



Наш будущий климат



Всемирная Метеорологическая
Организация

Наш будущий климат

ВМО-№ 952
Женева, Швейцария
2003



Всемирная Метеорологическая
Организация

ВМО-№ 952

© 2003, Всемирная Метеорологическая Организация

ISBN 92-63-40952-8

ПРИМЕЧАНИЕ

Употребляемые обозначения и изложение материала в настоящем издании не означают выражения со стороны Секретариата Всемирной Метеорологической Организации какого бы то ни было мнения относительно правового статуса страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ	7
КЛИМАТ	9
ЭВОЛЮЦИЯ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА	11
ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	13
ЗНАЧИТЕЛЬНЫЕ НАБЛЮДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ	18
НАШ БУДУЩИЙ КЛИМАТ	22
НЕКОТОРЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРОГНОЗИРУЕМОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	25
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВМО: НАСТОЯЩАЯ И БУДУЩАЯ	30
ВЫВОДЫ	36

ПРЕДИСЛОВИЕ

Ежегодно во всем мире отмечается Всемирный метеорологический день в честь вступления в силу в 1950 г. Конвенции Всемирной Метеорологической организации (ВМО). К каждой годовщине ВМО выбирает тему, которая освещает вклад метеорологии и оперативной гидрологии в вопросы, имеющие большое значение для человечества. Для 2003 г. эта тема называется *Наши будущий климат*.

Эта тема является особенно актуальной в свете итогов Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию (Йоханнесбург, Южная Африка, 2002 г.), на которой была выражена озабоченность в связи с изменением климата Земли и его негативными последствиями и на которой было подтверждено обязательство в отношении «стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на уровне, который предотвратит опасное антропогенное вмешательство в климатическую систему...». В основе этого подтверждения лежит работа, выполненная Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) ВМО/Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП).

Согласно оценкам МГЭИК, продолжающееся увеличение выбросов парниковых газов приведет к общему росту средней температуры на 1,4—5,8 °С и повышению уровня моря на 9—88 см к концу века по сравнению с уровнями 1990 г. Ожидается, что прогнозируемые изменения в значительной степени отразятся на метеорологической и климатической системах.

В этой связи с озабоченностью воспринимаются беспрецедентные экстремальные события, связанные с погодой и климатом, такие как наводнения, засухи и тропические циклоны в различных частях мира.

Последнее десятилетие XX века и, в частности, 1998 г., были самыми теплыми со времени начала

регистрации данных приборных измерений почти 140 лет тому назад. XX век был также самым теплым за последнее тысячелетие.

Подобное знание нашего климата в прошлом и его будущего состояния стало возможным благодаря исторической и новаторской работе ВМО в области мониторинга и научных исследований. В 1929 г. предшественница ВМО — Международная метеорологическая организация — учредила Комиссию по климатологии. В 1976 г. ВМО выпустила первое авторитетное заявление о потенциальном влиянии увеличения выбросов парниковых газов на климат.

После этого в 1979 г. Организация созвала Первую Всемирную климатическую конференцию, в результате чего была учреждена Всемирная климатическая программа (ВКП) и ее составляющие части, и предложила другим организациям, таким, как ЮНЕП и Международный совет по науке, сотрудничать с ВМО в деле их осуществления.

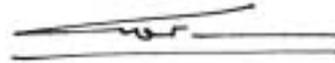
С этого времени ВКП является основой для всех связанных с климатом видов деятельности, стратегий и политики. Она получает совокупную поддержку со стороны основных систем наблюдений ВМО, включая Всемирную службы погоды, Глобальную службу атмосферы и сети гидрологических наблюдений. ВМО способствовала также проведению переговоров и осуществлению Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата.

Как и в прошлом, наличие в распоряжении ВМО опыта и сетей национальных метеорологических и гидрологических служб (НМГС), ученых и центров передового опыта в области климатического мониторинга, данных научных исследований и применений обеспечивает ей наиболее выгодную позицию для прогнозирования будущего состояния нашего климата. Эти факторы будут также способствовать

оценке последствий изменения климата и рассмотрению связанных с климатом будущих проблем, включая осуществление различных конвенций, имеющих отношение к охране окружающей среды, таких, как конвенции о климате, опустынивании, биоразнообразии и озоне. В этих областях деятельности по-прежнему жизненно важными являются вклады со стороны НМГС.

В этой брошюре освещаются многие вопросы, имеющие отношение к нашему будущему климату. Я хотел бы поблагодарить президента Комиссии по климатологии г-на Я. Буду и бывшего члена Комиссии г-на М. Кроу за подготовку этой рукописи. Надеюсь, что представленная информация и деятельность в рамках Всемирного метеорологического дня

послужат привлечению большего внимания со стороны правительств, общественности и средств массовой информации к вкладам со стороны ВМО и НМГС, а также необходимости действовать в настоящее время, с тем чтобы защитить наш климат как жизненно важный ресурс для будущих поколений.



(Г. О. П. Обаси)
Генеральный секретарь

ВВЕДЕНИЕ

Можете ли вы представить себе мир, в котором засухи становятся более длительными, а наводнения более частыми; мир, в котором острова погружаются в воду; некоторым из наших прибрежных городов угрожает опасность наводнения; тропические заболевания продвигаются в более высокие широты; волны тепла становятся все более частыми и интенсивными и все большее количество людей в городских районах становятся их жертвами; нахождение под солнцем может иметь смертельные последствия; сельскохозяйственные культуры, выращиваемые сегодняшними фермерами, вытеснены совершенно иными культурами, которые в большей степени приспособлены к более теплым условиям; и мир, в котором исчезает значительная часть ледников?

Повторяющиеся и все более сильные наводнения в Европе являются лишь одним из примеров экстремальных климатических явлений, наблюдаемых в последние годы во всем мире.
(Управление технической службы профилактики, область Пьемонт)



Подобный мир может ждать наших детей, если не будет поставлено под контроль вызываемое деятельностью человека (именуемое также «антропогенное») изменение нашего климата.

Сегодня мы являемся свидетелями быстротечных картин подобных экстремальных событий. Наводнения необычной силы летом 2002 г. в Европе, охватившие территории от Соединенного Королевства до Румынии и Болгарии, привели к гибели сотен людей и нанесению ущерба, исчисляемого в миллиардах долларов. В Азии Республике Корея пришлось провести мобилизацию воинских подразделений для борьбы с ливневыми дождями, после того как в результате ливней объем выпавших осадков составил только за одну неделю две пятых их среднегодового показателя по всей стране. В Китае десятки миллионов людей пострадали в результате жестоких ливней, с одной стороны, и наводнения исторического масштаба, с другой стороны. В течение того же периода в некоторых частях Азии, Соединенных Штатов Америки и Австралии наблюдались засухи, достаточные суровые для того, чтобы поставить под угрозу судьбу урожая. В южной части Африки жестокие засухи создали опасность для жизни почти 13 миллионов человек.

Погода — это повседневное отражение климата, является решающим фактором в таких областях, как производство продовольствия и наличие пресной воды, обеспечение нашего благосостояния, производство и потребление энергии, промышленность, транспорт, отдых, а также в других сферах экономической деятельности. Климатическая информация способствует процессу принятия решений во всех этих областях. Климат даже сказывается на настроении людей, формирует их характер и управляет ходом их мысли. Климат получает все большее признание в качестве одного из самых ценных ресурсов на Земле.

Климат изменяется и всегда изменялся время от времени в результате причин природного характера. В то же время, он испытывает сейчас также влияние, оказываемое деятельностью человека. Как только ВМО определила признаки этого влияния на климатическую систему, она усилила уже существующий механизм для систематического сбора, распространения и анализа климатических данных во всем мире. ВМО координировала создание сети специализированных глобальных и региональных станций для проведения измерений, а также инфраструктуры, необходимой для их поддержки. Это обеспечивает сбор данных и информации о физических характеристиках окружающей среды планеты Земля.

Начатый ВМО мониторинг выявил тревожные симптомы вмешательства человека (антропогенного вмешательства) в функционирование климатической системы. Это вмешательство происходит главным образом в результате выбросов в атмосферу больших объемов двуоксида углерода и других газов. Эти выявленные факты были представлены и обсуждены на Первой Всемирной климатической конференции, организованной ВМО в 1979 г. На этой конференции была учреждена Всемирная климатическая программа для осуществления научного мониторинга и исследования климата. Благодаря постоянной работе ВМО руководители всех стран медленно, но неуклонно начинают обращать внимание на проблему уязвимого климата, его изменение и потенциальные социально-экономические последствия. В 1990 г. ВМО была принимающей стороной Второй Всемирной климатической конференции, на которой собрались вместе ученые и политические лидеры. Одним из главных результатов этой Конференции явилось создание Глобальной системы наблюдений за климатом, деятельностью которой заключается в повышении эффективности наблюдений за климатом и координации сбора

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК)

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) была учреждена совместно ВМО и ЮНЕП в 1988 г. В круг ее обязанностей входит: (i) оценка имеющейся научной и социально-экономической информации об изменении климата и его воздействиях и о вариантах мер по смягчению последствий изменения климата и адаптации к нему; и (ii) обеспечение, по запросам, научных/технических/социально-экономических консультаций для Конференции Сторон (КС) Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН). Начиная с 1990 г. МГЭИК подготовила ряд докладов об оценках, специальных докладов, технических документов, методологий и другой продукции, которые стали стандартными справочными материалами, широко используемыми лицами, определяющими политику, учеными и другими специалистами. В 2001 г. выпущен ее Третий доклад об оценках, охватывающий вклады рабочих групп I, II и III, и Синтезирующий доклад, включающий резюме для лиц, определяющих политику, и технические доклады.



и использования их данных в исследованиях, посвященных изменению климата.

Ввиду все большей озабоченности в связи с продолжающимися антропогенными воздействиями на глобальный климат ВМО и ЮНЕП учредили в 1988 г. Межправительственную группу экспертов по изменению климата (МГЭИК). В 2001 г. этот орган выпустил свой обширный Третий доклад об оценках, посвященный состоянию глобального климата. Некоторые из ключевых моментов исследования климата приводятся на с. 30.

КЛИМАТ

Для понимания сути изменения климата нам необходимо начать с объяснения климатической системы Земли. Мы можем жить на Земле благодаря энергии, излучаемой нашим Солнцем, и явлению, известному под названием парникового эффекта, при котором такие газы, как водяной пар и двуокись углерода, удерживают определенное количество энергии, излучаемой обратно с поверхности Земли. Это позволяет температуре Земли оставаться в допустимых для человечества пределах. Как мы увидим, результаты интенсивной деятельности человека увеличивают концентрации некоторых из этих газов и усиливают, таким образом, парниковый эффект.

Климат определяется как усредненное состояние атмосферы, взятое за данный период времени (месяцы-годы) для конкретного географического района.

Климат характеризуется широким диапазоном метеорологических параметров, наиболее общими из которых являются температура, осадки, атмосферное давление, продолжительность солнечного сияния и ветер. Другие элементы могут включать влажность, облачность, экстремальные метеорологические явления, такие, как грозы, и даже тип почв (сухая, засушливая, пустынная). Нередко климату дается описание, такое, как тропический, субтропический, среднеширотный, высокоширотный, морской, холодный, сухой, влажный или саванный.

Климатическая система

Климатическая система Земли включает атмосферу, океан, сушу, криосферу (снег и лед) и биосферу. К числу дескрипторов этой комплексной системы относятся температура, осадки, атмосферная и почвенная влажность, снежный покров, протяженность континентального и морского льда, уровень моря, экстремальные метеорологические и климатические явления, крупномасштабная циркуляция между атмосферой и океаном, а также среда обитания растений и животных. Наука описания климата должна учитывать данные измерений и взаимосвязи между этими дескрипторами.

Связи между компонентами климатической системы

Глобальные климатические, биологические, геологические и химические процессы и природные экосистемы тесно связаны друг с другом, и изменения в любой из этих систем могут сказаться на других системах, что может привести впоследствии к пагубному воздействию на людей и другие живые организмы на Земле. Газообразные и твердые примеси, полученные в результате деятельности человека

Парниковый эффект играет жизненно важную роль в сохранении жизнеустойчивой окружающей среды на Земле.



и выброшенные в атмосферу, изменили энергетический баланс в атмосфере и, таким образом, влияют на взаимодействие между атмосферой, гидросферой и биосферой.

Все более известным становится важное значение океанов и их течений для сохранения климатического баланса и региональных климатических различий. Одним из до сих пор неясных факторов является, однако, то потенциальное влияние, которое изменение климата может оказывать на режимы циркуляции океана.

Механизм обратной связи в рамках климатической системы

Обратная связь в рамках климатической системы представляет собой лишь одну из граней ее сложного характера, которая помогает в то же время подчеркнуть, насколько трудно дать описание ее настоящего состояния, а тем более прогнозировать будущее состояние. Изменения в одной из частей климатической системы могут иметь последствия, которые характеризуются тенденцией усиления с течением времени. Например, сокращение снежного покрова из-за повышения температуры может уменьшить отражение солнечной энергии обратно в атмосферу, что, в свою очередь, приведет к повышению объема энергии, поглощаемой поверхностью Земли. Это может привести затем к повышению температур и, следовательно, к более активному таянию — таков пример положительной обратной связи.

Имеются также процессы отрицательной обратной связи в рамках климатической системы. Усиление облачности, вызываемое, возможно, более высокими температурами, уменьшает, например, интенсивность солнечной радиации, достигающей земной поверхности и, в конечном итоге, снижает температуры у поверхности.



ЭВОЛЮЦИЯ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА

Изменение и изменчивость климата

Исследования показывают, что климат Земли никогда не был статичным. Он является динамичным, подверженным колебаниям во всех временных масштабах, начиная от десятилетий до тысяч — миллионов лет. К числу наиболее заметных колебаний относится цикл более порядка 100 000 лет — ледниковые периоды, когда климат Земли был в основном холоднее по сравнению с настоящим, после чего следовали более теплые межледниковые периоды. Эти циклы определялись причинами естественного характера.

С начала промышленной революции изменение климата происходит ускоренными темпами в результате деятельности человека. Причина этого изменения, которая накладывается на естественную изменчивость климата, приписывается прямым или косвенным образом деятельности человека, которая изменяет состав атмосферы.

Керны льда

Исследователи в Соединенных Штатах Америки провели бурение на глубину более 3 км, отражающую 200 000 лет климатической истории Земли, до самого основания антарктического ледового покрова. Это одно из самых длительных экологических свидетельств, когда-либо полученных благодаря кернам льда.

Эти керны свидетельствуют о резком изменении — от чистого до илистого и чистого льда — с последующим все более илистым льдом до достижения подстилающей породы на глубине 3053,51 м.



Дж. С. Платнер/НПЦД/НУОА

Прошлый климат

Проведенные многочисленные исследования продемонстрировали доказательства изменения климата в прошлом. Например, на рисунках в пещерах, которые были нарисованы, согласно оценкам, несколько тысяч лет тому назад и были обнаружены в пустыне Сахара, изображены животные, которые могут выжить только в климате, характеризуемом обильными водными ресурсами. Во время раскопок в Египте были найдены кости слонов и останки других животных, которые имеются в других местах, но которых нет в настоящее время в Египте. Это является свидетельством периодов с большим количеством растительности в прошлом по сравнению с нынешними условиями пустыни. Несколько других открытий в засушливых районах свидетельствуют в том, что однажды там была буйно растущая растительность и вода.

Другие исследования, основанные на палеоклиматических или косвенных данных, таких, как кольца деревьев, керны льда, озерные отложения и коралловые рифы, показывают, что климат был, фактически, подвержен изменениям в прошлом. Некоторые из этих изменений происходили в относительно короткие периоды времени.

Быстрые климатические переходы

В течение определенного времени известно, что с момента последнего отступления ледников из Центральной Европы наблюдалось два этапа поразительного, быстрого и естественного потепления. Первое произошло около 14 700 лет тому назад в конце последнего ледникового периода при переходе к тому, что известно под названием позднего ледникового периода. Второй период наступил почти 3 200 лет спустя (приблизительно 11 500 лет тому назад) во время перехода от последних холодных периодов

нашего климата (период молодого дриаса) к нашему нынешнему теплему климату (голоцен).

Темпы изменения со времени промышленной революции представляются аналогичными быстрым изменениям периодов молодого дриаса и голоцена. Средняя глобальная температура уменьшилась за предыдущие 10 000 лет из-за активной вулканической деятельности или других естественных климатических факторов воздействия, после чего она резко повысилась, особенно с начала XX века.

В течение нескольких тысяч лет до 1850-х гг. объем атмосферных парниковых газов оставался на относительно стабильном уровне. В настоящее время наибольшую озабоченность в отношении климата вызывает тот факт, что в результате деятельности человека в атмосферу выбрасываются беспрецедентные объемы парниковых газов, таких, как двуокись углерода и метан, и это является причиной явного изменения химического состава атмосферы. Это изменение сказывается на глобальном климате. Если эта тенденция будет продолжаться, прогнозируется дальнейшее изменение климата, хотя и не такой же величины, во всех регионах мира. Действительно, некоторые регионы в большей степени подвержены влиянию изменения климата по сравнению с другими регионами. Например, континентальные районы средних и высоких широт характеризуются наибольшим повышением температуры за последние 100 лет, в то время как в некоторых других районах наблюдается ее определенное понижение.

Результаты исследований ледникового покрова

Исследование Гренландского ледникового покрова показало, что оба переходных климатических периода в Центральной Европе (14 700 и 11 500 лет тому назад) характеризовались весьма быстрыми темпами максимум в течение нескольких десятилетий (и явно без существенного антропогенного воздействия). Эти данные дают достаточные возможности для сравнения климатических процессов, которые наблюдались в то время, с нынешней эволюцией климата. Благодаря объединению данных геологического и экологического характера в численных моделях получены весьма точные оценки масштаба климатических изменений, а также их темпов и географических тенденций. Подобные анализы выявили некоторые главные движущие силы, являющиеся причинами изменения климата и чувствительности климата к определенным экологическим факторам, таким, как температура моря. Данные наблюдений и численного моделирования позволили осуществить количественную реконструкцию климатических изменений и обеспечили оценку значимости тех движущих сил, которые вызвали указанные изменения.



Б. Пиханов

ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Естественные причины

Естественные факторы изменения климата включают смещения орбиты и угла наклона Земли (относительного положения ее оси), изменения солнечной активности, вулканические извержения и изменения в распределении атмосферных аэрозолей естественного происхождения.

Вулканические извержения

В результате выбросов после вулканических извержений в атмосферу попадают значительные объемы частиц и газов. Эти частицы переносятся тропосферными и стратосферными ветрами над обширными районами земного шара и не пропускают часть приходящей солнечной радиации. Любое изменение

Выбросы в результате вулканических извержений, таких, как красочное извержение вулкана Этна в Сицилии в октябре 2002 г., являются причиной вбрасывания значительных объемов частиц и газов в воздух, вследствие чего уничтожается стратосферный озон и оказывается воздействие на климат. (НАСА)



приходящей солнечной радиации неизбежно вызывает изменение регулярности, режима и места восходящих и нисходящих воздушных потоков, а также преобладающего климата, в том числе температуры. Однако эти изменения не являются долгосрочными.

Примеры резкого снижения температуры после вулканических извержений

Крупное извержение вулкана Санторини в Средиземном море около 1600 г. до н.э., которое привело, вероятно, к падению Минойской империи, явилось, по-видимому, причиной значительного охлаждения атмосферы. Очень узкие кольца роста деревьев и показатели колец заморозков датируются временем этого извержения. Это же извержение также оставило следы в кернах льда в Гренландии.

Глобальные температуры упали сразу на 3 °С в течение лет, следовавших после извержения вулкана Тамбора в Индонезии — вулкана, вызвавшего наибольшее количество жертв за всю отмеченную историю, а именно в 1815 г. Последующий год стал известен в некоторых частях Европы и Северной Америки как «год без лета».

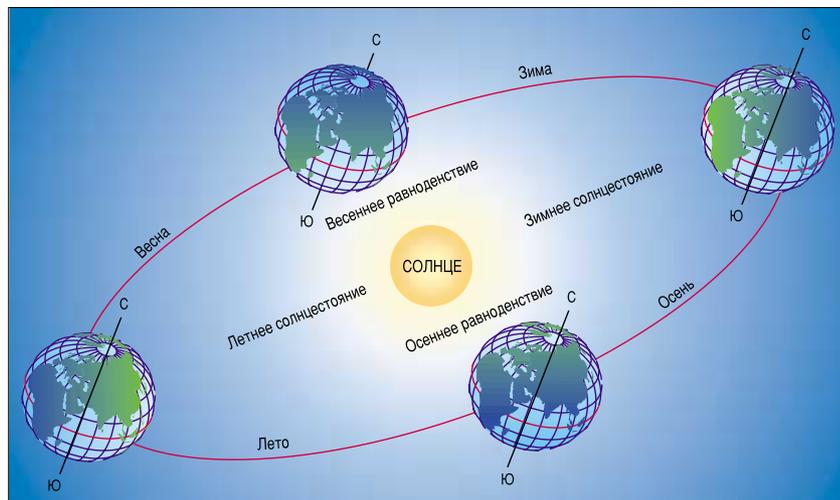
В результате извержения вулкана Пинатубо на Филиппинах в 1991 г., — одного из крупнейших за последние 100 лет, — в атмосферу на высоту 35 км были выброшены колоссальные облака вулканического пепла и кислотных газов. Облако пепла было перенесено ветрами на высотах и циркулировало вокруг земного шара в течение 22 дней. Согласно оценкам, уровень чистой радиации в верхней части атмосферы снизился на 2,5 Вт·м⁻², что эквивалентно глобальному охлаждению по меньшей мере на 0,5—0,7 °С.

Помимо изменений в температурном режиме вулканические выбросы уничтожают также стратосферный озон. Например, вследствие извержения в Мексике в 1982 г. вулкана Эль-Чичон в последующие три-четыре года было уничтожено порядка 10 % озона. В 1991 г. извержение вулкана Пинатубо на Филиппинах вызвало уменьшение озона на 15 % в течение нескольких лет, и считается, что оно явилось причиной увеличения размера озоновой дыры над Антарктикой.

Солнечный цикл и орбита Земли

Конечным источником энергии, который приводит в действие климатическую систему, является солнечная радиация. Известно, что ее интенсивность меняется в определенных, относительно небольших пределах. Хотя данные прямых измерений интенсивности солнечного излучения имеются лишь за последние приблизительно 25 лет, косвенное свидетельство, такое, как активность солнечных пятен, давно использовалось для оценки изменений солнечной радиации.

Помимо меняющихся потоков энергии Солнца Земля получает различные объемы солнечной радиации, в зависимости от ее движения по эллиптической орбите и соответствующего изменения ее расстояния до Солнца. В течение последнего приблизительно миллиона лет ледниковые и межледниковые периоды менялись в зависимости от колебаний орбиты Земли. Меньшие орбитальные колебания наблюдались в течение последних 10 000 лет — периода, когда климат был относительно стабильным. Для того, чтобы климат продолжал оставаться стабильным, солнечная энергия, достигающая поверхности Земли, должна уравновешиваться уходящей радиацией. Любое изменение приходящей солнечной радиации может вызвать глубокие изменения в погоде и климате Земли. Распределение энергии в пределах атмосферы и его воздействие на климат зависят от таких факторов, как альбедо, облака, аэрозоли и газы, так же, как и энергия, излучаемая обратно в космическое пространство от поверхности Земли. Некоторые из этих факторов являются результатом деятельности человека или испытывают воздействие этой деятельности.



Парниковые газы, образующиеся в результате деятельности человека (антропогенные газы)

Атмосферные концентрации основных антропогенных парниковых газов, таких, как двуокись углерода, метан, закись азота и тропосферный озон, постоянно возрастали в течение большей части XX века. Исключением являются галоидоуглероды, поскольку их концентрация возросла приблизительно до 1990 г., а затем стабилизировалась после того, как в соответствии с Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой, были введены в действие ограничения на использование этих компонентов. Изменения концентраций парниковых газов вызваны главным образом сжиганием ископаемого топлива, все большими изменениями в области сельского хозяйства и землепользования. Концентрация двуокиси углерода возросла с 280 частей на миллион (ppm) в преиндустриальную эпоху (1750-е гг.) до 370 в настоящее время, и считается, что, учитывая существующую тенденцию, эта концентрация будет находиться в пределах от 540 до 970 ppm в 2100 г. Эти газы характеризуются продолжительным сроком нахождения в атмосфере. Оценки показывают, что

Эллиптическая орбита Земли меняет ее расстояние до Солнца и, соответственно, количество солнечной радиации, которую она получает.

Распределение энергии в рамках системы Земля-атмосфера; в верхней части атмосферы приходящая радиация Солнца равна отраженной солнечной радиации и уходящей длинноволновой радиации; основные процессы передачи включают поглощение, отражение, излучение, прямую передачу и суммарное испарение.

половина всех выбросов CO_2 заканчивает свое существование в атмосфере и остается там в течение 50—200 лет, в то время как вторая половина поглощается океанами, сушей и растительностью. Ввиду изменений в землепользовании и дальнейшего обезлесения ожидается увеличение доли CO_2 в атмосфере.

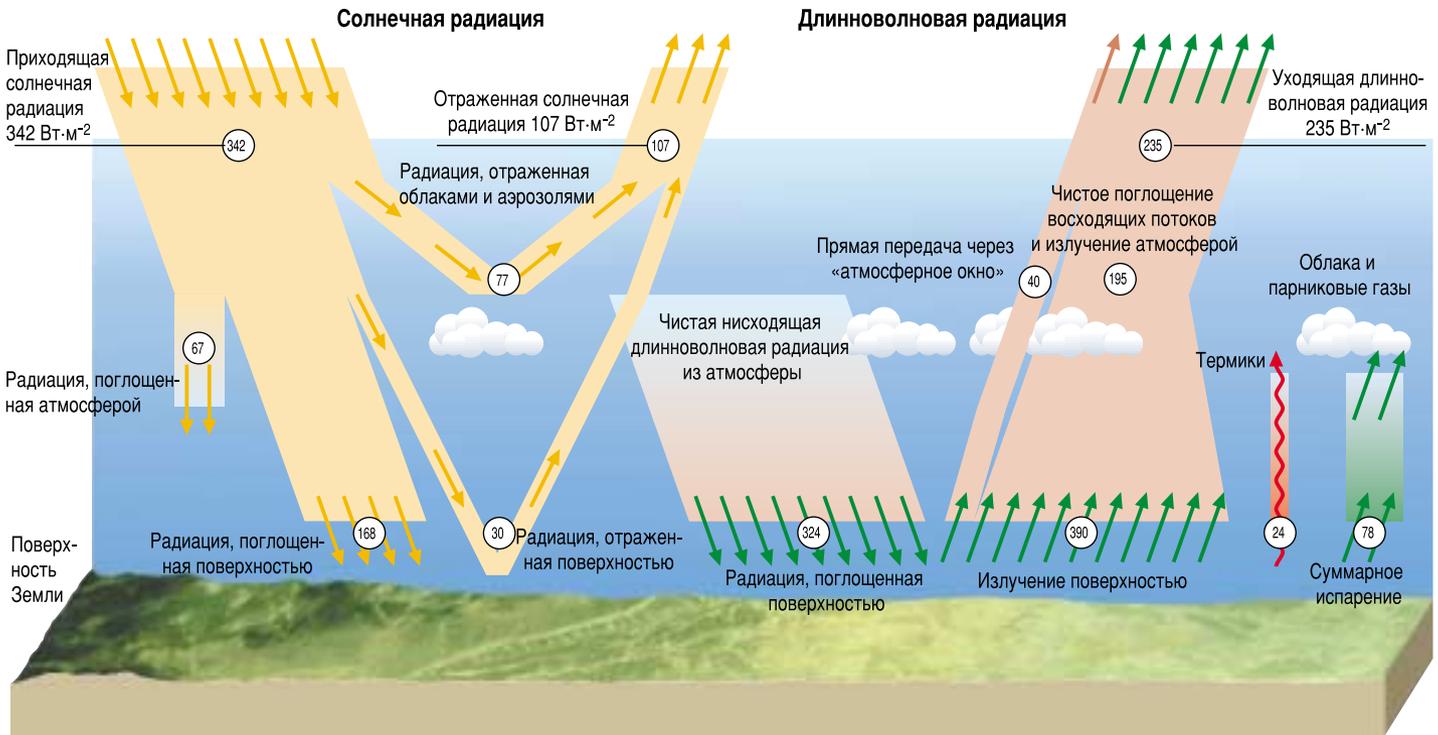
Аэрозоли

Аэрозоли — это мелкие частицы пыли, которые находятся во взвешенном состоянии в атмосфере. Они образуются главным образом в результате химических реакций между газообразными загрязнителями воздуха, поднятого на высоту песка или брызг морской воды, лесных пожаров, сельскохозяйственной и промышленной деятельности, а также автомобильных выхлопов. Аэрозоли образуют мутный слой в тропосфере, самом низком слое до высоты 10 км в

Некоторые важные парниковые газы

К числу парниковых газов естественного происхождения относятся водяной пар, двуокись углерода (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O) и озон. Определенные виды деятельности человека повышают, однако, концентрации большинства этих газов естественного происхождения.

К числу парниковых газов неестественного происхождения относятся хлористые фторуглероды (ХФУ), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ) и серный гексафторид (SF_6).





Воздействия аэрозолей на атмосферу после крупных вулканических извержений образуют необычные картины захода солнца, такие как меняющееся вечернее небо (слева) после извержения (справа) вулкана Эль-Чичон в Мексике. (© Грант У. Гудж/НЦКД (на пенсии))

атмосфере. Они могут также образоваться высоко в атмосфере после вулканического извержения и даже в стратосфере на высоте порядка 20 км. В безоблачные дни небо становится из-за них не таким абсолютно синим, а скорее беловатым (особенно в направлении Солнца). Лучше всего аэрозоли видны при восходе и заходе солнца, когда путь лучей в атмосфере до поверхности Земли больше.

Аэрозоли являются высокоэффективными рассеивателями солнечного света, поскольку их величина составляет, как правило, несколько десятых долей микрона. Некоторые аэрозоли (такие, как сажа) поглощают также свет. Чем больше они поглощают, тем больше нагревается тропосфера и тем меньше солнечной радиации может достигнуть поверхности Земли. В результате этого аэрозоли могут понизить температуру приземного слоя атмосферы.

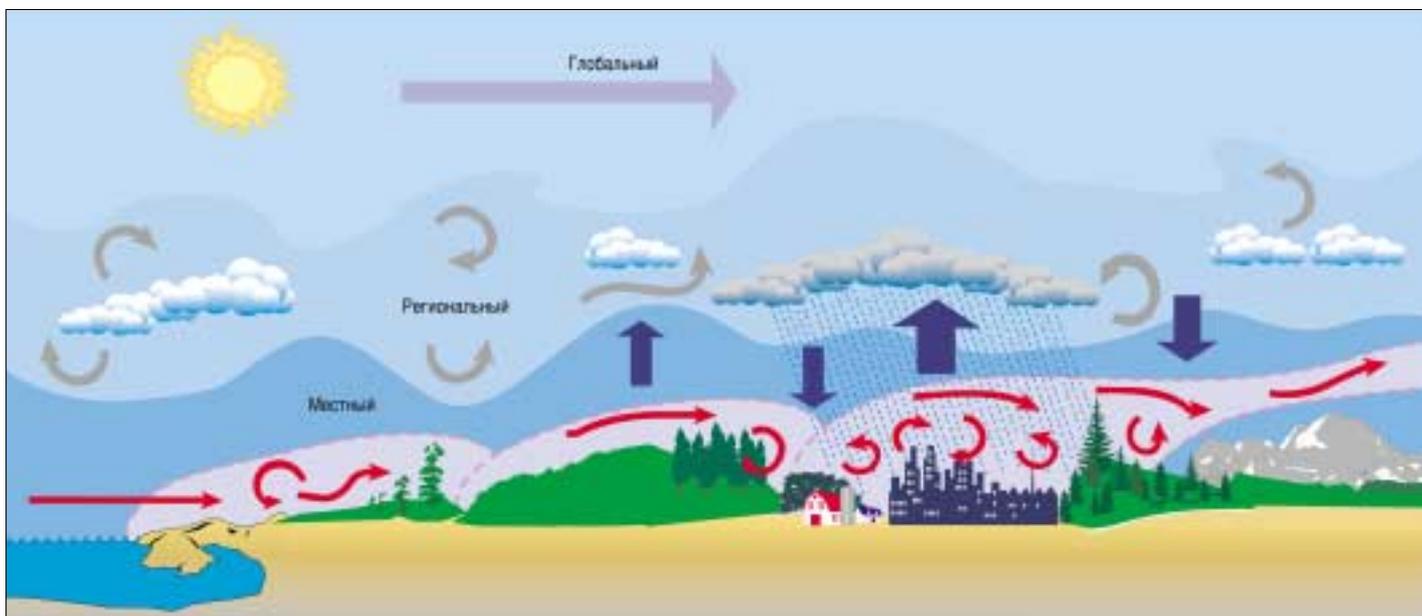
Большие количества аэрозолей могут привести, таким образом, к охлаждению климата, которое компенсирует в определенной степени эффект потепления в результате увеличения объема парниковых газов. Кроме того, аэрозоли обладают дополнительным косвенным эффектом охлаждения благодаря своей способности усиливать облачный покров. Продолжительность нахождения частиц пыли в атмосфере гораздо короче продолжительности существования парниковых газов, поскольку они могут исчезнуть в результате осадков в течение недели. Последствия воздействия аэрозолей также гораздо более локальны по сравнению с широко распространенным воздействием парниковых газов.

Изменения в землепользовании

В связи с ростом мирового населения многократно возросла нагрузка на культивируемые участки суши. Интенсивное земледелие, выпас скота и истощение запасов подземных вод из-за их использования для ирригации привели к деградации почвы в нескольких районах. Альмерия (юг Испании) является одним из многочисленных примеров, когда земле угрожает опасность опустынивания. Изменения в землепользовании негативно воздействуют на климатические

Изменение климата оказывает дополнительную нагрузку на экосистемы, которые подвергаются многочисленным нагрузкам, включая выпас скота и естественную изменчивость климата. (Э. Рамадан/Метеорологический департамент Кувейта)





Воздействия на климат на местном, региональном и глобальном уровнях.

параметры региона, такие, как температура и влажность, которые, в свою очередь, оказывают воздействие на региональный и глобальный климат.

Со времени промышленной революции зеленые леса на всем земном шаре, в настоящее время находящиеся в основном в зоне тропических дождей, были вытеснены товарными и прочими культурами. Люди также изменяют окружающую среду в результате выращивания скота, которое повышает спрос на воду. Помимо выпаса скота на естественных пастбищах, люди существенно изменили частоту, интенсивность и объем выпаса в результате одомашнивания скота. Фактически, усилиям по сдерживанию опустынивания в сахельских регионах и в других местах мешают чрезмерный выпас скота и рубка деревьев для получения дров.

Урбанизация

Урбанизация способствовала изменению климата. В начале нынешнего столетия жители городов составляли почти половину мирового населения. Согласно оценкам, город с населением в 1 млн человек производит ежедневно 25 000 тонн двуоксида углерода и 300 000 тонн сточных вод. Концентрация деятельности и выбросы являются достаточными для того, чтобы изменить местную атмосферную циркуляцию вокруг городов. Эти изменения являются столь значительными, что могут изменить циркуляцию на уровне региона, а это, в свою очередь, сказывается на глобальной циркуляции. Если подобное воздействие будет продолжаться, то ощутимым станет долгосрочное воздействие на климат.

ЗНАЧИТЕЛЬНЫЕ НАБЛЮДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

В течение последних десятилетий появляется все больше свидетельств изменения климата, основанных на изменениях физических характеристик атмосферы, а также фауны и флоры в различных частях мира.

Одним из наиболее убедительных аргументов в отношении изменения климата является тот факт, что столь большое количество независимо проведенных наблюдений подтверждает, что за последний век общее повышение температуры поверхности составило 0,6 °С. Со времени промышленной революции ускоренными темпами продолжалось увеличение содержания в атмосфере двуоксида углерода.

Возрастают как максимальные, так и минимальные среднесуточные температуры, однако минимальные температуры возрастают более быстрыми темпами по сравнению с максимальными.

Измерения температуры на поверхности Земли, а также измерения при помощи радиозондов и спутников показывают, что тропосфера и поверхность Земли стали более теплыми и что происходит охлаждение стратосферы.

Все большее количество свидетельств на основе палеоклиматических данных свидетельствует о

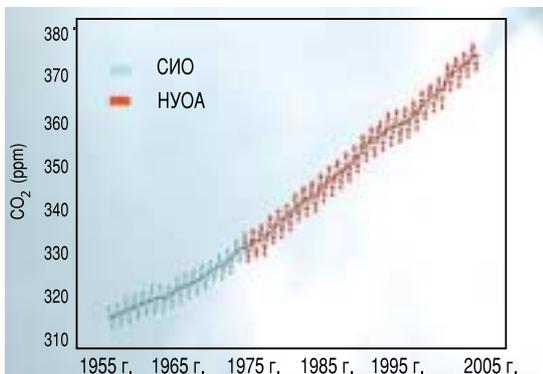
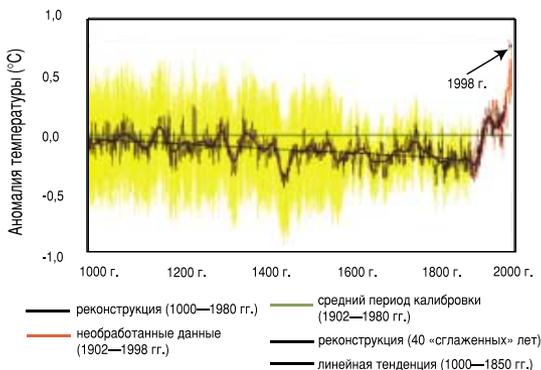
вероятности того, что темпы и продолжительность потепления в XX веке являются более значительными по сравнению с любым другим временным периодом за последнюю тысячу лет. Девяностые годы XX века являются, вероятно, самым теплым десятилетием тысячелетия в северном полушарии. Самой высокой зарегистрированной температурой характеризовался 1998 г., а 2001 г. был на втором месте.

Продолжалось увеличение объема ежегодных осадков над сушей в средних и высоких широтах северного полушария, за исключением Восточной Азии. Паводки наблюдались даже в тех местах, где дождь обычно является редким событием.

Облачность над континентальными регионами средних и высоких широт северного полушария увеличилась с начала XX века почти на 2 %.

Уменьшение площади снежного покрова и континентального льда по-прежнему характеризуется позитивной связью с увеличением температуры поверхности земли.

Уменьшается объем морского льда в северном полушарии, однако не очевидными являются сколь-либо существенные тенденции изменения морского льда в Антарктике.

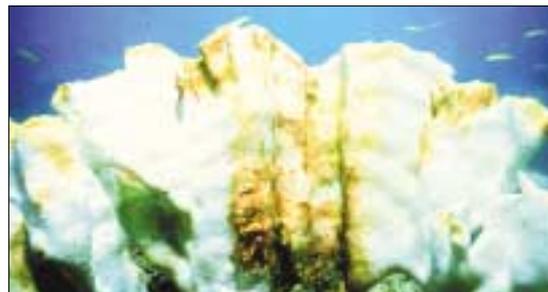


Аномалия температуры за последнюю 1000 лет (слева) и средние месячные концентрации двуоксида углерода в атмосфере, согласно данным наблюдений Обсерватории Мауна-Лоа (справа). (Справа: НУОА)

Некоторые последствия изменения регионального климата

Недавние изменения регионального климата, особенно повышения температуры, уже отразились на многих физических и биологических системах. Примерами этого является следующее:

- увеличение продолжительности вегетационных периодов в средних-высоких широтах;
- уменьшения популяций некоторых растений и животных;
- сокращение и перемещение границ нахождения растений и животных в направлении полюсов и более высоких широт;
- уменьшение площади снежного покрова и континентального льда, что явно связано с увеличением температуры поверхности земли;
- более позднее образование льда и более ранний ледоход на реках и озерах;
- таяние вечной мерзлоты;
- сокращение размеров ледников.



Естественные системы, такие, как популяции животных и растений, являются уязвимыми для изменения климата из-за факторов, которые включают уменьшение снежного покрова и площади континентального льда, отбеливание кораллов из-за потепления морей, а также лесные пожары, вызываемые все более частыми засухами.

(Фотографии вверху:

НУОА;

внизу: Лиз Рол/ФЕМА

Фото Ньюс)

В течение последних 45—50 лет арктический морской лед стал тоньше почти на 40 % в период между окончанием лета и началом осени.

Показатель среднего глобального повышения уровня моря в течение XX века находится в пределах 1,0—2,0 мм/г. Эти показатели роста больше соответствующих показателей XIX века, хотя столь давние данные являются весьма немногочисленными. Повышение уровня моря в XX веке превышает, вероятно, в десять раз среднюю величину этого повышения за последние 3 000 лет.

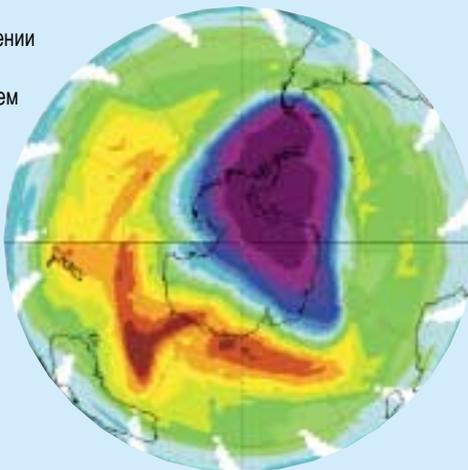
Развитие явления Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО) было необычным с середины 70-х годов XX века по сравнению с предшествующими 100 годами. Наводнения и засухи, нередко сопровождаемые гибелью урожаев и лесными пожарами, стали более частыми, хотя размеры общей затронутой поверхности суши увеличились относительно незначительно.

Наблюдалось явное увеличение сильных и экстремальных осадочных явлений.

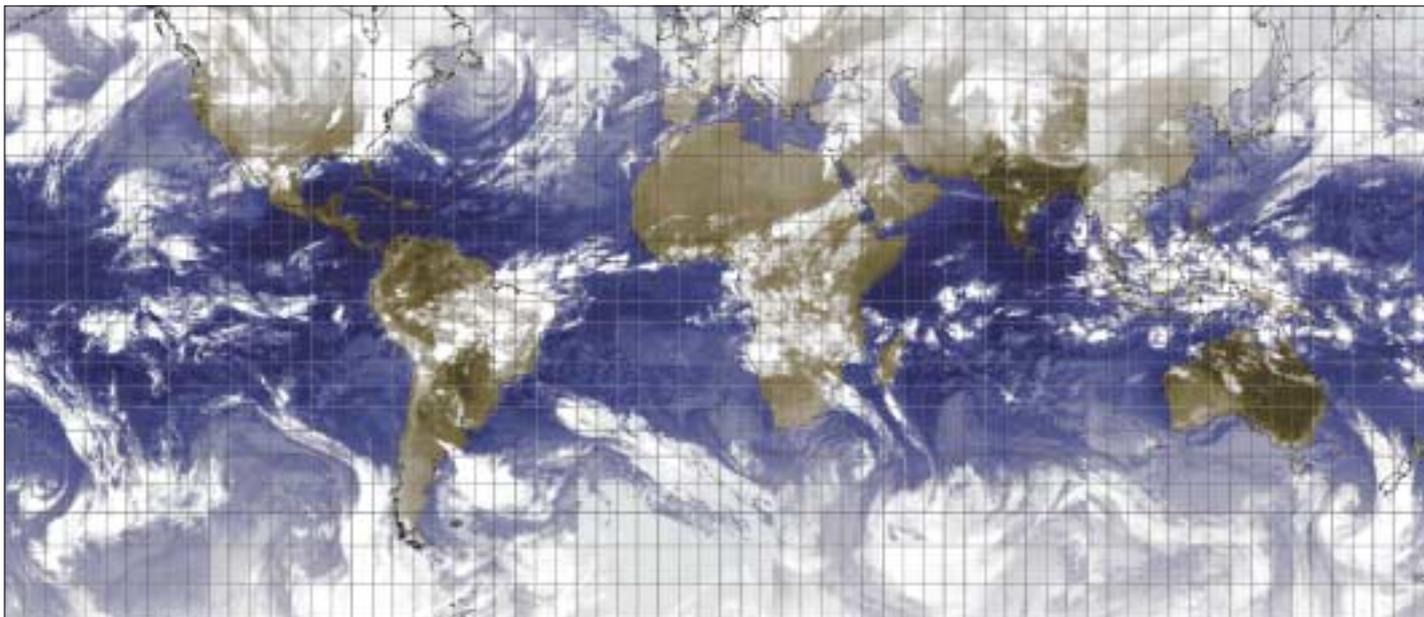


Некоторые последствия истощения озона

Проведенный ВМО мониторинг дал информацию об уточнении жизненно важного озонового слоя и об «озоновой дыре». Потенциальные опасности возникают в связи с увеличением приходящей ультрафиолетовой радиации. Прямые последствия для поверхности Земли, приписываемые подобному увеличению радиации, включают рост количества заболеваний раком кожи и катаракт, а также нанесение ущерба урожаю и акваторическим экосистемам, в том числе океаническому планктону. Венская конвенция об охране озонового слоя (1985 г.) и Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, и поправки к нему обязывают Стороны охранять здоровье человека и окружающую среду от воздействий истощения озона.



Разрушительные наводнения в Мозамбике после циклона Элин в 2000 г. и разрушения в Индии, вызванные тропическим циклоном, являются примерами гуманитарных и социально-экономических последствий тропических штормов. (Слева: УМС, Мозамбик; справа: МФКК)



Глобальная мозаика изображений в инфракрасном диапазоне, составленная по данным с пяти спутников: двух ГОЕС, двух МЕТЕОСАТ и одного ГМС. (Планета)

В течение XX века происходило относительно небольшое увеличение общего размера континентальных районов, которые подверглись суровым засухам или повышенной влажности, хотя в некоторых районах отмечались изменения.

Убедительных свидетельств, указывающих на то, что характеристики тропических и внетропических штормов изменились, не существует.

Появляются также свидетельства того, что некоторые социально-экономические системы испытали на себе с недавних пор возрастающую частоту возникновения наводнений и засух в некоторых районах. Однако такие системы также подвергаются воздействию изменений в социально-экономических факторах, таких, как землепользование, и поэтому трудно представить в количественном выражении влияние только изменяющегося климата.

Природные системы, такие, как ледники, коралловые рифы, атоллы, леса, увлажненные земли и т. д., уязвимы для изменения климата. Некоторые

эксперты оценивают, что более четверти коралловых рифов во всем мире разрушены в результате потепления морей. Они предупреждают, что если не будут приняты срочные меры, то большая часть из остающихся рифов погибнет через 20 лет. За последние два года в некоторых наиболее сильно пораженных районах, таких, как Мальдивские и Сейшельские о-ва в Индийском океане, по оценкам, обесцвечено до 90 % коралловых рифов.

Разрушение озонового слоя

Открытие «озоновой дыры» над Антарктикой в середине 80-х годов привело к интенсивным научным исследованиям в области химии и переноса в стратосфере. Стратосферный озон составляет приблизительно 90 % всего озона в атмосфере, в то время как остающиеся 10 % находятся в тропосфере, в самом низком слое атмосферы, при этом толщина слоя составляет 10 км у полюсов и 16 км в тропиках.

НАШ БУДУЩИЙ КЛИМАТ

Предсказуемость климата

Климатическая система Земли является хаотичной, ограничивающей предсказуемость подробного изменения погоды приблизительно до двух недель. Однако предсказуемость климата не настолько ограничена из-за систематических влияний гораздо медленнее изменяющихся компонентов климатической системы на атмосферу. Составляются надежные проекции климата начиная с различных исходных состояний и с использованием различных глобальных моделей атмосферы.

Климатические процессы и моделирование

Исследования прошлого и современного реагирования нашей окружающей среды и общества на изменения климата вместе с проекциями климатических моделей обеспечивают нас численными примерами и механизмами, которые позволяют нам предсказывать будущий климат с некоторой достоверностью.

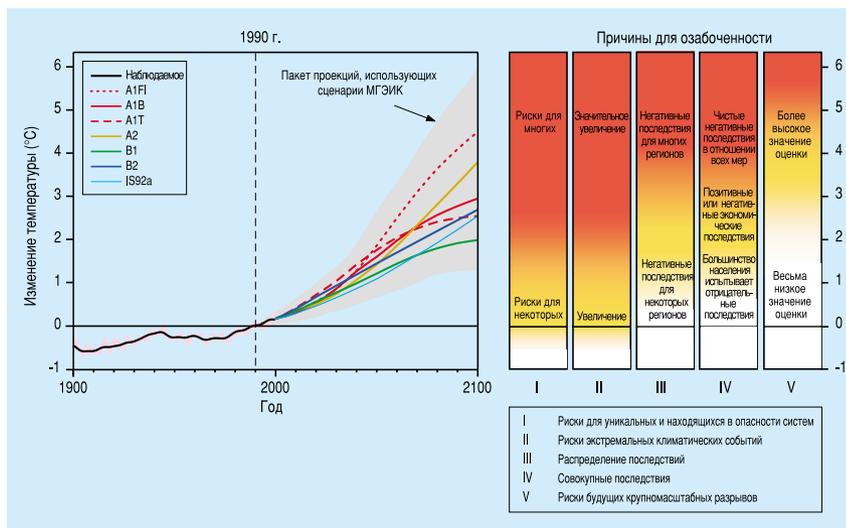
Комплексные климатические модели основываются на физических законах, представляемых математическими уравнениями. Для моделирования климата основные компоненты климатической системы (атмосфера, океан, поверхность суши, криосфера и биосфера) представляются наряду с процессами, которые происходят в них или между ними. Для количественной проекции будущего изменения климата требуется применение моделей для моделирования всех важнейших процессов, управляющих будущим развитием климата. Сообщество специалистов по моделированию климата приложило немало усилий, чтобы разработать надежные модели, в которых объединяются все компоненты климатической системы.

Однако с учетом известных неопределенностей специалистам по моделям придется более полно решать доминирующие процессы (такие, как смешивание океана) и реагирования (например, со стороны облаков и

морского льда) в атмосфере, биоте, на суше и в океанах (как на поверхности, так и в более глубоких слоях). Важно также понимать долгосрочный характер типов изменчивости климатической системы и включать появляющуюся способность предсказания форм организованной изменчивости, таких, как ЭНСО.

Улучшилось понимание климатических процессов и их представление. Несколько климатических моделей способны воспроизводить наблюдаемую тенденцию повышения температуры приземного воздуха, которое происходит в течение XX столетия. Одна модель оказалась способной предсказывать колебания глобальной температуры за период между временем извержения вулкана Пинатубо в июне 1991 г. до конца 1994 г. Такая согласованность увеличивает доверие к способности моделей предсказывать будущий климат.

Выходная продукция климатических моделей часто совпадает с наблюдениями, что увеличивает





Сравнение результатов моделирования средней глобальной приземной температуры Земли с измерениями может пролить свет на причины, лежащие в основе крупных изменений; добавление рассчитанных влияний воздействий антропогенного и естественного характера имитирует реальные наблюдения.
(МГЭИК, 2001 г.)

достоверность продукции этих моделей для предсказания климата XXI века.

Проекция будущего климата

В связи с тем, что CO_2 остается в атмосфере приблизительно до 200 лет, стабилизирование его выбросов на уровнях, близких к существующим, не предполагает быстрой стабилизации его концентрации (или его влияния на температуру). С другой стороны, стабилизация выбросов более коротко живущих парниковых газов, таких, как метан, могла бы привести в пределах десятилетий к стабилизации их концентраций в атмосфере.

Причины для озабоченности

Показаны причины для озабоченности в отношении последствий изменения климата. Крайние слева — различные сценарии (A1F1, A1B и т. д.) выбросов парниковых газов и других веществ, связанных с деятельностью человека, наряду со сценарием IS92a, используемым в предыдущих проекциях МГЭИК. Они принимают во внимание изменяющийся экономический рост, а также рост населения и эффективные технологии.

Риски неблагоприятных воздействий изменения климата возрастают с величиной изменения климата. На крайнем слева рисунке представлен наблюдаемый рост температуры относительно 1990 г. и диапазон предполагаемого роста температуры после 1990 г., по оценкам МГЭИК для ряда сценариев выбросов. На рисунке слева представлены концептуализации пяти причин для озабоченностей, связанных с рисками изменения климата, изменяющегося вплоть до 2100 г. Белым указаны нейтральные или небольшие отрицательные или положительные последствия или риски, желтый цвет указывает на негативные последствия для некоторых систем или низкие риски, а красным цветом выделены отрицательные, более широко распространяемые и/или более высокие по величине последствия и риски.

Предполагается, что приземная температура воздуха будет продолжать повышаться на несколько десятых градуса в столетие в течение 100 лет или более в связи с тем, что некоторые основные парниковые газы живут в атмосфере в течение длительного времени. Одновременно с этим предполагается продолжение повышения уровня моря в течение многих веков. Медленный перенос тепла в океаны и медленное реагирование ледников означают, что требуются более длительные периоды, с тем чтобы достичь нового равновесия климатической системы.

Некоторые изменения в климатической системе, выходящие в перспективе за XXI столетие, вероятно, окажутся необратимыми. Например, значительное таяние ледников и фундаментальные изменения в характере циркуляции океана не могут быть обратимыми за период в течение многих поколений человека.

Будущее изменение климата определяется историческими, текущими и будущими выбросами. Очевидно, что чем больше уровень снижения выбросов и чем ранее вводятся такие ограничения, тем меньше и медленнее будет происходить ожидаемое потепление и повышение уровня моря.

В каждом последующем докладе МГЭИК об оценке ее предположения о том, что глобальное потепление и другие связанные с ним изменения в течение последних 35—50 лет являются результатом деятельности человека, становятся все более определенными. Эти выводы достигнуты на основе изучения изменения климата, наблюдений за прошлым и настоящим климатом, разработки климатических моделей, основанных на физических законах и наблюдениях и на сравнении их выходной продукции с наблюдениями и с

результатами других моделей начиная с различных воздействующих факторов (таких, как парниковый газ и концентрации аэрозоля и активность вулканов). Наилучшая согласованность между результатами моделирования и наблюдениями за последние 140 лет обнаруживается тогда, когда сочетаются все антропогенные и естественные воздействующие факторы.

Полученные по моделям проекции будущего климата и экстремальных явлений

Модели выдают проекции множества изменений, по которым можно описать наш будущий климат. Некоторые из них перечислены ниже, некоторые из значительных последствий — в следующем разделе.

- Прогнозируется увеличение глобальной средней приземной температуры на 1,4—5,8 °C к концу текущего столетия. Это потепление является гораздо большим, чем изменения, наблюдаемые в течение XX века, и вполне вероятно, беспрецедентным за последние 10 000 лет.
- Ожидается повышение уровня моря на 0,09—0,88 м по сравнению с уровнем 1990 г. к концу этого века.
- Предполагается дальнейшее увеличение усредненного на глобальном уровне содержания водяного пара, испарения и осадков. В различных регионах на региональном уровне ожидается повышение и понижение количества осадков.
- Практически во всех районах суши весьма вероятно возникновение большего количества жарких дней и волн тепла. Ожидается увеличение индекса тепла, который отражает комбинацию температуры и влажности. Весьма вероятно сокращение количества морозных дней и волн холода.
- Предполагается большее увеличение экстремальных количеств осадков, чем средних и, таким образом, рост интенсивности осадков.

Имеется небольшая определенность в отношении будущих изменений интенсивности, частоты и изменчивости штормовых явлений в средних широтах. Нет также явного свидетельства, показывающего изменения в частоте тропических штормов.

Что такое явление Эль-Ниньо?

Явление Эль-Ниньо возникает в тех случаях, когда температура поверхности моря (ТПМ) по крупному району центральной и восточной экваториальных частей Тихого океана становится более высокой по сравнению с нормальной. Одновременно с этим возникает ряд соответствующих изменений в обычном режиме ветров, дующих над более широкими тропическими регионами Тихого океана. Явление Эль-Ниньо, однако, является лишь одной ступенью характерного цикла изменений, возникающих в регионе, которые можно уподобить маятнику, но в данном случае — с неравномерным ходом.

В цикле Эль-Ниньо имеются три основных этапа: присутствие явления Эль-Ниньо; обычное или промежуточные условия; и присутствие явления Ла-Нинья, которое возникает в тот момент, когда маятник отходит еще дальше от условий Эль-Ниньо. Эти изменения представляют систематический режим изменения как в атмосфере, так и в океане, между тремя этапами. Возможно, самым важным моментом является то, что основной центр конвективной деятельности движется в восточном или западном направлении по экватору, в зависимости от того, какой этап является доминирующим в определенное время.

Изменения, наблюдаемые в атмосфере в течение многих лет, получили независимое название «южное колебание», поскольку эти изменения обычно регистрировались путем расчета разницы между атмосферным давлением на станциях Дарвин, Австралия, и на тихоокеанском острове Таити (обе — в южном полушарии). Приблизительно 20 лет назад, когда метеорологи и океанографы собрались для изучения и сравнения того, что происходит в их соответствующих областях, они вскоре поняли, что то, что они независимо наблюдали, в действительности представляет собой тесным образом связанный комплекс процессов. В духе действительного сотрудничества они затем объединили усилия для изучения того явления, которое стало известно в научных кругах как явление Эль-Ниньо/южное колебание, или же просто ЭНСО.

Однако имеется некое свидетельство, касающееся возрастания их интенсивности.

Климатические модели не могут моделировать такие мелкомасштабные штормы, как грозы и торнадо, и, таким образом, нет проекций изменений в этих явлениях.

Теплые эпизоды явления ЭНСО являются более частыми, устойчивыми и интенсивными начиная с середины 1970-х гг. по сравнению с предыдущими 100 годами. Однако имеется некое указание на ослабление в некоторых крупномасштабных системах циркуляции океана и атмосферы. Среди возможных последствий — предполагаемый рост изменчивости осадков в связи с азиатским муссоном. Однако имеется несогласованность по ряду климатических моделей в отношении степени изменения.

НЕКОТОРЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРОГНОЗИРУЕМОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Решение проблем, связанных с прогнозируемыми изменениями климата и с некоторыми связанными с ними экстремальными явлениями, упомянутыми выше, представляет нелегкую задачу. Это связано со значительными перестройками в инфраструктуре, привычках, стиле жизни и, что важнее всего, в экономическом планировании. Поэтому последствия являются далеко идущими. Несмотря на многие исследования, все еще имеется значительная неопределенность в отношении эффективности адаптации (и насколько она могла бы быть эффективной) с целью уменьшения неблагоприятных воздействий изменения климата и использования его положительных последствий.

Продовольственная безопасность

На продуктивность сельского хозяйства, садоводства и животноводства оказывают влияние многие социальные, экономические и экологические факторы. Изменение климата представляет собой еще одну из дополнительных нагрузок на мировую систему обеспечения продовольствием. Наиболее вероятное воздействие значительного увеличения глобальной температуры будет заключаться в общем снижении потенциальной урожайности в большинстве тропических и субтропических регионов. Кроме того, если средняя годовая температура возрастет больше чем на несколько градусов, это приведет к общему

Изменение климата добавляет нагрузку на мировую систему обеспечения продовольствием и может затрагивать экосистемы засушливых земель, в результате чего будет происходить постоянная деградация потенциала продуктивности.

(По часовой стрелке от снимка справа (ближнему): ВМО/Б. Женьер; ЮСДА/Тим Мак-Кэйб; ФАО; МПП/У. Отман)



снижению, с некоторыми вариациями, потенциальной урожайности в большинстве регионов в средних широтах. Однако модели демонстрируют, что незначительное повышение температуры в некоторых среднеширотных регионах может увеличить потенциал урожай зерновых.

Первыми регионами, в которых динамика экосистем подвергается глобальным изменениям, могут быть засушливые земли, поскольку растительность в них чувствительна к небольшим изменениям климата. Даже такие небольшие изменения климата могут усиливать уже высокую естественную изменчивость экосистем засушливых земель и привести к постоянной деградации их продуктивного потенциала. Чрезмерная эксплуатация расширяющимися популяциями людей ставит засушливые и полусушливые земли в еще более опасную ситуацию, которая может привести к дальнейшим драматическим экологическим изменениям.

Будут наблюдаться потери среды обитания для некоторых видов рыбы, обитающей в холодных водах, и прирастания в среде обитания для рыбы, обитающей в теплых водах. Более высокий диапазон возрастающих температур может наполовину уменьшить в Южном океане запас криля, — маленьких планктонных ракообразных, которые являются наиболее распространенными живыми организмами на планете. Крилю — основе антарктической экосистемы и пище тюленей, пингвинов и китов — необходим лед для убежища и водоросли для пищи. Географическое распространение ущерба или потерь будет возрастать с величиной и скоростью изменения климата. Ученые предсказывают спад в 15 % в общем глобальном производстве морского планктона к концу века из-за замедления циркуляции океана в связи с глобальным потеплением и изменением в атмосферной циркуляции.

Рациональное использование водных ресурсов

В рамках нашего будущего климата предсказывается увеличение осадков (обычно на 5—10 %) по высокоширотным регионам как летом, так и зимой. Предсказываются также увеличения по северным

средним широтам, тропической Африке и Антарктике в зимний период и Южной и Восточной Азии в летний период. С другой стороны, соответствующее уменьшение осадков в зимний период предсказывается для Австралии, Центральной Америки и Южной Африки. Весьма вероятны более крупные ежегодные колебания в осадках по большинству районов, где прогнозируется увеличение средних осадков.

Однако предполагается, что еще меньше воды будет в распоряжении населения во многих регионах, испытывающих ее недостаток, особенно в субтропиках. Среднеконтинентальные районы, вероятно, будут еще более сухими в течение летних периодов, что приведет к увеличению количества засух.

Здоровье человека

Наш будущий климат приведет нас к еще большей уязвимости для угроз со стороны болезней и вредителей. Изменение климата окажет непосредственное воздействие на здоровье человека. Наибольшее влияние теплового стресса будет ощущаться в городских



При все возрастающем количестве населения, мигрирующего в плотно населенные районы, городские острова тепла, которые оказывают влияние на здоровье человека и на потребление энергии, будут сохранять тенденции к росту и, в свою очередь, продолжать оказывать влияние на тенденции глобальной температуры Земли. (Сюзен Блэкмор/Фотогалерея DHD)



Слева: Некоторые районы могут стать все более уязвимыми для наводнений в результате увеличения количества экстремальных явлений осадков или повышения уровня моря. (Э. Рамадан/Метеорологический департамент Кувейта)

Справа: Перед многими странами стоит проблема возрастающего риска распространения эрозии их берегов и береговых линий, особенно небольших островных государств, экономической процветание которых зависит от их природных ресурсов. (Я. Буду)



районах, которые будут продолжать расти и служить убежищем для все более возрастающего населения Земли. Городские районы обычно являются более теплыми по сравнению с сельскими районами вследствие свойств зданий и улиц сохранять тепло. Возрастание температуры испытают на себе жители городов, главным образом представители старших возрастных групп и городская беднота, — более уязвимые категории для волн тепла. К позитивной стороне возрастающей температуры в зимний период следует отнести снижение уровня смертности зимой в средних и высоких широтах.

Изменение климата также окажет далеко идущие побочные воздействия, включая изменения в областях распространения переносчиков болезней, таких, как москиты и переносимые водой болезнетворные микроорганизмы; ухудшенное качество воды, качество воздуха, наличие продовольствия и его качество (например, уменьшенное содержание протеинов в некоторых зерновых); и, возможно, переселение населения и экономические срывы.

На реальные воздействия большое влияние будут оказывать местные экологические условия и социально-экономические ситуации. Для каждого вида предполагаемых неблагоприятных воздействий на здоровье имеется целый ряд социальных, организационных, технологических и поведенческих адаптаций, которые могут снизить уровень воздействий. Адаптации могли бы, например, заключаться в укреплении инфраструктуры общественного здравоохранения и обеспечении соответствующего медицинского обслуживания.

Последствия повышения уровня моря

Повышения уровня моря для XXI века, главным образом за счет термального расширения океанов, лежат, по расчетам в пределах 0,09—0,88 м. Средняя величина предсказываемого повышения составляет приблизительно полметра, что соответствует средней скорости приблизительно в два-четыре раза выше скорости в XX веке.

Повышение в более высоком конце этого диапазона вызовет широко распространенное увеличение риска наводнений для многих поселений человека как от повышения уровня моря, так и от возрастания количества осадков. При уровнях моря, достигающих 88 см выше существующего, многие береговые инфраструктуры окажутся в опасности, вызывая другие проблемы, такие, как засоление питьевой воды. Большому количеству населения придется переместиться внутрь материка.

Перед многими поселениями человека уже стоит возрастающий риск прибрежных наводнений и эрозии, которые могут усугубляться повышением уровня моря и штормовыми нагонами. Перед десятками миллионов людей, проживающих в дельтах, низколежащих прибрежных районах, а также на небольших островах, появится риск переселения и потери инфраструктуры, несмотря на значительные усилия и расходы по защите уязвимых прибрежных районов.

Риску подвергнутся также ресурсы, представляющие важность для населения островов и прибрежных районов, такие, как питьевая вода, рыболовство, коралловые рифы и атоллы, пляжи и места проживания

представителей дикой природы. Прогнозируемый будущий климат поставит на грань особого риска социально-экономических потрясений эти группы населения, особенно население небольших островов.

Некоторые из районов с населением, подвергаемым риску — это район Южной и Юго-Восточной Азии, при этом меньший, но значительно возрастающий риск прогнозируется для Восточной и Западной Африки и Средиземноморья от Турции до Алжира. Значительные части многих плотно населенных прибрежных городов также уязвимы для более частых прибрежных наводнений или даже постоянных затоплений суши в случае повышения уровня моря. Эти проблемы могут значительно обостряться в некоторых районах за счет более частых или более интенсивных штормов и связанных с ними нагонов.

Попытки смягчения последствий повышения уровня моря

Флуктуации в экстремальных климатических явлениях за последние десятилетия вызвали озабоченность у многих государств. Поэтому страны, особенно малые островные государства, начали принимать заметные меры по смягчению эффектов эрозии, уже имеющих место, и которые могут обостриться с изменением климата.

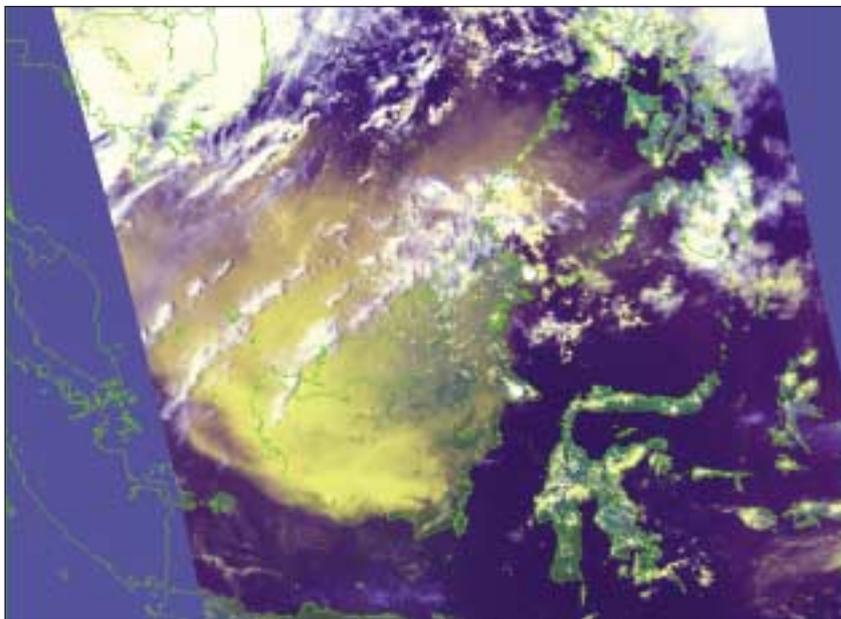
Меры, принимаемые некоторыми островными государствами, для смягчения последствий повышения уровня моря

Мальдивские острова: в качестве искусственных коралловых рифов устанавливаются конструкции из стали и упрочненного бетона.

Маврикий: по некоторым частям побережий укладываются габионы или галька.

Сейшельские острова: пересмотрены планы восстановления земельных угодий, с тем чтобы учесть предсказуемое повышение уровня моря на 88 см.

Южная часть Тихого океана: рассматривается вопрос о расселении жителей затопляемых участков островов на более безопасные острова.



Качество воздуха

Предполагается, что изменение климата усугубит местные и региональные проблемы загрязнения воздуха и окажет сдерживающее воздействие на процессы восстановления стратосферного озонового слоя. Локальное и региональное загрязнение воздуха, истощение стратосферного озона, изменения в экологических системах и деградация земли, в свою очередь окажут воздействие на климат Земли путем изменения источников и стоков парниковых газов, радиационного баланса атмосферы и альбедо поверхности суши.

Экология

Некоторые природные системы, такие, как ледники, коралловые рифы и атоллы, мангровые заросли, бореальные и тропические леса, полярные и альпийские экосистемы, прерии, влажные земли и естественные выпасы, могут претерпеть значительные и необратимые изменения. Ожидается увеличение значительных нарушений экосистем в результате пожаров, засух, наводнений, заражения паразитами,

На снимке огромного пожара на острове Борнео 22 сентября 1997 г., сделанного с полярно-орбитального спутника для исследования окружающей среды (ПОЕС) НОАА-14, видна обширная пораженная область, выходящая за пределы самого острова.

Отступление ледников

За последние сто лет многие ледники значительно отступили. На этих последовательных фото показан Аргентинский айсбергообразующий ледник Петито Морено.



(Мартин Кларк/NSIDC, UCS)

инвазии особей, штормов и обесцвечивания кораллов. С более высокой скоростью может происходить деградация земли и развиваться проблемы, связанные с количеством и качеством пресной воды.

Возрастание количества явлений сильных осадков, вполне вероятно, приведет к возрастающему ущербу от наводнений, оползней, лавин, и селей.

Возрастающее количество двуокиси углерода указывает на потенциал для возрастания в глобальном обеспечении древесиной из должным образом выращиваемых лесов.

Общее воздействие на дикую растительность и животных не совсем ясно. Наряду с возрастанием некоторых особей в значительных количествах или в определенных областях, изменение климата повысит существующие риски исчезновения некоторых более уязвимых особей и приведет к соответствующим потерям в биоразнообразии.

Ледники и лед

В течение XX века наблюдалось широкое отступление горных ледников в неполярных регионах. Вероятно, что распространение морского льда северного полушария в весенний и летний период уменьшилось приблизительно на 10—15 % за период с 1950-х годов до 2000 г.; что арктический морской лед стал тоньше приблизительно на 40 % в течение периода конца лета и ранней осени за последние три десятилетия XX века и что ежегодная продолжительность покрытия льдом озер и рек в средних и высоких широтах северного полушария сократилась приблизительно на две недели за XX век. Наряду с отсутствием каких-либо изменений в распространении антарктического морского льда за период с 1978 г. по 2000 г. параллельно с глобальным увеличением средней температуры поверхности, региональное потепление на антарктическом полуострове совпало с разрушением шельфового ледника Принца Густава и частей шельфового ледника Ларсена в течение 1990-х годов, но потери этих шельфовых ледников не оказали значительного прямого воздействия на уровень моря.

Ледники и полярные льды будут продолжать отступать повсеместно в течение XXI века, а снежный покров северного полушария и морской лед, предположительно, будут уменьшаться и далее. Возможным угрожающим аспектом, вызываемым значительным глобальным потеплением, является таяние полярных массивов льда.

Антарктический ледниковый покров, вероятно, наберет массу вследствие более интенсивных осадков, в то время как Гренландский, вероятно, потеряет в своей массе. Однако за пределами XXI века в случае, если земной шар будет продолжать нагреваться, вполне возможно, что крупные части Западноантарктического ледникового щита окажутся уязвимыми.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВМО: НАСТОЯЩАЯ И БУДУЩАЯ

В течение многих лет ВМО играет ведущую роль в мониторинге климатической системы и предсказании ее будущего состояния.

Уменьшение неопределенностей

Разработка сценариев для будущего климата и широкого ряда последствий этого климата может оказаться чрезвычайно сложным делом. Проводится большая работа по уменьшению неопределенностей, связанных с описанием прошлого климата, мониторингом и описанием нашего настоящего климата, моделированием будущего климата и оценкой влияния деятельности человека на изменение климата. Обращается также внимание на оценку спектра возможных последствий глобального изменения климата как на глобальном, так и на конкретном региональном или локальном уровнях и на непрерывную доработку стратегий адаптации, с тем чтобы смягчить предсказываемые последствия.

ВМО продолжает работать во всех этих чрезвычайно важных областях путем все расширяющихся рамок сотрудничества между национальными метеорологическими и гидрологическими службами (НМГС). Однако брошенный глобальным изменением климата вызов окажет возрастающее давление на ресурсы, которые имеются для проведения экологической работы. Ниже описываются некоторые из будущих задач, которые необходимо будет выполнять.

Усовершенствованные наблюдения и анализ погоды и климата

Достижения в наблюдениях за окружающей средой со спутников не привели в полной мере к компенсации деградации сетей наблюдений во многих частях мира. Эти сети нуждаются в дальнейшем усовершенствовании, с тем чтобы они могли обеспечивать важнейший климатический мониторинг во многих районах земного шара.

Исследования изменения климата и окружающей среды и прогнозы, а также обнаружение изменения климата зависят от точных, долговременных данных с расширенным временным и пространственным охватом. Необходимы все данные, начиная от текущего момента и ближайшего прошлого, данные, касающиеся климата за последние несколько веков и тысячелетий. Имеется необходимость в большем объеме данных из полярных районов и в более количественных оценках экстремальных явлений в глобальном масштабе.

ВМО ответила на этот вызов организацией в последнее десятилетие Глобальной системы наблюдений

Основные вехи в исследованиях климата

1929 г.	Создана Комиссия по климатологии
1950 г.	Вновь учреждена Комиссия по климатологии
1957/58 гг.	Международный геофизический год
1969—74 гг.	Сахельская засуха
1975 г.	Предупреждение об озоне
1976 г.	Предупреждение об изменении климата
1978/79 гг.	Первый глобальный эксперимент ПИГАП (Программа исследований глобальных атмосферных процессов)
1979 г.	Первая Всемирная климатическая конференция, которая привела к учреждению Всемирной климатической программы
1985 г.	Венская конвенция об охране озонового слоя
1985 г.	Венская конференция по парниковым газам
1988 г.	Создание Межправительственной группы экспертов ВМО/ЮНЕП по изменению климата (МГЭИК)
1990 г.	Вторая Всемирная климатическая конференция, которая положила начало ГСНК
1992 г.	Конференция Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию
1994 г.	Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата
1996 г.	Конвенция Организации Объединенных Наций о борьбе с опустыниванием
1997 г.	Принят Киотский протокол
2001 г.	Третий доклад МГЭИК об оценке
2002 г.	Всемирная встреча на высшем уровне по устойчивому развитию



Собранные в результате океанографических измерений и метеорологических и гидрологических наблюдений данные составляют часть долгосрочных данных, необходимых для исследований изменения климата и окружающей среды и их прогнозирования, равно как и обнаружения изменения климата; ВМО способствует международному сотрудничеству НМГС в организации сетей станций для проведения этих и других наблюдений.

(Слева направо: МЕТЕОФРАНС; ВМО; БМ, Австралия)

за климатом (ГСНК), которая создана на существующих системах наблюдений ВМО, главным образом Всемирной службе погоды (ВСП), Глобальной службе атмосферы (ГСА) и системах гидрологических наблюдений. В ее рамках рассматривается климатическая система в целом, включая физические, химические и биологические свойства и ведется координация деятельности с Всемирной климатической программой (ВКП) ВМО, особенно с Всемирной программой климатических данных и мониторинга. Будет продолжаться повышаться роль спутников как на полярной, так и на геостационарной орбите, путем большего использования данных вертикального профилирования атмосферы, приборов с большим разрешением и разработку продукции, касающейся климата.

ВМО участвует вместе с Межправительственной океанографической комиссией (МОК ЮНЕСКО) в Программе АРГО, в рамках которой к 2005 г. будет раскинута глобальная сеть из 3 000 океанских буев для измерения температуры и солености верхних слоев океана. Это один из компонентов комплексной

системы непосредственных наблюдений за океаном. Будет повышаться взаимодействие и сотрудничество между НМГС и региональными центрами обработки данных с целью улучшенного обмена данными и расширенного использования современной продукции, касающейся климата.

ВМО учредила Программу по атмосферным исследованиям и окружающей среде, и в частности ГСА, которая значительно развилась за последние несколько лет. В настоящее время ГСА состоит из многих координируемых частей, которые предназначены для обеспечения научного сообщества доступными высококачественными данными об атмосфере, такими, как концентрации ХФУ, озона и парниковых газов. В эти компоненты входят станции измерений, калибровки и центры качества данных, центры данных и внешние научные группы для руководства программой.

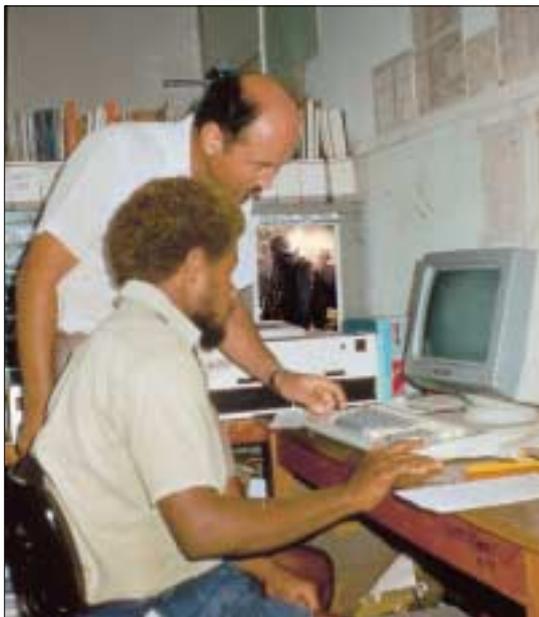
В будущем ГСА позволит улучшить:

- программу своих измерений для лучшего географического и временного охвата;

- свой потенциал для мониторинга в близком к реальному времени, организацию системы обеспечения качества и наличие данных;
- отношения и сотрудничество между всеми компонентами ГСА, НМГС и научным сообществом.

В настоящее время благодаря Всемирной программе исследований климата (ВПИК) проводится ряд видов деятельности, направленных на лучшее понимание экологических процессов и увеличение прогностического потенциала. В рамках Проекта по изучению изменчивости и предсказуемости климата (КЛИВАР), вытекающего из программы исследований глобальной атмосферы и тропической зоны океана (ТОГА), проводится сбор данных и моделирование как условий океана, так и взаимодействий между океаном и атмосферой в целях дальнейшего улучшения нашего понимания роли океанов в климате и предсказании климата. В проекте используются достижения от недавно проведенного эксперимента по циркуляции Мирового океана. В центре ВПИК находится КЛИВАР для изучения изменчивости климата, продления сроков надежных прогнозов изменчивости климата и доработки оценок изменения климата в результате антропогенных воздействий. В рамках КЛИВАР особая роль отводится использованию «памяти» в медленно изменяющихся океанах, а также развитию понимания поведения совмещенной системы быстро изменяющейся атмосферы и медленно изменяющейся поверхности суши, океанов и масс льда по мере их реагирования на естественные процессы, влияние деятельности человека и изменения в химическом составе и биоте Земли. Для содействия пониманию полярных условий и процессов, протекающих в этом районе, ВМО инициировала Исследование Арктической климатической системы, сосредоточенное на понимании изменчивости арктического океана и изменениях, включающих процессы морского льда. Это исследование распространится на Инициативу по климату и криосфере, изучающую роль всей криосферы в глобальном климате, а также в качестве раннего индикатора изменения.

ВМО оказывает поддержку национальным гидрологическим службам (НГС), администрациям речных



Наряду со способствованием анализу данных об изменении климата, компьютеры используются для экстенсивного моделирования климата, которое может предоставить более ясную картину долгосрочных изменений, а также обеспечить распространение информации от основных центров в местные центры, а также для тех, кому необходимо использование климатических данных для эффективного управления и для других решений. (П. Мосли)

бассейнов и другим организациям, ответственным за рациональное использование водных ресурсов в широком круге деятельности с помощью своей Программы по гидрологии и водным ресурсам (ПГВР). Эта программа способствует сбору и анализу гидрологических данных в качестве основы для оценки и рационального использования ресурсов пресной воды. Сюда включается вода для потребления населением, санитария, ирригация, производство гидроэлектроэнергии и транспортировка. Поддержка разработки и применения систем прогнозирования паводков и предсказания засух обеспечивает важный вклад в мероприятия по уменьшению опасности бедствий, связанных с водой. Эти данные могут также использоваться в оценках изменения климата.

Одним из компонентов ПГВР является Всемирная система наблюдений за гидрологическим циклом (ВСНГЦ), которая составлена таким образом, чтобы обеспечивать надежными данными, касающимися воды, для использования специалистами по планированию ресурсов, лицами, принимающими

решения, учеными и населением. В настоящее время в рамках ВСНГЦ разрабатываются и осуществляются региональные компоненты СНГЦ в Средиземноморском бассейне, Южной, Западной и Центральной Африке, Азии и Карибском бассейне. Связь между вопросами, касающимися воды и климата, обеспечивает Всемирная климатическая программа-Вода (ВКП-Вода) в рамках ПГВР при сотрудничестве с ЮНЕСКО. По линии ПГВР осуществляется активное сотрудничество с другими организациями системы ООН в области водных ресурсов, а также с международными неправительственными организациями, такими, как Глобальное партнерство по водным проблемам.

Как часть своей деятельности по наращиванию потенциала, куда входит направление деятельности по организации и управлению гидрологическими службами, ПГВР обеспечивает обмен ноу-хау и технологией с использованием своей Гидрологической оперативной многоцелевой системы.

Система ВКП по обслуживанию климатической информацией и прогнозами (КЛИПС) предназначена для оказания помощи странам в деле использования данных о прошлом климате, с тем чтобы способствовать развитию различных экономических секторов, таких, как сельское хозяйство и водные ресурсы, а также применять сезонные прогнозы в рациональном

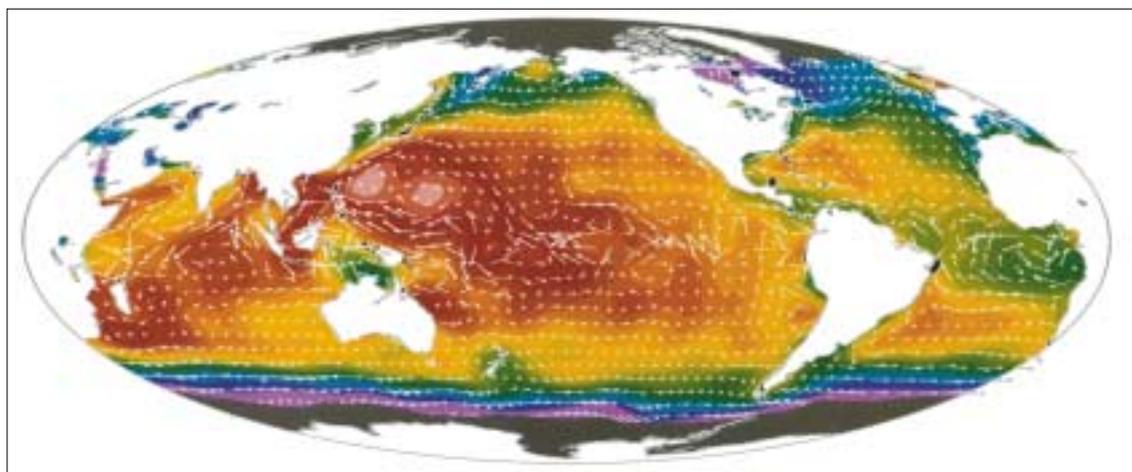
использовании водных ресурсов, сельском хозяйстве, в деятельности по смягчению последствий бедствий и в других секторах. С развитием прогнозируемого изменения климата эти виды деятельности станут еще более ценными для стран-членов ВМО.

Возобновляемые источники энергии

Киотский протокол рекомендует снижение выбросов парниковых газов до уровня ниже 1990 г. Это влечет за собой большую эффективность в использовании ископаемого топлива для выработки энергии. Однако достижение номинального снижения является трудной задачей при одновременном развитии государств и связано с необходимостью удовлетворения надежд народа на лучшие стандарты жизни вместе с более широким диапазоном удобства проживания. Таким образом, любое резкое снижение использования ископаемого топлива приведет к замедлению экономического прогресса и влиянию на развитие сообществ. Поэтому необходимо разрабатывать альтернативные источники энергии. Эта стратегия будет также способствовать достижению государствами целей Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата.

Энергия, получаемая от возобновляемых источников, таких, как солнце, ветер и вода, является чистой,

Спутниковые наблюдения повышения уровня Мирового океана можно анализировать для обеспечения меры поверхностных течений. Для демонстрации топографии океана используется цвет, а стрелки показывают скорости и направления течений в океане. На этой карте показано, как движутся течения по часовой стрелке вокруг более высоких районов океана в северном полушарии.
(П. Мосли)



бесплатной и практически неиссякаемой и будет получаться в течение того времени, пока светит солнце. На Всемирной встрече на высшем уровне по устойчивому развитию (ООН), состоявшейся в Йоханнесбурге, Южная Африка, в 2002 г., были сформулированы предложения по поощрению использования возобновляемых источников энергии. Глобальный экологический фонд выделил фонды для проектов, нацеленных на создание устойчивых рынков для гелиоэнергетических систем в Африке, Азии и Южной Америке. Цель состоит в обеспечении энергией одного миллиарда бедной части мира к 2015 г.

В оценках ООН по мировой энергетике утверждается, что солнечные тепловые энергетические установки, охватывающие лишь один процент пустынь мира, могли бы удовлетворить текущие потребности всей планеты. Технология ветровой энергии развивается высокими темпами, а ее разработчики все более уверены в успехе. По оценкам, все текущие потребности в энергии для всей Африки соответствуют потенциалу гидроэнергетики только реки Замбези.

Социальные преимущества

Необходимо более точно увязывать модели климатических и биогеохимических систем с моделями системы человека, с тем чтобы обеспечить основу для расширенного изучения возможных схем причинно-следственных связей между всеми компонентами системы Земля, включая человека.

В этом аспекте ВМО всегда проявляла живой интерес к последствиям погоды и климата для условий человека. В Повестке дня на XXI век Конференции ООН по окружающей среде и развитию 1992 г. включено гарантирование качества глобальных общих благ — океанов и атмосферы — и гарантированное обеспечение адекватной продовольственной безопасности путем устойчивого управления сельским хозяйством, лесным хозяйством, рыболовством и землепользованием. Ясно, что все эти аспекты фундаментальным образом зависят от обслуживания климатическими и метеорологическими данными. Более того, завершена работа по линии программ ВМО, направленная на улучшение



метеорологических и гидрологических систем заблаговременного оповещения в целях снижения потерь жизни и собственности в результате воздействий суровой погоды, наводнений и засух. Эти виды работ будут расширены в течение XXI века, и с этими усилиями будет связана Международная стратегия по уменьшению опасности бедствий.

Международные рамки

В целях содействия пониманию изменения климата необходимо укрепление международных

Необходимо и далее поощрять, разрабатывать и использовать системы, эксплуатирующие альтернативные виды энергии, как, например, гелиоэнергетические системы, в целях оказания помощи в уменьшении неблагоприятных последствий изменения климата. (Я. Буду)

Этапы для стратегии адаптации

Этап 1: Создание национального комитета по климату (НКК), где такие еще не созданы, для контроля и координации разработки плана по климату.

Этап 2: Формулирование национальной политики, касающейся климата.

Этап 3: Инвентаризация природных, биологических и людских ресурсов и определение финансовых и правовых ограничений.

Этап 4: Осуществление плана по климату.

Этап 5: Разработка многоуровневных образовательных и учебных программ.

рамок для координации усилий на уровне государств и отдельных организаций, с тем чтобы можно было наиболее эффективно использовать преимущества исследовательских, вычислительных и наблюдательных ресурсов.

ВМО в течение многих лет работает вместе с другими организациями, такими, как Международный совет по науке (МСНС), ЮНЕСКО и ее МОК. Одним из примеров плодов этого сотрудничества являются результаты отчетов МГЭИК об оценке. В 1999 г. ВМО выпустила Женевскую декларацию, которая призывает страны-члены ВМО оказывать поддержку НМГС в выполнении ими задачи понимания погоды и климата и обеспечения необходимого обслуживания. ВМО будет продолжать эту

работу в тесном сотрудничестве с другими учреждениями в международной системе для обеспечения все более эффективной инфраструктуры, которая позволит синтезировать проводимую в различных странах деятельность, связанную с изучением климата.

Национальные обязанности

Перед лицом ужесточения правил по выбросам и расширения политической поддержки международным коммерческим схемам для стратегии бизнеса стало неизбежным получение соответствующего образования и занятие этими проблемами.

Необходимо разрабатывать, распространять и внедрять в образовательную кампанию материалы по обучению и информированию населения. Такие материалы необходимо разрабатывать совместно с НМГС и соответствующими национальными организациями и органами.

Важнейшее значение имеют государственные инициативы. Правительства могли бы приступить к составлению планов по смягчению последствий, связанных с изменением климата. Основные элементы для учета при составлении этих планов можно представить в качестве многоуровневого процесса.

Информирование населения и техническое развитие

Климат оказывает воздействие на нас всех. Каждой стране требуются квалифицированные сотрудники для распространения информации населению. Наряду с тем, что роль ВМО состоит в распространении соответствующей технологии, она возглавляет подготовку метеорологов и персонал средств массовой информации в области передачи климатической и метеорологической информации.



МЕТЕОФРАНС

ВЫВОДЫ

Необходимо уделять больше внимания оценке региональных последствий изменения климата и соответствующим стратегиям их смягчения и адаптации к ним. Эта задача будет выполняться МГЭИК при подготовке Четвертого доклада об оценке, который планируется завершить в 2007 г.

Борьба за восстановление климата должна вестись на нескольких фронтах и таким образом, чтобы обеспечить устойчивость всей климатической системы. Промышленность должна быть более эффективной и использовать более чистые методы производства. Ископаемое топливо придется дополнять все в большем размере энергией, получаемой

от возобновляемых источников. Необходимо лучше организовать землепользование. Для уменьшения уровня углерода должны применяться политика восстановления лесов и другие виды политики. Необходимо устранять промышленные стоки и содержать океаны в чистоте. Необходимо перепроектировать огромный парк наших автомобилей, с тем чтобы они использовали другие виды горючего.

И, что наиболее важно, мы должны изменить наши жизненные установки и быть готовыми жить так, чтобы обеспечить благополучие всех государств с одновременным обеспечением охраны климата, на благо нашего будущего климата.

За дополнительной информацией о ВМО

просьба обращаться по адресу:

Information and Public Affairs Office

World Meteorological Organization

7 bis, avenue de la Paix

P.O. Box 2300

CH-1211 Geneva 2, SWITZERLAND

т: (41 22) 730 83 14 / 730 83 15

Факс: (41 22) 730 80 27

Э-почта: ipa@gateway.wmo.ch

<http://www.wmo.ch>