

## ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

Решением Нобелевского комитета Премия мира 2007 г. присуждена на паритетных началах Межправительственной группе экспертов по изменению климата и А. Гору за “усилия по сбору и распространению данных о происходящих под влиянием человека климатических изменениях”. В публикуемой ниже статье, авторы которой являются одними из ведущих экспертов группы, приводятся основные выводы, содержащиеся в последнем (четвёртом) оценочном докладе этой авторитетной международной организации.

### ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

С. К. Гулёв, В. М. Катцов, О. Н. Соломина

В начале февраля 2007 г. мировому сообществу был представлен Четвёртый оценочный доклад Первой рабочей группы Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). МГЭИК, организованная в 1988 г. совместно Всемирной метеорологической организацией и Программой ООН по окружающей среде, является наиболее авторитетным международным экспертным учреждением, состоящим из ведущих учёных-климатологов мира. Каждые пять–шесть лет МГЭИК публикует оценочные доклады, которые представляют наиболее профессиональную и взвешенную позицию в области исследований глобальной климатической системы, основанную на результатах всестороннего анализа данных наблюдений и прогнозов будущих изменений. Первый оценочный доклад МГЭИК, опубликованный в 1990 г., сыграл решающую роль в подготовке Рамочной конвенции ООН по изменению климата (РКИК).

Четвёртый оценочный доклад включает анализ современной климатической изменчивости по данным наблюдений, палеоклиматических реконструкций и результатов численного моделирования нынешних и будущих изменений климата. Материалы доклада позволяют, с одной стороны, ответить на вопрос о причинах этих изменений, а с другой – сделать прогноз на будущее.

*Современные изменения климата.* Одним из важнейших выводов Оценочного доклада является утверждение о существенном росте атмосферных концентраций климатически активных газов в течение индустриальной эпохи. Вывод сделан на основе инструментальных и палеоклиматических наблюдений. Рисунок 1 показывает, что в течение последних 250 лет атмосферные концентрации двуокиси углерода возросли с 280 до 379 ppm (миллионные доли на единицу объёма – принятая в оценочном докладе единица измерения концентрации атмосферного CO<sub>2</sub>). Анализ пузырьков воздуха из ледниковых кернов, сохранивших состав древней атмосферы Антарктиды, показывает, что современная концентрация парниковых газов в атмосфере Земли намного выше, чем когда-либо за последние 10 тыс. лет (см. рис. 1). Аналогично менялись атмосферные концентрации метана и окислов азота. Так, глобальные атмосферные концентрации метана в атмосфере возросли с 715 до 1774 ppb (миллиардные доли на единицу объёма – принятая в оценочном докладе единица измерения концентраций атмосферного метана) за период индустриальной эпохи. Необходимо отметить, что наиболее сильный рост концентраций климатически активных газов в атмосфере наблюдается в течение последних нескольких десятилетий. За последние 20 лет рост концентрации дву-



ГУЛЁВ Сергей Константинович – доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией взаимодействия океана и атмосферы и мониторинга климата Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН. КАТЦОВ Владимир Михайлович – доктор физико-математических наук, директор Главной геофизической обсерватории им. В.М. Воейкова Росгидромета. СОЛОМИНА Ольга Николаевна – член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник Института географии РАН.

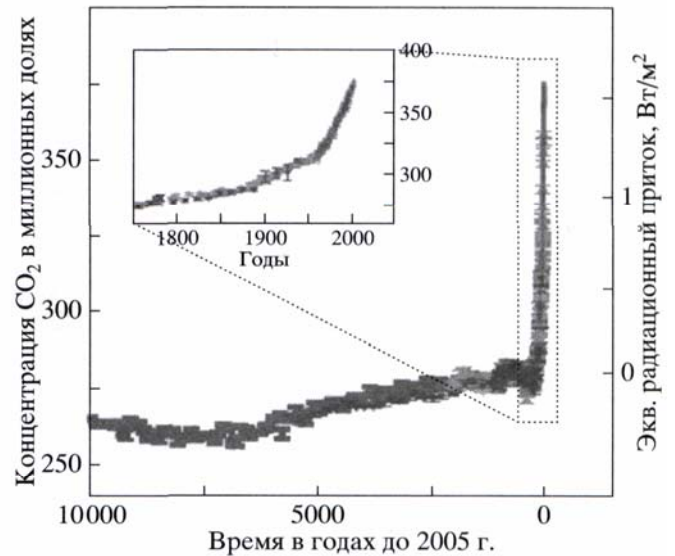


оксида углерода составил 20 ppm, что обеспечивает 20% от увеличения за последние 250 лет.

Наблюдаемое беспрецедентное увеличение концентраций климатически активных газов оказывает существенное влияние на нагревание атмосферы. Выраженное в эквивалентном радиационном притоке тепла воздействие двуоксида углерода составляет  $1.66 \text{ Вт/м}^2$  при радиационных эквивалентах метана, окислов азота и галоуглеродов соответственно  $0.48$ ,  $0.16$  и  $0.34 \text{ Вт/м}^2$ . Оtepляющий вклад тропосферного озона составляет  $0.35 \text{ Вт/м}^2$ . Суммарный oтeпляющий эффект не компенсируется oхлаждением за счёт аэрозолей, стратосферного озона и изменений поверхностного альбедо. Их вклад, выраженный в эквивалентном радиационном притоке тепла, составляет около  $-1.4 \text{ Вт/м}^2$ . Суммарный баланс изменений эквивалентного радиационного притока тепла за счёт различных факторов составляет всего  $1.6 \text{ Вт/м}^2$ . Он численно практически равен эффекту увеличения концентраций двуоксида углерода. Важно отметить, что эффект изменения интенсивности солнечной радиации благодаря орбитальным изменениям и другим гелиогеофизическим факторам за последние 250 лет составляет  $0.12 \text{ Вт/м}^2$  и не может рассматриваться как существенный фактор наблюдаемых климатических изменений по крайней мере в масштабе столетий.

Последствия изменений концентраций климатически активных газов и связанных с ними изменений в эквивалентном радиационном притоке тепла проявляются практически во всех компонентах климатической системы. Зафиксирован существенный рост средней глобальной температуры воздуха у поверхности Земли, составляющий  $0.74^\circ\text{C}$  за последнее столетие. Рисунок 2 показывает, что эти изменения средней глобальной температуры воздуха с 1850 г. до наших дней происходили неравномерно, составляя, например,  $0.46^\circ\text{C}$  (более 60%) за период с 1979 по 2005 г. Возрастание температуры происходит неравномерно и по поверхности Земли. Максимальный рост приземных температур отмечается в средних и субполярных широтах Северного полушария над континентами, где он может составлять от  $1.7$  до  $2^\circ\text{C}$  в столетие. Тренды в поверхностной температуре подтверждаются наблюдаемыми изменениями в температуре тропосферы.

Рост температуры воздуха идёт одновременно с увеличением влагосодержания атмосферы. При этом количество атмосферных осадков над континентами за XX в. значительно увеличилось только севернее  $30^\circ$  с.ш. В других широтах картина не столь определённая. Так, в тропиках отмечалось уменьшение количества осадков, а в широтной зоне  $10^\circ$ – $30^\circ$  с.ш. средние величины осадков росли до середины 1950-х годов, но, начиная с 1970-х годов, отмечается их уменьшение. При этом прак-



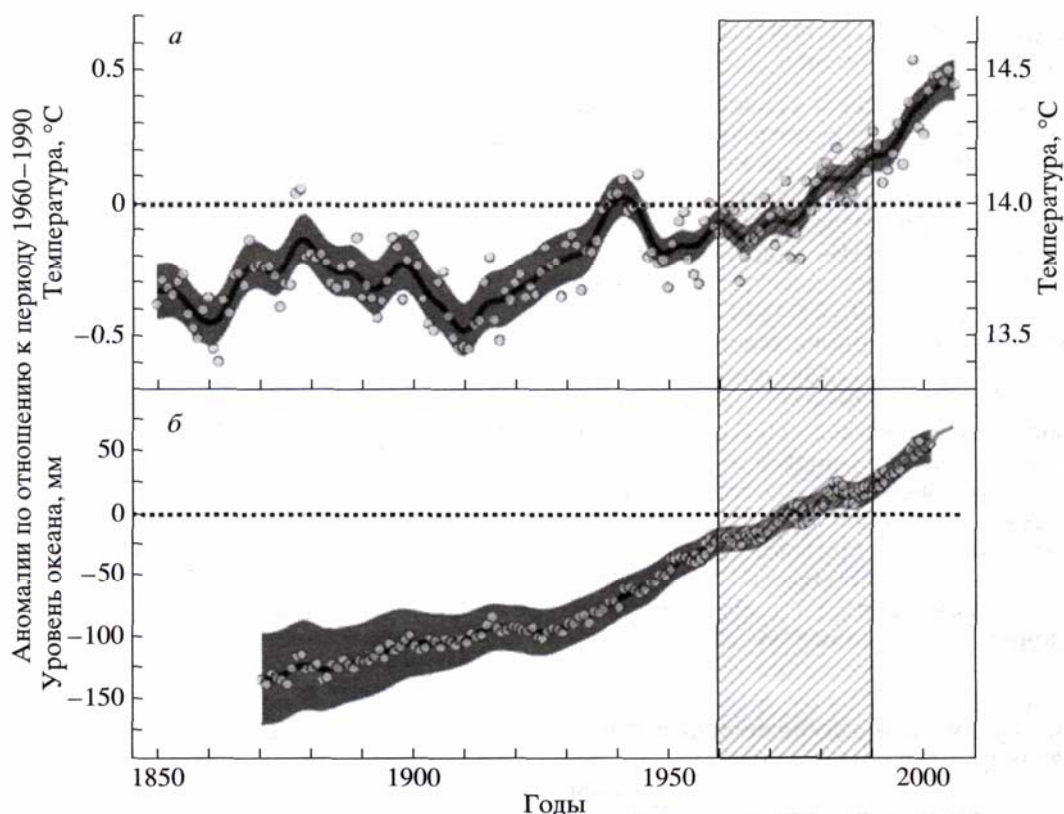
**Рис. 1.** Концентрация углекислого газа в атмосфере за последние 10 тыс. лет и в постиндустриальную эпоху, начиная с 1750 г. (на врезке), представленная в миллионных долях в единице объёма. На оси справа обозначен радиационный эквивалентный приток тепла в атмосфере

тически повсеместно зафиксирована интенсификация экстремальных величин осадков. Интенсивность осадков 5%-ной обеспеченности возрастает даже там, где средние величины или не обнаруживают тренда, или имеют отрицательный тренд. Надо отметить, что оценки трендовых изменений в экстремальных осадках могут быть уверенно выполнены только за последние несколько десятилетий в силу недостаточности высокоразрешающих по времени и пространству данных об осадках.

Последнее столетие характеризовалось ростом повторяемости экстремальных штормов в океане, атмосферных циклонов, сильных ветров. В докладе приводятся экспериментальные оценки возрастания средних высот значительных ветровых волн в Мировом океане, составляющие от 8 до 14 см за десятилетие на акватории Северной части Атлантического и Тихого океанов за период с начала 1950 до 2002 г. Эти величины согласуются с оценками роста экстремальных волн, полученными на основе волновых моделей.

Выводы Четвёртого оценочного доклада относительно изменений, происходящих в Мировом океане, гораздо менее определённы по сравнению с выводами о климатических изменениях над континентами. Это связано с недостаточностью данных о Мировом океане, позволяющих получать статистически значимые оценки. Со степенью определённости, меньшей, чем над континентами, можно говорить об увеличении теплосодержания Мирового океана, причём в отдельных районах тренд потепления отмечается на глубинах до





**Рис. 2.** Изменения средней глобальной температуры за период с 1850 г. по 2005 г. (а) и уровня Мирового океана с 1870 по 2002 г. (б)

Кружками показаны данные за отдельные годы, а серым цветом – доверительный интервал оценок. Шкалы изменений даны в аномалиях по отношению к периоду 1960–1990 г., выделенному штриховкой

3 км. В Оценочном докладе подчёркивается важность и определяющее значение меридиональной термохалинной циркуляции для климатических изменений, но нет заключения о направленном изменении её интенсивности.

Учёные зафиксировали повышение уровня Мирового океана. Оно составляет примерно 17 см за последнее столетие и около 3 мм в год в течение последних 15 лет (см. рис. 2). Надо отметить, что эти оценки основывались не только на наблюдениях на уровнемерных постах, но и на данных высокоточных и однородных спутниковых альтиметрических наблюдений. Основными факторами, вызывающими рост уровня океана являются термическое расширение морской воды при потеплении толщи океана и таяние ледников, обеспечивающее приток пресной воды в океан. Измерения баланса массы горных ледников (рис. 3) показали, что в 1961–2003 гг. только за счёт таяния ледников (без учёта Антарктиды и Гренландии) уровень Мирового океана поднимался в среднем на 0.5 мм в год, а в 1993–2003 гг. эта цифра увеличилась в среднем до 0.77 мм в год. В этом контексте особое значение имеет глава Оценочного доклада, посвящённая климатическим изме-

нениям в криосфере. Компоненты криосферы – снежный покров, ледники, вечная мерзлота – интегрируют климатические колебания и являются их эффективными индикаторами. При сокращении криосферы уменьшается среднее альbedo Земли, приводя к потеплению. Изменения в криосфере подтверждают необычный характер современных климатических перемен. Особенно ярко об этом свидетельствует отступление горных ледников, которые в последние 100–150 лет сокращаются на всём Земном шаре (см. рис. 3). При особенно сильном повышении температуры воздуха в субполярных и арктических широтах существенные изменения обнаруживаются в состоянии арктической криосферы. По данным спутниковых наблюдений, с 1978 г. среднегодовая площадь морского льда в Арктике уменьшалась примерно на 2.7% за десятилетие, а площади льдов в летний сезон – на 7.4%. Одновременно сокращается и толщина морского льда. Обнаруженные перемены предполагают скорые качественные изменения во всей структуре человеческой деятельности в Арктическом бассейне.

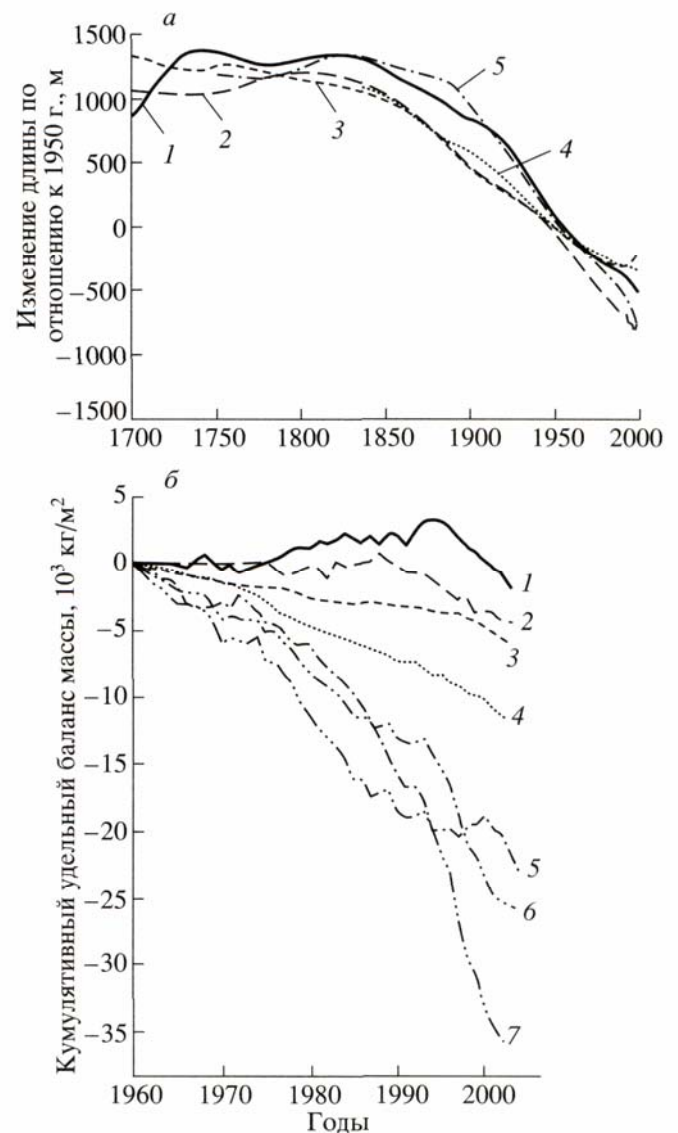
Из-за значительных размеров и труднодоступности точно оценить баланс массы самых боль-



ших ледниковых покровов на Земле – Антарктиды и Гренландии – очень сложно. Согласно современным оценкам, их размеры сокращаются, хотя в центральной части Гренландии мощность льда увеличивается, но это увеличение компенсируется таянием в краевой зоне. По разным оценкам, за период 1961–2003 гг. баланс массы Гренландского ледникового щита колеблется от +25 до –60 гт в год, что равноценно –0.07–0.17 мм в слое воды в пересчёте на подъём уровня Мирового океана. Все авторы доклада согласны, что баланс массы Гренландии был отрицательным за период 1993–2003 гг.; он оценивается от –50 до –100 гт в год. В Антарктиде также происходит потеря массы льда, но не так значительно как в Гренландии из-за накопления снега и льда в Восточной Антарктиде. В целом в 1993–2003 гг. вклад Антарктиды и Гренландии в увеличение уровня океана за счёт таяния льда составил около 0.4 мм в год. Возросла скорость многих выводных ледников, которые дополнительно выносят в Мировой океан лёд из внутренних частей ледниковых покровов. Наблюдения не обнаруживают направленных изменений в количестве морского льда в Антарктике. Кроме того, это единственный континент, для которого не зафиксировано повышение температур в XX в. Однако в западной Антарктике температура воздуха за последние десятилетия существенно повысилась.

Для России огромное значение имеют оценки доклада, касающиеся изменений вечной мерзлоты – неотъемлемой ландшафтной особенности нашей страны. За последнее столетие максимальная площадь распространения сезонно-мёрзлых грунтов в северном полушарии сократилась на 7%. С 1956 по 1990 г. мощность деятельного слоя в Российской Арктике увеличилась в среднем на 21 см, а максимальная глубина промерзания уменьшилась на 35 см (рис. 4). Судя по спутниковым данным, площадь распространения снежного покрова в северном полушарии за последние 40 лет уменьшилась на 5%.

Большое значение имели оценки климатических изменений в прошлом, основанные на палеоклиматических реконструкциях. Они позволяют узнать, насколько типичными или необычными являются наблюдаемые изменения климата. Кроме того, они могут показать, каковы будут возможные последствия наблюдаемых климатических перемен. Результаты отчёта, основанные на моделировании и палеоаналогах, свидетельствуют, что дальнейшее увеличение температуры воздуха и сокращение криосферы может привести к существенным последствиям. Так, около 125 тыс. лет назад, когда летняя температура в Арктике была на 2–5°C выше современной и большая часть ледников в Арктике растаяла, уровень Мирового океана был на 4–6 м выше современного. Данные по годичным кольцам деревьев,



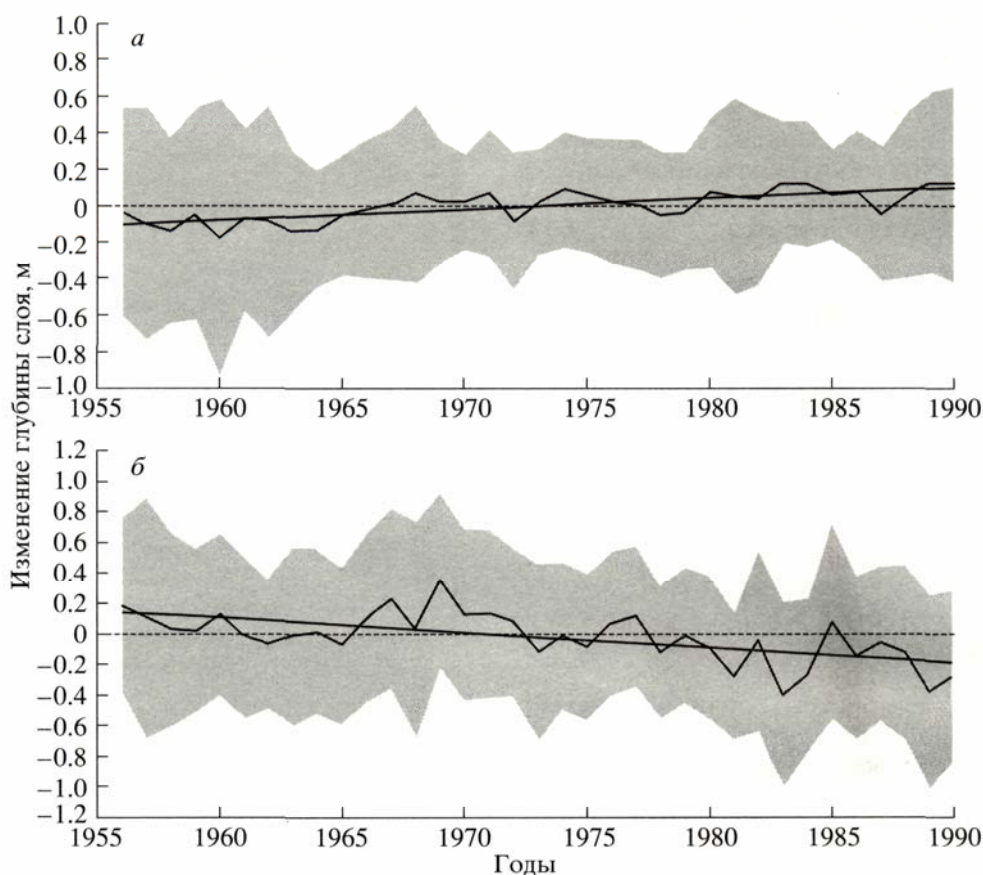
**Рис. 3.** Сокращение длины горных ледников (а), а также кумулятивный удельный баланс массы горных ледников и ледниковых покровов (б), осреднённый для крупных районов

а: 1 – в районах Атлантики, 2 – Альп, 3 – Южного полушария, 4 – Азии, 5 – Северо-Западной Америки; б: 1 – районы Европы, 2 – Анды, 3 – Арктика, 4 – высокогорная Азия, 5 – Северо-Запад США и Канады, 6 – Аляска, 7 – Патагония

кораллам, ледниковым кернам и другим косвенным источникам палеоклиматической информации показывают, что потепление XX в. было наиболее значительным за последние 500 лет, а вероятно, и за период 1300 лет. Современное потепление идёт в 10 раз быстрее, чем потепление во время перехода от последнего ледникового к межледниковью 20–10 тыс. лет назад.

*Моделирование изменений климата и прогноз.* Для установления причин наблюдаемых изменений климата и прогнозов на будущее был реали-





**Рис. 4.** Изменения мощности слоя сезонного промерзания-протаивания в районах вечной мерзлоты на территории России в 31 пункте измерений (*а*) и максимальной глубины промерзания почвы в районах, где вечная мерзлота отсутствует, по данным 211 пунктов измерений (*б*)  
Серым цветом показаны величины стандартного отклонения

зован беспрецедентный по своим масштабам и количеству участников модельный проект – выполнение численных интегрирований с 23 сложными физико-математическими моделями общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО), представляющими 16 ведущих исследовательских групп из 11 стран. Среди них была и российская модель Института математики РАН. В ходе эксперимента рассчитывался климат XX в. при заданных, в соответствии с наблюдениями, концентрациях парниковых газов и аэрозолей, а также климат XXI в. для трёх сценариев антропогенных выбросов парниковых газов и аэрозолей (сравнительно “жесткого”, “умеренного” и “мягкого”). Были выполнены и другие расчёты, например, контрольный расчёт при постоянной концентрации парниковых газов, отвечающей уровню доиндустриальной эпохи; расчёт для сценария, при котором концентрации парниковых газов и аэрозолей фиксируются на уровне 2000 г. Общий объём модельных данных, полученных в ходе экспериментов, составил 31 Тбт, а в их анализе приняли участие около тысячи учёных всего мира. Всё это

позволило продвинуться в уточнении и повышении достоверности оценок будущих изменений климата, а также оценить вероятностные распределения характеристик климата для каждого из сценариев.

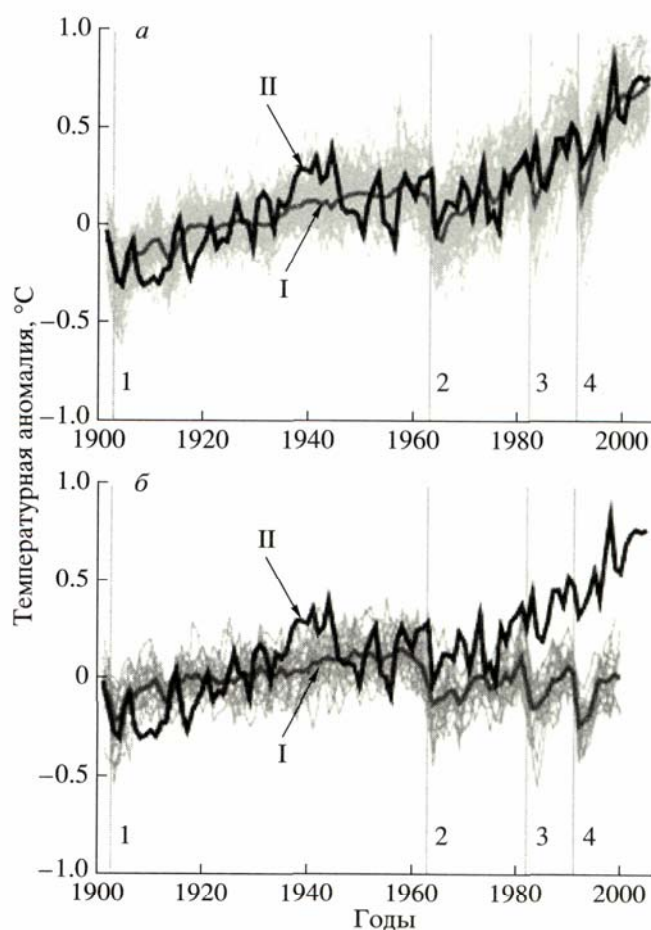
По сравнению с Третьим оценочным докладом, опубликованным в 2001 г., произошло существенное улучшение МОЦАО, обусловленное не только увеличением разрешения, совершенствованием вычислительных методов и параметризаций, но и включением во многие модели описаний дополнительных климатически значимых процессов (например, интерактивных аэрозолей). Большинство моделей уже не использует процедуру коррекции потоков, в которой они нуждались ранее для поддержания стабильного состояния модельной климатической системы, близкого к наблюдаемому. При этом улучшилось воспроизведение современного климата во многих аспектах и уменьшились неопределённости неравновесного отклика МОЦАО на внешние воздействия, связанные с использованием коррекции потоков. Однако систематические погрешности и



тренды, связанные с дрейфом моделей, всё ещё присущи МОЦАО в контрольных расчётах. В Четвёртом оценочном докладе был зафиксирован некоторый прогресс в воспроизведении моделями климатически значимых мод естественной изменчивости, что свидетельствует о том, что важные климатические процессы представлены в них правильно. В частности, улучшилась способность МОЦАО воспроизводить экстремальные явления, в особенности связанные с температурой поверхности воды, однако частота и интенсивность экстремальных осадков моделями всё ещё занижается. Большинству моделей до сих пор присущи систематические ошибки в воспроизведении общей циркуляции Южного полушария.

Основным источником различий между решениями моделей по-прежнему остаются облачные обратные связи. Углубление понимания роли криосферы в динамике климата привело к существенному развитию в МОЦАО динамических ледовых компонентов по сравнению с ранними моделями. Подавляющее большинство МОЦАО нового поколения включает динамические модели ледовых процессов различной сложности.

По сравнению с Третьим оценочным докладом, в Четвёртом оценочном докладе выводы относительно причин наблюдаемого потепления стали существенно более обоснованными. Вероятность того, что изменения климата за последние 50 лет происходили без внешнего воздействия, оценивается как крайне низкая (<5%). С высокой степенью вероятности (>90%) можно утверждать, что наблюдавшиеся за последние 50 лет изменения вызваны не только естественным внешним воздействием. И, наконец, с вероятностью >90% в Четвёртом оценочном докладе утверждается, что рост концентраций антропогенных парниковых газов ответствен за большую часть глобального потепления, начиная с середины XX в. На рисунке 5 представлены результаты воспроизведения средней приземной температуры Земли при учёте изменений концентраций парниковых газов и без такового. Очевидно, что только учёт этого фактора позволяет уверенно воспроизводить в моделях тенденции средней глобальной температуры. Важным выводом Четвёртого оценочного доклада стало то, что антропогенное воздействие на климат проявляется не только глобально, но и на всех обитаемых континентах, и не только в температуре воздуха, но и в характеристиках циркуляции атмосферы и частоте экстремальных явлений. Приведённые на рисунке 5 различия в модельных решениях при учёте и без учёта антропогенных факторов изменения климата характерны для всех континентов. В соответствии с выводами Четвёртого оценочного доклада в ближайшие два десятилетия, независимо от сценария выбросов парниковых газов, глобальное потепление продолжится со скоро-



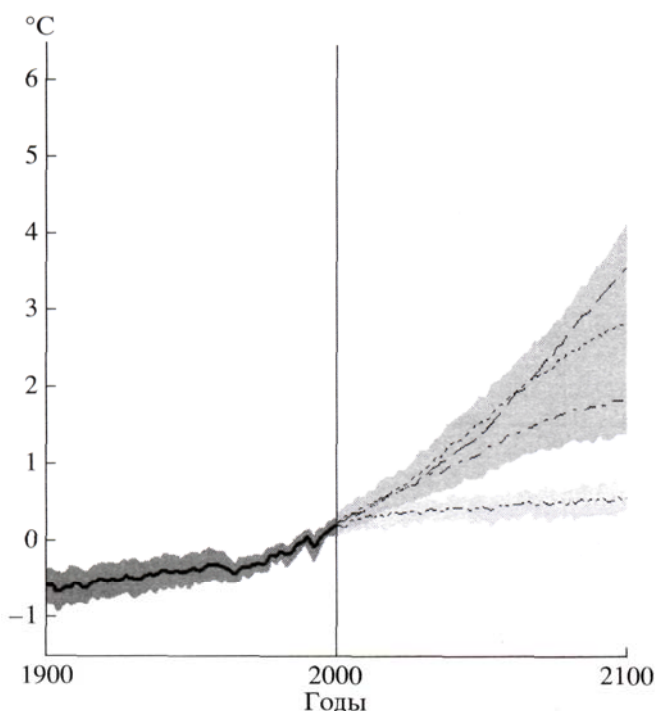
**Рис. 5.** Результаты модельного воспроизведения средней глобальной температуры воздуха при учёте изменения концентраций парниковых газов (а) и без учёта изменений концентраций парниковых газов (б)

Осреднённые модельные данные показаны кривыми I, а наблюдаемые – кривыми II. Цифрами отмечены годы извержений крупных вулканов: 1 – Санта-Мария, 2 – Агунг, 3 – Эль-Чичон, 4 – Пинатубо

стью около  $0.2^{\circ}\text{C}$  в десятилетие. Согласно модельным расчётам, даже при фиксировании концентраций на уровне 2000 г., потепление продолжалось бы за счёт уже накопленных в атмосфере парниковых газов со скоростью  $0.1^{\circ}\text{C}$  в десятилетие. Сохранение эмиссий парниковых газов на современном уровне, не говоря уж об их увеличении, с высокой степенью вероятности приведут к дальнейшему потеплению и многочисленным и сопутствующим изменениям глобальной климатической системы в течение XXI в., которые будут больше изменений, наблюдавшихся в XX в.

Модельные оценки в Четвёртом оценочном докладе были выполнены для различных сценариев антропогенного воздействия. На рис. 6 приведены изменения глобальной средней температуры при различных сценариях. По отношению к последнему двадцатилетию XX в., к концу XXI в.,





**Рис. 6.** Изменения средней глобальной температуры воздуха в XXI в. при различных сценариях антропогенного воздействия на климат

в зависимости от сценария, глобальное потепление составит в среднем от 1.8°C до 4.6°C, а повышение уровня моря, соответственно, в среднем от 0.19 до 0.58 м. В отдельной группе модельных расчётов было учтено уменьшение поглощения двуокиси углерода океаном и сушей при потеплении климата, что для сценария А2 привело к дополнительно увеличению глобального потепления к 2100 г. на 1°C. Температура будет повышаться особенно сильно в Арктике и над континентами. Будущие изменения осадков имеют противоположные тенденции в разных регионах (увеличение осадков в высоких широтах и уменьшение над большей частью суши в субтропиках), что приведёт к возрастанию угрозы наводнений в одних районах и учащению засух в других.

Вероятность усиления частоты и интенсивности экстремальных явлений, включая волны тепла, сильные ливни и др., оценивается как очень высокая. В таблице даны некоторые оценки достоверности наблюдаемых и будущих трендов в характеристиках интенсивности экстремальных климатических событий, а также их связи с антропогенным фактором. Скорее всего, увеличится интенсивность тропических циклонов в результате дальнейшего повышения температуры поверхности океана в низких широтах, хотя их общее количество не обязательно должно вырасти. Ослабление меридиональной циркуляции в Северной Атлантике составит в среднем 25%, при

этом продолжится рост температуры воздуха в северо-атлантическом регионе. Однако до конца XXI в. резкие изменения общей циркуляции океана крайне маловероятны. Произойдёт смещение путей внетропических циклонов к высоким широтам. Ожидается сокращение ледяного покрова Мирового океана, причём в некоторых сценариях к концу XXI в. возможно полное освобождение Северного Ледовитого океана ото льда в конце лета.

*Современное состояние российской науки о климате.* Большой международный резонанс, вызванный очередным Докладом МГЭИК, не может не заставить задуматься о вкладе российской науки в мировые климатические исследования. В настоящее время такие исследования ведутся многими научно-исследовательскими учреждениями РАН, Росгидромета и Минобрнауки России. Однако в действительности картина менее оптимистична, и причиной тому является в первую очередь кризисное состояние российской климатической науки.

Из-за крайне недостаточного финансирования и оттока наиболее работоспособных научных кадров за рубеж и в бизнес в 1990-х гг. наша страна утратила многие лидирующие позиции в мире. На сегодняшний день ресурс российской климатической науки, заложенный предыдущими десятилетиями, практически исчерпан, а перспективы его восполнения, мягко говоря, скромны. К сожалению, это происходит именно тогда, когда интерес мирового сообщества к климатическим проблемам находится на подъёме. Справедливости ради надо отметить, что и в относительно благополучные 1980-е годы РАН уделяла недостаточно внимания проблемам роли океана в изменениях климата, а усилия научно-исследовательских организаций Росгидромета в этом направлении оказались недостаточными.

В настоящее время в ведущих зарубежных странах значительное внимание уделяется развитию высокотехнологичных методов исследований климата, включая совершенствование систем наблюдения, глобальную высокоразрешающую диагностику и разработку сложных физико-математических моделей. В РФ большая часть исследований направлена на анализ региональных текущих изменений, их интерпретацию, а также на оценку некоторых видов климатических воздействий. Это происходит ещё и потому, что перечисленные исследования не требуют применения сложных компьютерных технологий, дорогих наблюдательных систем и больших материальных затрат.

Как результат, обнаруживается усугубляющаяся отставание научных учреждений РАН, Росгидромета и высшей школы от современного уровня исследований в ведущих зарубежных научных организациях. В этом смысле весьма пока-



Оценки вероятности наблюдаемых и будущих трендов в характеристиках интенсивности экстремальных климатических событий, а также их связи с антропогенными факторами

Явление и знак тренда	Вероятность появления тренда в конце XX в.	Вероятность антропогенного вклада в наблюдаемый тренд	Вероятность сохранения знака тренда в XXI в.
Потепление и уменьшение повторяемости холодных дней и ночей над большей частью суши	>90%	>66%	>99%
Потепление и увеличение повторяемости жарких дней и ночей над большей частью суши	>90%	>66% (ночи)	>99%
Тепловые волны Увеличение повторяемости над большей частью суши	>66%	>50%	>90%
Ливневые осадки Увеличение повторяемости над большей частью суши	>66%	>50%	>90%
Увеличение площади засух	>66% (во многих регионах, начиная с 1970-х гг.)	>50%	>66%
Увеличение активности интенсивных тропических циклонов	>66% (в некоторых регионах, начиная с 1970-х гг.)	>50%	>66%
Учащение экстремальных подъёмов уровня моря (исключая цунами)	>66%	>50%	>66%

зательным является национальный состав ведущих авторов Первой рабочей группы Четвёртого оценочного доклада МГЭИК. В ней были задействованы 3 ведущих автора из РФ. Для сравнения – Румыния представлена в этой части доклада 2 специалистами, Индия – 6, Германия – 8, Китай, Канада и Япония – по 9, Франция – 14, Великобритания – 18, а США – 40. На остальные страны приходится 53 специалиста. (Во все оценки включены ведущие авторы, авторы-координаторы и редакторы каждой из 11 глав Первой рабочей группы доклада МГЭИК – всего 171 человек.) Показателен и количественный состав делегаций правительственных экспертов, участвовавших в принятии Четвёртого оценочного доклада. Россия была представлена единственным экспертом, США – 9, Германия – 10, Китай – 16.

При сохранении существующих тенденций в ближайшие несколько лет Россия может перейти в разряд второстепенных, с точки зрения уровня климатических исследований, стран. Очевидно, исправить сложившееся положение возможно

лишь с помощью государственного управления наиболее актуальными климатическими исследованиями. Важнейшими элементами государственного управления являются:

- разработка и осуществление стратегии национальных климатических исследований (например, в виде Федеральной целевой программы исследований изменений климата и их последствий) и интеграция этих исследований в международные программы;
- пересмотр стратегии подготовки и сохранения научных кадров, в частности включение курсов для студентов;
- разработка и реализация стратегии развития информационных технологий и вычислительных средств для обеспечения актуальных климатических исследований;
- создание механизмов конструктивного диалога между научным сообществом и органами власти, ответственными за принятие решений в области климатических исследований.

