонаты растворяются). Было установлено, что повышение температуры воздействует на глубоководные сообщества в Средиземноморье. Закисление океана представляет еще одну распространенную угрозу для многих видов этих кораллов. Поскольку состояние карбонатного насыщения в морской воде зависит от температуры, оно значительно ниже в холодных водах, и поэтому холодноводные кораллы располагаются значительно ближе к горизонту насыщения. По мере дальнейшего закисления океана горизонт насыщения поднимется, что ведет к увеличению числа холодноводных кораллов, обитающих в условиях недостаточного насыщения. Холодноводные коралловые рифы, насыпи и сады служат средой обитания для весьма разнообразного сообщества, включая фаунистическую биомассу, которая на несколько порядков выше видов, населяющих окружающее морское дно. Помимо того, что холодноводные кораллы поддерживают это тесно взаимосвязанное сообщество, они также являются важными зонами для нереста, выхаживания потомства и прокорма многочисленных рыб

и беспозвоночных. В этой связи причиняемый им размер ущерба будет иметь более широкие косвенные последствия (глава. 42).

## G. Распределение рыбных запасов

39. С повышением температуры морской воды происходят сдвиги в распределении многих рыбных запасов и промыслов. В целом наблюдается тенденция к распространению запасов к полюсам и вглубь водной толщи, где температурный режим соответствует предпочтениям, но картина вовсе не единообразна, и изменения затрагивают различные виды рыб в разной степени. Повышение температуры воды увеличивает и коэффициенты метаболизма, а в ряде случаев приводит к расширению местообитаний и росту продуктивности некоторых запасов.

40. Как указывалось выше, согласно прогнозам, основанным на глобальных климатических моделях, потепление приведет к обескислороживанию и стратификации глубоководных районов океана. Это отрицательно скажется как на бентических (морское дно), так и на пелагических (водная толща) экосистемах. Было доказано, что снижение концентрации кислорода в среднем слое водной толщи в северной части Тихого океана связано с сокращением популяции 24 разновидностей рыб, представляющих восемь семейств и обитающих в среднем слое воды. В более широком масштабе это может быть чревато значительными негативными экологическими и биогеохимическими последствиями.

41. Однако изменения в распределении рыбных запасов зачастую обусловлены комплексными причинами. Сокращение рыбных запасов нередко является следствием перелова, причем зачастую трудно провести различие между воздействием изменения климата и переловом. Это относится, в частности, к таким случаям, как исчезновение трески из района Большой Ньюфаундлендской банки у берегов Канады, на смену которой пришли ракообразные, в частности омары, а также уменьшение популяции трески в Северном море и увеличение ее популяции в Баренцевом море.

42. Мелкое рыболовство является очень важным источником продовольствия и доходов человека в тропиках. В секторе мелкого рыболовства работает значительное число женщин, и от него зависят многие коренные народы и их общины. Большинство лиц, участвующих в мелком рыболовстве, проживают в развивающихся странах, получают низкий



доход и зачастую зависят от трудовой деятельности в неформальном секторе.

43. Рифовые рыбы составляют значительную часть улова, добываемого в рамках мелкого рыболовства, особенно в Тихоокеанском регионе. Помимо непосредственного реагирования на описанное выше изменение температуры морской воды, изобилие рифовых рыб зависит от размеров и состояния коралловых рифов, которые они населяют. С течением времени численность их популяции может варьироваться, увеличиваясь от двух до десяти раз, что прежде всего объясняется утратой и последующим восстановлением местообитаний, ассоциированных с коралловыми рифами, в результате штормовых погодных явлений и обесцвечивания. Помимо этого, мелкое рыболовство может быть более уязвимо к последствиям изменения климата и возрастающей неопределенности по сравнению с крупномасштабным рыболовством в силу более ограниченных возможностей по освоению новых рыболовных зон.

44. По мере переноса промысловых усилий в новые районы в поисках рыбных запасов, сменивших ареал обитания, затрагиваемые экосистемы могут подвергаться побочному воздействию. Например, уменьшение площади морского льда в Арктике может привести к тому, что рыбный промысел и донное траление начнут осуществляться в районах, где они ранее не велись, в результате чего в улов начнут попадать виды, ранее не подвергавшиеся этой опасности.

45. В результате изменения в экосистемах происходят различными темпами: от почти нулевых до весьма стремительных. Такие последствия мало исследованы, выводы исследований разнятся, но с дальнейшим изменением океанического климата эти соображения приобретают все большую важность с точки зрения производства продовольствия. Высокая степень неопределенности промыслов чревата социально-экономическими последствиями и подрывом продовольственной безопасности, осложняя механизмы рациональной организации управления.

## Н. Продуктивность моллюсков и ракообразных

46. Моллюски и ракообразные особо уязвимы с точки зрения сокращения объема растворенных карбонат-ионов в воде, в которой они обитают,

поскольку это явление отрицательно сказывается на их способности вырабатывать карбонат кальция для раковин и панцирей. В некоторых районах северной части Тихого океана, где наблюдается сезонный апвеллинг воды с низким водородным показателем, воздействие на формирование и рост раковин и панцирей моллюсков и ракообразных уже отмечено. Это явление требует действий по адаптации с целью сведения к минимуму последствий для отраслей аквакультуры, связанных с моллюсками и ракообразными. По мере дальнейшего снижения общего водородного показателя и концентрации растворенных карбонат-ионов в океане ожидаются более широкомасштабные изменения экосистем и, следовательно, последствия для отраслей, связанных с добычей моллюсков и ракообразных. Закисление океана не происходит равномерно, и его последствия не будут одинаковыми во всех районах — на относительно небольших пространствах будут иметь место существенные вариации. Кроме того, стратификация может привести к тому, что содержание растворенного кислорода в донных водах будет недостаточным для выживания моллюсков и ракообразных, также способствуя снижению их продуктивности.

47. Кроме того, температура, соленость и другие изменения океанической среды повлекут за собой и изменения в распространении и продуктивности моллюсков и ракообразных: где-то в сторону увеличения, а где-то и наоборот. Как и в случае с рыбным промыслом, итог этих изменений крайне неясен и может отрицательно сказаться на существующих промыслах и культивировании моллюсков и ракообразных (глава 11).

48. Повышение температуры морской воды в сочетании с высоким содержанием питательных веществ приводит к увеличению числа токсичных явлений, связанных с цветением некоторых видов фитопланктона. Сюда относятся и случаи паралитического отравления людей, употребивших в пищу инфицированных моллюсков и ракообразных. В результате отравления быстро (нередко в течение 30 минут) появляются такие симптомы, как паралич рук и ног, нарушение механической координации и неразборчивая речь, и зачастую следует смертельный исход. Увеличение случаев цветения воды, вызванного массовым развитием токсичного фитопланктона, наблюдается на протяжении последних трех десятилетий, особенно в прибрежных водах как западной, так и восточной части Северной Атлантики (глава 20).

## I. Эвтрофикация

49. Чрезмерное поступление с побережья или из атмосферы в океан биогенных элементов, в частности нитратов, служит причиной эвтрофикации. Высокие уровни биогенных элементов, в частности соединений азота, могут привести к цветению водорослей. Оно происходит в тех случаях, когда имеется достаточно солнечного света для поддержки фотосинтеза водорослей. Со временем происходит истощение биогенных элементов, и гибель водорослей и их разложение бактериями ведет к дефициту кислорода в морской воде. Усиление стратификации в результате изменения климата может привести к дальнейшему усугублению таких проблем. Разложение водорослей может также активизировать процесс закисления на местном уровне. Кроме того, в результате апвеллинга вод, богатых питательными веществами, под давлением океанических течений могут появиться гипоксические или даже «мертвые» зоны (бескислородные зоны). Такой апвеллинг может усугубить проблемы эвтрофикации прибрежных районов, для которых он характерен (там же).

## J. Затопление прибрежных районов и эрозия береговой линии

50. Повышение уровня моря в результате потепления океана и таяния материкового льда создает значительную угрозу для прибрежных систем и низколежащих районов во всем мире, в частности угрозу затопления, эрозии береговой линии и загрязнения запасов пресной воды и продовольственных культур. В значительной степени такие последствия неизбежны, поскольку они являются следствием уже сложившихся условий, однако они могут приобрести опустошительный характер, если не будет принято мер по уменьшению воздействия факторов риска и адаптации к ним. У целых общин, расположенных на низколежащих островах (включая Кирибати, Мальдивские Острова и Тувалу), нет возможности отступить вглубь своих островов. Во многих прибрежных районах, в частности в некоторых низколежащих речных дельтах, очень высока плотность населения. Согласно оценкам, более 150 миллионов человек проживают на землях, уровень которых не более чем на 1 метр выше нынешнего уровня прилива, а 250 миллионов — в пределах пяти метров над этим уровнем. Прибрежные города из-за высокой плотности населения в них особенно уязвимы к повышению уровня моря

вместе с прочими последствиями изменения климата, включая изменения в моделях штормовых погодных явлений. Кроме того, повышение уровня моря также, скорее всего, приведет к дополнительной береговой эрозии в тех случаях, когда морские защитные сооружения будут затоплены или обойдены, а береговая линия будет чаще подвергаться штормовым погодным явлениям (главы 5, 7, 26 и 44).

## K. Утрата морского льда в высоких широтах и ее последствия

51. В высоких широтах покрытые льдом экосистемы характеризуются глобально значимым биоразнообразием. Масштабы и характер таких экосистем обуславливают их важное значение для биологического, химического и физического равновесия в биосфере. Биоразнообразие этих систем присуща высокая степень адаптации к условиям экстремально холода и крайней изменчивости климата. Моря высоких широт отличаются сравнительно низкой биологической продуктивностью, и сообщества ледовых водорослей, произрастающих исключительно в этих широтах, играют особенно важную роль в динамике систем.

52. Согласно оценкам, в постоянно покрытых льдом районах центральной Арктики на долю ледовых водорослей приходится более 50 процентов первичной продуктивности. С уменьшением протяженности ледяного покрова возможно снижение этой продуктивности и более широкое распространение видов, обитающих в открытой воде. Экосистемы в высоких широтах претерпевают изменения более высокими темпами, чем в других местах на Земле. За последние 100 лет темпы роста средних температур в Арктике почти в два раза превышают средний общемировой показатель. Уменьшение протяженности морского льда, особенно сокращение покрова многолетних льдов, чревато последствиями для широкого спектра видов, обитающих в этих водах, особенно тех, которые размножаются, отдыхают и кормятся в местах, покрытых льдом.

53. Антарктический криль (*Euphausia superba*) является одним из ключевых видов в Южном полушарии и предпочтительной добычей многих хищников, в том числе многих рыб, морских птиц, тюленей и китов. Поскольку численность криля тесно связана с протяженностью морского льда и наличием ледовых водорослей в предыдущую зиму (чем больше протяженность ледового покрова, тем больше



популяция криля), любые изменения в протяженности морского льда могут привести к изменениям в трофических сетях в водах Антарктики. По мере повышения температуры воды и сезонного уменьшения протяженности льда, скорее всего, будет наблюдаться и уменьшение популяции криля, тогда как популяция теплолюбивых видов, таких как сальпы, увеличится. Хотя многие хищники могут питаться как крилем, так и сальпами, качество сальпов как пищи гораздо ниже по сравнению с крилем. Таким образом, весьма вероятно, что переход в Южном океане от сообществ, зависящих от морского льда, к сообществам, живущим в свободной от льда воде, будет иметь негативные последствия для многих морских видов, для которых криль является важным компонентом добычи (главы 36G, 36H и 46).

54. Число судов, проходящих транзитом через арктические воды, пока невелико, но в последнее десятилетие оно стремительно растет. Отступление полярного ледового покрова в результате глобального потепления открывает новые возможности для движения судов между Атлантическим и Тихим океанами к северу от Американского и Евразийского континентов в течение летнего сезона в Северном полушарии. О масштабах возможных последствий свидетельствует перемещение биологических видов между Тихим и Атлантическим океанами. Маршруты, пролегающие через Арктику, короче и, возможно, экономичнее (согласно прогнозам, экономия составит 20-25 процентов), чем те, которые используются в настоящее время. Активизация судоходства увеличивает риск загрязнения морской среды в результате как крупных аварий, так и хронических выбросов, а также повышает опасность привнесения чужеродных видов в результате обрастания корпусов и сброса балластных вод. При крайне низких темпах разложения бактериями разлившейся нефти в полярных условиях и в целом слабом восстанови-

тельном потенциале полярных экосистем ущерб от подобного загрязнения будет носить весьма серьезный характер. Кроме того, сегодня в различных районах Северного Ледовитого океана, по сути, отсутствует инфраструктура реагирования на аварии и ликвидации их последствий, имеющаяся в других океанических бассейнах, что еще больше затрудняет организацию процесса ликвидации последствий загрязнения. Эти факторы приведут к еще большему обострению таких проблем. С течением времени активизация коммерческого судоходства в Северном Ледовитом океане и соответствующее повышение зашумленности может также вытеснить животных, включая морских млекопитающих, за пределы критически важных для них местообитаний (глава 17).

## L. Риски, которым подвергаются коммуникации

55. Подводные кабели всегда находились под угрозой аварий в результате подводных оползней, главным образом на границах континентального шельфа. С изменением картины распространения и интенсивности циклонов, ураганов и тайфунов, как это прогнозируется в сценариях изменения климата, подводные районы, которые до сих пор оставались стабильными, под воздействием штормов могут стать менее стабильными. Это может привести к более частым подводным оползням и последующему повреждению кабелей. С учетом растущей зависимости мировой торговли от передачи цифровых данных, такое увеличение числа случаев повреждения подводных кабелей, в дополнение к обрывам, происходящим по другим причинам, включая зацепы якорями судов или при донном тралении, чревато задержками или перебоями в связи, имеющей жизненно важное значение для мировой торговли (глава 19).

## IV. Заключение

56. Самая серьезная угроза для океана происходит из неспособности людей оперативно решать многочисленные проблемы, перечисленные выше. Состояние многих районов океана, включая некоторые районы за пределами национальной юрисдикции, существенно ухудшилось. Если существующие

проблемы не будут решены, есть большая опасность того, что они в своей совокупности станут причиной разрушительного и вредоносного цикла, из-за которого океан уже не сможет быть источником тех многочисленных благ, которыми в настоящее время пользуется человечество.





РФото: Матвеев Фурьяев, «Синусфотто»









17-05753