WWF

for a living planet®

UNEP

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА
и водные проблемы в Центральной Азии

Москва – Бишкек
2006

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА
и водные проблемы в Центральной Азии

Учебный курс для студентов естественных
и гуманитарных специальностей

Москва – Бишкек
2006

Руководитель проекта: Фарида Балбакова
национальный координатор проектов WWF в Кыргызской Республике

Авторы:
Аламанов С. К., к.г.н., доцент, зав. отделом Географии и зав. Лабораторией гидрологии и климатологии института геологии НАН Кыргызской Республики

Лелевкин В. М., д.ф.-м.н., профессор, проректор по научной работе Кыргызско-Российского Славянского университета

Подрезов О. А., д.г.н., профессор, зав.кафедрой метеорологии, экологии и охраны окружающей среды Кыргызско-Российского Славянского университета

Подрезов А. О., к.г.н., доцент кафедры метеорологии, экологии и охраны окружающей среды Кыргызско-Российского Славянского университета

Рецензенты:
Гинзбург А. С., д.ф.-м.н., Институт физики атмосферы Российской академии наук. Главы 1–2, 6–7.
Мандыч А. Ф., д.г.н. Институт географии Российской академии наук. Главы 4–5.
Соколов Е. А. Национальная организация поддержки проектов поглощения углерода, Россия.
Член Комитета по надзору по статье 6 Киотского протокола (РКИК ООН). Глава 3.

Учебное пособие для студентов различных специальностей, связанных с экологией, метеорологией, гидрологией и охраной окружающей среды. Предназначено, прежде всего, для ВУЗов Центральной Азии, но может быть использовано и в других странах при изучении проблем данного региона. Может использоваться для подготовки различных лекций; как образовательный материал для широкой аудитории: сотрудников государственных организаций, экологов, журналистов, всех, желающих больше узнать об антропогенном изменении климата и состоянии проблемы в странах Центральной Азии.

Подготовлено при поддержке ЮНЕП и WWF России.

Распространяется бесплатно

Дизайн и компьютерная верстка: студия Artcodex

ISBN

© UNEP, 2006
© WWF России, 2006

Подписано в печать 15.08 2006 г. Формат 70x100/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Тираж 500 экз. Заказ № 2581

Отпечатано в ОАО «ИПО «Лев Толстой». Тула, ул. Энгельса, 70.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 5

Общая характеристика Центральной Азии 6

Лекция 1. Глобальный климат Земли, причины и предсказуемость его изменений 8

1.1. Климатическая система и глобальный климат Земли. Основные сведения и понятия 8

1.2. Астрономические факторы возможных изменений глобального климата Земли . .11

1.3. Возможная причина изменений климата последних десятилетий – усиление парникового эффекта атмосферы за счет антропогенной деятельности 17

1.4. Изменения глобального климата Земли в последние десятилетия 23

1.5. Предсказуемость глобального климата 30

Литература 32

Лекция 2. Региональный климат стран Центральной Азии и его возможные изменения 34

2.1. Региональный климат, местный климат, микроклимат и определяющие их факторы 34

2.2. Современный климат Центральной Азии. Основные характеристики 36

2.3. Наблюдаемые изменения регионального климата Центральной Азии 41

2.4. Сценарии выбросов парниковых газов, характеристики глобальных климатических моделей и возможности их регионального использования . . .48

2.5. Сценарии будущих климатических условий стран Центральной Азии на середину – конец XXI в. 52

Литература 58

Лекция 3. Рамочная конвенция ООН об изменении климата, Киотский протокол и перспективы будущего соглашения по климату 59

3.1. Рамочная конвенция ООН об изменении климата 59

3.1.1. История создания Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК) 59

3.1.2. Основные положения РКИК 63

3.2. Киотский протокол и Марракешские соглашения 67

3.2.1. Киотский протокол 67

3.2.2. Марракешские соглашения по Киотскому протоколу 73

3.2.3. Значение Киотского протокола для современных экологических и социальных проблем, его глобальная роль и недостатки 75

3.3. Проекты механизма чистого развития и перспективы будущего соглашения по климату 77

3.3.1. Проекты по Механизма Чистого Развития 77

3.3.2. Деятельность по адаптации 82

3.3.3. Деятельность по Статье 6 РКИК 83

3.3.4. Перспективы будущих соглашений по климату 83
Литература 86
Список сайтов 87

Лекция 4. Водные ресурсы Земли в условиях меняющегося климата 90
4.1. Изменения климата и проблема водных ресурсов земного шара 90
4.2. Роль воды в жизнедеятельности организмов.
Гидросфера и водные ресурсы Земли 91
4.3. Изменения климата и их влияние на водные ресурсы Земли 95
4.3.1. Изменения климата и возможные изменения круговорота воды в природе 95
4.3.2. Влияние глобальных антропогенных изменений климата последних десятилетий на речной сток, уровень бессточных водоемов, подземные воды и природные катастрофы 99
Литература 102

Лекция 5. Водные ресурсы стран Центральной Азии в условиях меняющегося климата 104
5.1. Водные объекты и водные ресурсы Центральной Азии 104
5.2. Влияние изменений климата на водные ресурсы Центральной Азии 106
5.3. Водные проблемы Центральной Азии, связанные с изменениями климата и чрезмерным использованием водных ресурсов 108
5.3.1. Проблема Аральского моря 108
5.3.2. Или-Балхашская проблема 114
5.3.3. Проблема озера Иссык-Куль 116
Литература 119

Лекция 6. Устойчивое развитие Центральной Азии 121
6.1. Принципы устойчивого развития 121
6.2. Общество, экология и их воздействие на устойчивое развитие 123
6.3. Особенности региона Центральной Азии 125
6.4. Оценка устойчивого развития стран Центральной Азии 128
Литература 134

Лекция 7. Влияние загрязнения атмосферы Центральной Азии на региональный климат и устойчивое развитие 135
7.1. Атмосферный воздух 135
7.2. Парниковые газы 136
7.3. Озоновый слой 137
7.4. Аэрозоль тропосферы и стратосферы 138
7.5. Изменение климата в Центральной Азии 140
Литература 142

Приложения 143
Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН) 143
Киотский протокол РКИК ООН 167

Предисловие

Серьезность, масштабы и необычность новой глобальной проблемы - антропогенного изменения климата делают необходимым предпринять срочные образовательные меры, особенно в развивающихся странах. Несомненно, что наблюдающееся изменение климата требует многих лет глубоких научных исследований, а прогнозы на XXI столетие содержат большую долю неопределенности, образовательную деятельность нельзя откладывать до выяснения всех деталей и нюансов проблемы. Такое положение вещей, конечно, усложняет подготовку учебных курсов и лекций. Требуется очень аккуратно изложить природу явлений и уровень знаний, который можно считать доказанным и определенным, а затем изложить сценарные прогнозы, которые иногда далеки от полного понимания причинно-следственных связей.

Для содействия решению этой задачи Восьмая Конференция сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата в Дели в 2002 г. приняла специальную Декларацию по статье 6 РКИК. Делийская Декларация призвана помочь в вопросах образования, доступа к информации, вовлечении общественности и международной кооперации. Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) предпринимает активные действия по практической реализации Декларации, был выполнен ряд успешных проектов. В частности, в Узбекистане были подготовлены информационные материалы по проблеме изменения климата для использования в страх Центральной Азии - образовательные материалы для широкой аудитории, от школьников и студентов до преподавателей вузов и государственных служащих.

Также при поддержке ЮНЕП было подготовлено и данное учебное пособие и хрестоматия к нему на CD диске. Партнером ЮНЕП в этой работе выступил Всемирный фонд дикой природы (WWF), накопивший немалый опыт подготовки учебных материалов. В частности, на русском языке WWF подготовил четыре учебных курса: для Экономического факультета МГУ им. М. В.Ломоносова, Российской академии государственной службы, Уральского государственного технического университета и МГИМО.

Данный учебный курс в определенной мере основан на материалах и опыте подготовки предыдущих курсов, однако, это совершенно оригинальная работа, четко ориентированная на Центральную Азию. Особенностью работы является особое внимание к водным проблемам и устойчивому развитию в целом. Именно водные проблемы, изменение объема и режима речного стока в результате глобального антропогенного изменения климата, вероятно, будут наиболее серьезной проблемой в Центральной Азии. Авторы книги успешно справились с поставленной задачей, детально проанализировали всю имеющуюся информацию, полно и четко представили ее в виде семи лекций.

Учебное пособие может использоваться как курс лекций для студентов ВУЗов Центральной Азии, а также как образовательные материалы для широкой аудитории, сотрудников государственных организаций, экологов, журналистов, всех, желающих узнать больше о проблеме антропогенного изменения климата.

А. О. Кокорин, Климатическая программа, WWF России.

Т. А. Ососкова, Узгидромет, Республика Узбекистан.

Общая характеристика Центральной Азии

Центральная Азия как геополитическое понятие вошло в научный и политический обиход в постсоветское время. Она занимает обширную территорию на Азиатском континенте и включает в себя полностью Кыргызскую Республику, Республику Таджикистан, Республику Туркменистан, Республику Узбекистан и Республику Казахстан. Северная часть Афганистана, северо-западная окраина Китая, небольшая территория Ирана тесно связаны с этим регионом гидрографическими системами.

В физико-географическом отношении район представляет собой обособленную естественно-историческую область, резко отличающуюся от смежных районов своими природными условиями. Большие различия по высоте отдельных частей этой территории – от местностей, лежащих ниже уровня океана, до высочайших горных вершин – создают здесь необычайное разнообразие форм поверхности, климатов и ландшафтов.

Центральная часть района занята Туранской низменностью с высотами, не превышающими 100–200 м над уровнем моря. На севере расположен Казахский мелкосопочник, высоты которого редко превышают 300–400 м, и лишь в отдельных местах достигают 1 000 м. Между Каспийским и Аральским морями простирается плато Устюрт, которое обрывается во все стороны крутым уступом, называемым Чинком.

С юга и востока Туранская низменность окаймлена горными массивами Памира и Тянь-Шаня, с высотами до 7 495 м (пик Сомони, быв. Коммунизма) и Копет-Дага, с высотами до 2 000–3 000 м.

Северная часть района, известная как Центральный Казахстан, представляет собой область полупустынь. Здесь, наряду со степными ковыльными лугами, встречаются участки голой почвы, лишенной всякой растительности. Грунты и почвы засолены, встречаются солонцы и солончаки. В гидрологическом отношении полупустыни характеризуются исключительно редкой речной сетью, большей частью пересыхающими временными водотоками, обилием соленых и самосадочных озер.

Для Центральной Азии характерны обширные пустыни, со всех сторон окаймляющие ее горные системы: Кара-Кум, Кызыл-Кум, Бетпак-Дала, Моюн-Кум, Такла-Макан. Пустыни характеризуются скудной растительностью. Преобладают площади, покрытые песками, перевеваемыми ветром. Много солончаков, шоров и такыров. Для гидрологической сети характерны транзитные крупные реки – Амударья, Сырдарья, Тарим.

В горной области Памира и Тянь-Шаня, как и во всех горных регионах, наблюдается высотная поясность природных условий. Подножия гор занимают полупустыни, которые выше сменяются на степные и лесостепные ландшафты. Выше них формируются леса, затем субальпийские и альпийские луга. Пригребневая часть горных хребтов представляет собой скальные поверхности, в отдельных местах покрытые вечными снегами и ледниками.

Горы Центральной Азии входят в ряд областей земного шара с наибольшим развитием современного оледенения. Общее количество ледников здесь достигает 17 000, а площадь оледенения охватывает более 17 000 км^2. Самый крупный ледник на Памире – ледник Федченко длиной 71 км, на Тянь-Шане – ледник Южный Энгилчек – 60 км. Снеговая граница находится на уровне 3 000–36 000 м в периферических горных хребтах и 5 500 м в центральных частях Памира.

Горные районы Центральной Азии представляют собой область питания и формирования стока рек и характеризуются хорошо развитой речной сетью. Характерной особенностью региона является трансгра-

ничность преобладающего большинства рек, что оказывает непосредственное влияние на формирование водной политики стран, расположенных в его пределах. Бассейн крупнейшей реки региона Амударьи принадлежит Таджикистану, Кыргызстану, Афганистану, Ирану, Узбекистану и Туркменистану. Сырдарья протекает по территориям Кыргызстана, Узбекистана и Казахстана. Основные притоки китайской реки Тарим стекают с гор Кыргызстана и Таджикистана. Иртыш и Или, сток которых имеет большое хозяйственное и экологическое значение для Казахстана и России, берут начало в Китае. Многие десятки малых и средних рек, стекающих в ферганскую часть Узбекистана и Таджикистана, формируются на склонах кыргызских гор – Ферганского, Туркестанского и Алайского хребтов. Различия в интересах водного хозяйства стран верховий речных бассейнов и стран их низовий в большой степени определяют трудности в разработке и проведении единой оптимизированной водной политики в регионе.

Особое место в жизни народов Центральной Азии принадлежит межгорным долинам и котловинам. Наиболее крупными из них являются Ферганская, Чуйская, Таласская, Иссык-Кульская, Зеравшанская долины. Из-за благоприятных природных условий – ровные поверхности, плодородная почва, обеспеченность водой – в них с древних времен была сосредоточена жизнедеятельность человека, развивалась социально-экономическая и хозяйственная инфраструктура. Современная густота населения отдельных частей Ферганской долины – Ошско-Карасуйский оазис Кыргызстана, Андижанская область Узбекистана – достигла 500–600 человек на квадратный километр, что сопоставимо с наиболее густозаселенными районами земного шара, например, с Тихоокеанским побережьем Китая.

Дефицит природных ресурсов, нарастающий во всемирном масштабе, с особой силой проявляется в Центральноазиатском регионе. Поэтому изучение его причин и масштабов является актуальной научной задачей, над решением которой в мире и регионе занимаются тысячи научных и практических работников.

В настоящем учебном курсе даются результаты исследований влияния глобального изменения климата на важнейшие социально-природные процессы и явления земного шара и Центральной Азии.

Лекция 1. Глобальный климат Земли, причины и предсказуемость его изменений

1.1. Климатическая система и глобальный климат Земли. Основные сведения и понятия

Уже древние греки знали, что климатические условия зависят от угла наклона падающих лучей Солнца, т. е. от широты места, откуда произошло название «климат» (греческое – «наклон»). Однако все оказалось гораздо сложнее, и наука о закономерностях формирования климата – *климатология* – в конце XX в. вдруг осозналась учеными мира не только как одна из важнейших и одновременно исключительно сложных, но с возможными весьма «остросюжетными следствиями» своих выводов. Среди средств массовой информации и широкой общественности интерес к проблеме изменения климата возрос до «уровня детективного». Однако чтобы выяснить, как все обстоит на самом деле, требуется первоначальное усвоение некоторого минимального объема знаний из климатологии, что и предлагается читателю в 1 и 2 лекциях. Изложение будет идти по пути выяснения сути понятия глобального климата Земли, причин возможных его изменений и степени предсказуемости с позиций современной климатологии, а затем рассмотрения этих же проблем для региона стран Центральной Азии, включающих Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан, Таджикистан и Туркменистан.

Назовем *глобальным климатом* климат Земли в целом и климаты ее Северного и Южного полушарий. Главным фактором, формирующим глобальный климат, его первопричиной является приходящая солнечная радиация, под которой понимают мощность теплового излучения, приходящего от Солнца на единицу поверхности, перпендикулярной к солнечным лучам, и измеряемого в Вт/м^2 или кВт/м^2. При среднем расстоянии Земли от Солнца $r = 149{,}5$ млн. км ($149{,}5\times10^6$ км) на высоте верхней границы атмосферы эта величина называется солнечной постоянной и равна $I_0 = 1368$ Вт/м^2 (округленно 1,37 кВт/м^2). Такое значение I_0 было бы и у земной поверхности при отсутствии поглощения в атмосфере.

Эта энергия падает на всю освещенную половину Земли, но численно соответствует только сечению, равному площади ее большого круга $S = \pi R_3^2$. Если распределить падающую энергию на поверхность всего земного шара $S_{зм} = 4\pi R_3^2$, то получим, что в среднем на 1м^2 приходится мощность в 342 Вт/м^2 (1 368 Вт/м^2:4 = 342 Вт/м^2).

Именно это тепло, попадая в атмосферу Земли и на ее поверхность, представленную океанами (71%) и сушей (29%), сложным образом преобразуясь здесь, и создает то, что мы называем *климатом*. Так как с космосом Земля обменивается теплом только в виде излучения, то, находясь в тепловом равновесии, она отдает в космос столько же тепла (излучения), сколько получает от Солнца, т. е. 342 Вт/м^2. Это показано на рис. 1.1, где представлены основные процессы преобразования солнечной энергии в атмосфере и на земной поверхности. Желтые стрелки вверху слева, направленные вниз, изображают поступающую мощность в 342 Вт/м^2. Сумма направленных в центре вверх желтых стрелок (отраженная ра-

диация – 107 Вт/м^2) и черных справа (уходящая длинноволновая радиация – 235 Вт/м^2, т. е. переизлученная в космос Землей) как раз и равна 342 Вт/м^2.

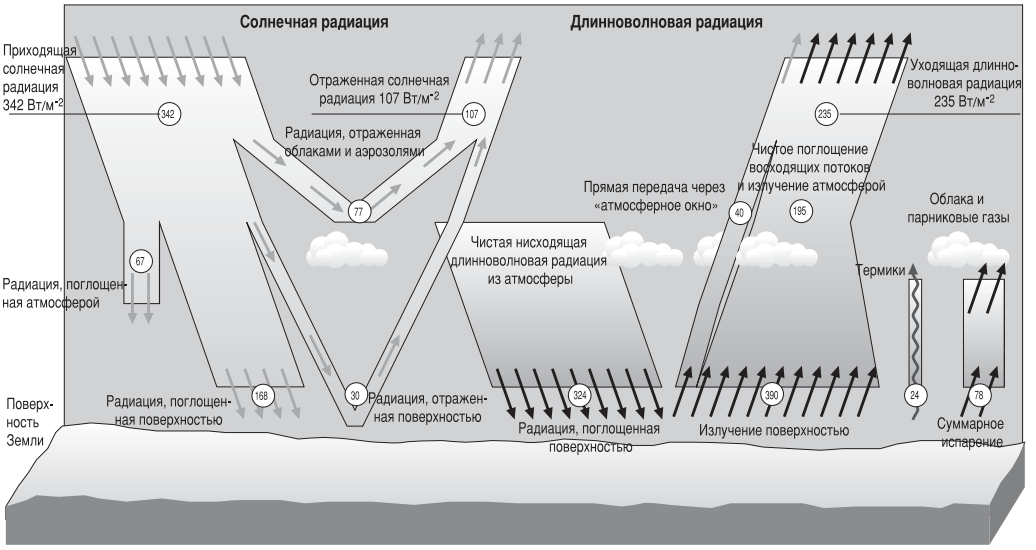


Рис. 1.1. Радиационный (тепловой) баланс Земли как планеты (Отчет ВМО, 2003).

Однако сложности показанного радиационного преобразования солнечной энергии этим не исчерпываются. Почти половина падающей на верхнюю границу атмосферы радиации радиации достигает поверхности суши и океана (198 Вт/м^2). Здесь оставшиеся 168 Вт/м^2 поглощаются, вызывая нагрев и рождая различные физические, химические и механические (ветер, волны, потоки тепла, влаги и др.) процессы в атмосфере Земли, ее океане, поверхностном слое суши. толщиной до 10–30 м (включая морские льды, снежный покров, ледяные купола Антарктиды, Гренландии и горные ледники). *Результатом этих процессов являются погода, климат Земли и сама жизнь*.

Говорят, что климат Земли формируется, т. е. создается путем преобразования поступающей солнечной энергии в так называемой *климатической системе Земли (КСЗ)*, которая включает:

- *всю толщину атмосферы*, имеющую массу $5{,}3\times10^{18}$ кг (99,8% сосредоточено в нижних 55 км) и охваченную сложной системой ветров – общей циркуляцией атмосферы;
- *гидросферу* – деятельный верхний слой океана толщиной 100–300 м, где происходят сезонные обороты тепла, который имеет массу $7{,}9\times10^{19}$ кг, т. е. в 15 раз больше массы атмосферы. Площадь Мирового океана – 71% земной поверхности;
- *сушу* – верхний деятельный слой толщиной 5–30 м, где происходят сезонные обороты тепла, который имеет массу 3×10^{18} кг, или 0,57 массы атмосферы. Площадь суши составляет 29% поверхности Земли;
- *криосферу* – включающую ледяные купола Антарктиды, Гренландии, горные ледники, морские льды и поверхность, занятую снежным покровом. Важной особенностью криосферы является большая отражательная способность падающей энергии, достигающая 70–80%, тогда как ее сре-

днее значение для Земли только 30%. Площадь криосферы составляет чуть больше 10% поверхности Земли;

- *биосферу* – включающую в основном растительность, играющую существенную роль в климатической системе как отражательной поверхности (размеры площадей, виды растений) и источника фотосинтеза.

Каждый из этих звеньев климатической системы играет свою роль. Схематически она показана на рис. 1.2. Атмосфера является наиболее подвижным звеном, перенося с помощью общей циркуляции тепло из тропических широт, где оно накапливается, в умеренные и высокие широты. Океанические течения выполняют ту же роль, хотя их скорости значительно меньше. Вклад в перенос тепла океана и атмосферы примерно одинаков. Океан играет огромную роль в стабилизации короткопериодных колебаний климата, занимая 71% поверхности Земли, имея массу поверхностного деятельного слоя в 15 раз большую, чем атмосфера, и значительно более высокую теплоемкость. Так, если условно сообщить атмосфере, деятельному слою океана и суши одинаковое количество тепла $5{,}3\times10^{19}$ Дж, то атмосфера нагреется на 1 °С, деятельный слой суши на 2,22 °С, а океана – только на 0,015 °С. От площади криосферы заметно зависит отражательная способность Земли – альбедо (сейчас среднее для Земли альбедо около 30%). Сокращение площади криосферы уменьшит альбедо, что равносильно увеличению мощности приходящего солнечного излучения (на самом деле, меньшая доля этой мощности будет отражаться). Таяние ледникового купола Гренландии могло бы повысить уровень Мирового океана на 7 м, а Антарктиды – на катастрофическую величину около 70–90 м. Биосфера (растительность) поглощает углекислый газ при фотосинтезе и также влияет на альбедо Земли.

Рис. 1.2. Климатическая система Земли и взаимодействие ее звеньев (Отчет ВМО, 2003).

И только теперь, когда состоялось знакомство с потоками тепла и основными звеньями КСЗ, формирующими климат, можно приступить к его определению. Но сначала надо дать определение *погоды*.

Погодой называется состояние КСЗ в любой заданный момент или промежуток времени. Она всегда конкретна (однозначно определена) и характеризуется набором значений метеорологических величин в эти моменты времени: давлением, температурой воздуха, ветром, осадками и др. Если условно считать погоду каждого дня, соответствующую определенному типу или виду, то в году насчитается 365 различных погод. Это набор погод только данного года. В другие годы мы получим другой набор погод. Год – это естественный цикл обращения Земли по орбите вокруг Солнца. Набор погод каждого года буден различен, но с позиций годичного цикла соответствовать единому «формату».

Глобальным климатом Земли в самом общем смысле можно назвать набор погод, который наблюдается в ее климатической системе за период около 30 лет. Этот набор погод статистически можно описать различными средними за 30 лет значениями: средней за год или за месяцы температурой, влажностью, ветром, осадками и т. д. Кроме средних значений можно найти максимальные и минимальные значения, характеризующие размах погод относительно средних. Наконец, можно вычислить вероятности различных типов погод и многие другие статистические параметры. Все они дадут *количественное описание климата*. Таким образом, если погода – это количественная *конкретно наблюденная характеристика* состояния климатической системы в фиксированный момент или промежуток времени, то климат – это набор погод за достаточно длительное время в несколько десятилетий, характеризующийся различными вычисленными статистическими показателями. Период в 30 лет берется потому, что за более короткое время рассчитанные показатели могут быть неустойчивы, т. е. недостаточно характерны. Если взять более длинный промежуток времени, то можно проигнорировать изменения климата. Если погода меняется очень быстро, то изменения климата, которые также всегда происходят, более медленные. По рекомендации Всемирной метеорологической организации (ВМО) принят период осреднения в 30 лет, причем климат тридцатилетия 1961–90 гг. считается базовым. С ним сравниваются климатические условия других периодов.

Вот теперь можно привести современную научную формулировку глобального климата с уверенностью, что она будет легко понята. *Глобальным климатом называется статистический ансамбль состояний, который проходит климатическая система Земли за период в несколько десятилетий* (здесь под состоянием понимается погода, ансамблем состояний – набор погод, статистический – значит, могущий быть охарактеризованными статистическими методами).

Южное полушарие преимущественно океаническое и поэтому имеет температуру примерно на 1 °С ниже, чем Северное. Оно менее обжитое и менее освещено метеорологическими наблюдениями. Поэтому наряду с глобальным климатом всей Земли часто рассматривают отдельно глобальные климаты ее Северного и Южного полушарий.

1.2. Астрономические факторы возможных изменений глобального климата Земли

К основным астрономическим факторам (внешним по отношению к планете), которые могли бы изменять глобальный климат, надо отнести изменение светимости Солнца в процессе его звездной эволюции и изменение орбитальных параметров Земли. Считается, что за период своего существования около

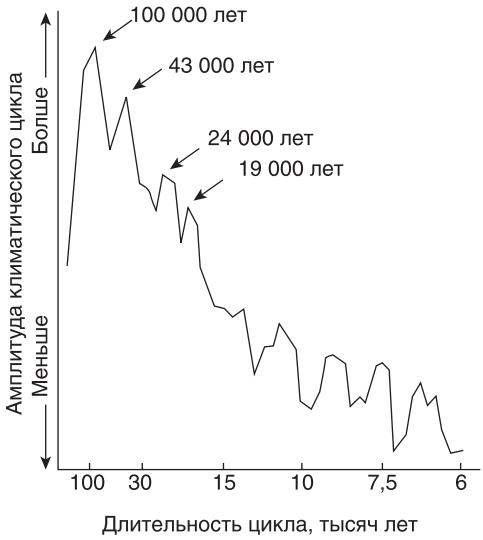


Рис.1.3. Спектр климатических изменений за последние полмиллиона лет. Этот график показывает относительное значение разных климатических циклов, выявленных по данным изотопно-кислородного анализа двух колонок из Индийского океана; он подтвердил целый ряд прогнозов, сделанных на основе теории Миланковича (Джон Имбри, Кетрин Палмер Имбри, 1988).

5 млрд. лет светимость Солнца увеличилась примерно на 25%, а значит, на столько же возросло количество поступающей от него энергии к Земле. Однако, если не выходить за пределы последнего геологического периода – плейстоцена (самый молодой), имеющего длительность около 2 млн. лет, то возможным изменением светимости с полным основанием можно пренебречь, и мы этот фактор рассматривать не будем.

Главными климатическими особенностями плейстоцена, когда сформировалась современная жизнь на Земле, являются *развитие полярного оледенения континентов Северного полушария*, которое захватывало не только приполярные районы, но глубоко проникало в умеренные широты, а также *цикличность колебаний климата*, представляющую собой смену холодных ледниковых фаз и более теплых, но коротких межледниковых. Разумеется, прямых метеорологических данных по этому периоду не имеется, но исследования палеогеографическими методами, включая анализ состава колонок осадков со дна Мирового океана, анализ состава пузырьков воздуха в кернах льда на антарктической станции Восток и другие косвенные данные, позволили в главных чертах достаточно надежно представить историю климата Земли за последние 500 000 лет.

Главные выводы, которые получены к настоящему времени, можно сформулировать так:

1. Климатические изменения в Северном и Южном полушариях происходили практически синхронно, т. е. вызывались одной причиной.

2. Главный климатический цикл имел длительность около 100 000 лет, на который накладываются другие, более короткие, но менее интенсивные циклы длительностью около 40 000 и 20 000 лет.

Это видно, например, из рис. 1.3, где приведена соответствующая математическая кривая. На ней отчетливо выступают пики циклов колебаний климата в 100 000, 43 000, 24 000 и 19 000 лет, полученные по данным анализа колонок осадков со дна Индийского океана, достигавших возраста отложений до 450 000 лет.

Таким образом, за последние полмиллиона лет климатический пульс Земли колебался с основным периодом около 100 000 лет, когда одна за другой следовали ледниковые эпохи, то усиливавшиеся, то ослабляющиеся, а между ними располагались короткие в 10 000–12 000. лет теплые межледниковья. Настоящее время – есть в климатическом отношении последнее межледниковье, которое началось 9 000–10 000 лет назад.

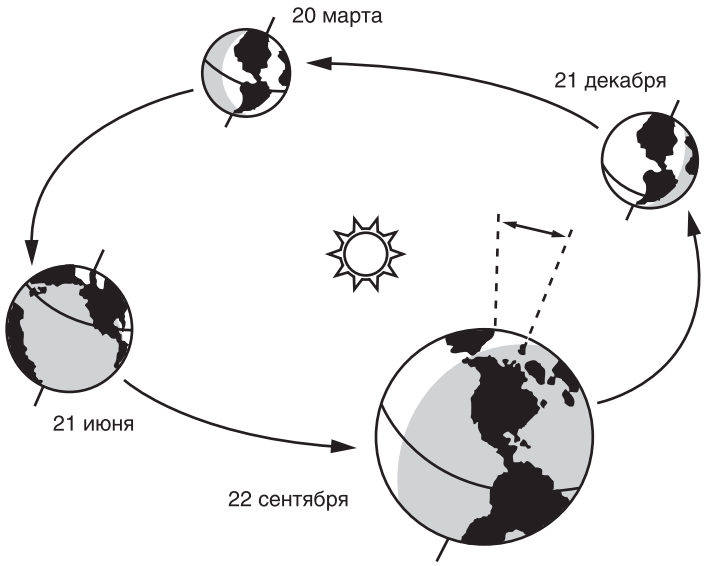


Рис. 1.4. Чередование сезонов. Из-за наклона оси вращения Земли ее движение по орбите сопровождается закономерными изменениями в распределении инсоляции, что приводит к последовательной смене сезонов года (Джон Имбри, Кетрин Палмер Имбри, 1988).

Рис. 1.5. Даты равноденствий и солнцестояний. При равноденствиях земная ось и падающие на Землю солнечные лучи образуют прямой угол, поэтому день и ночь на всей планете имеют равную продолжительность. В летнее солнцестояние северный конец оси наклонен строго к Солнцу, поэтому в Северном полушарии день 21 июня – самый длинный в году. В зимнее солнцестояние северный конец оси наклонен в сторону, противоположную Солнцу, поэтому в Северном полушарии день 21 декабря – самый короткий в году (Джон Имбри, Кетрин Палмер Имбри, 1988).

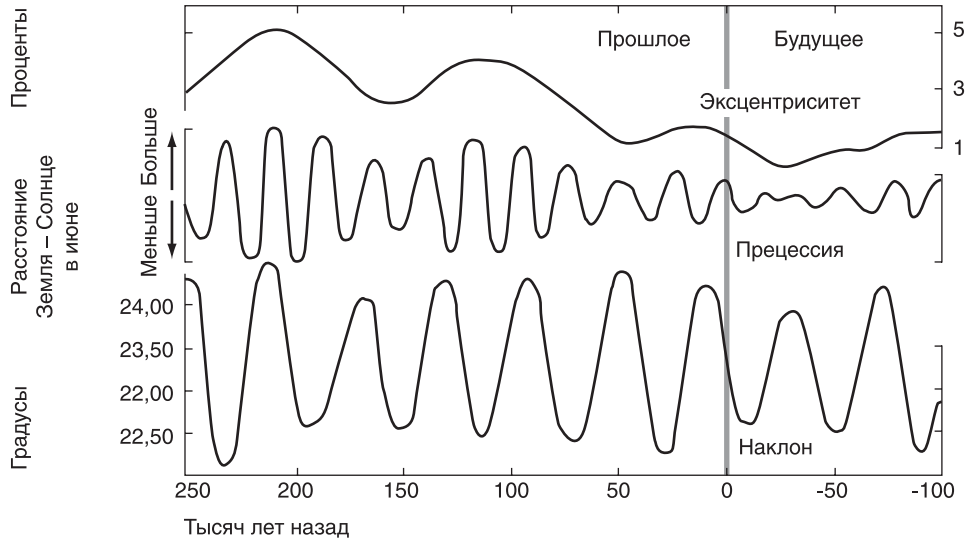


Рис. 1.6. Колебания эксцентриситета орбиты, наклона земной оси и прецессии. Движение планет служит причиной изменений гравитационного поля, которые, в свою очередь, вызывают изменения в геометрии земной орбиты. Эти изменения могут быть рассчитаны как для прошлого, так и для будущего (Джон Имбри, Кетрин Палмер Имбри, 1988).

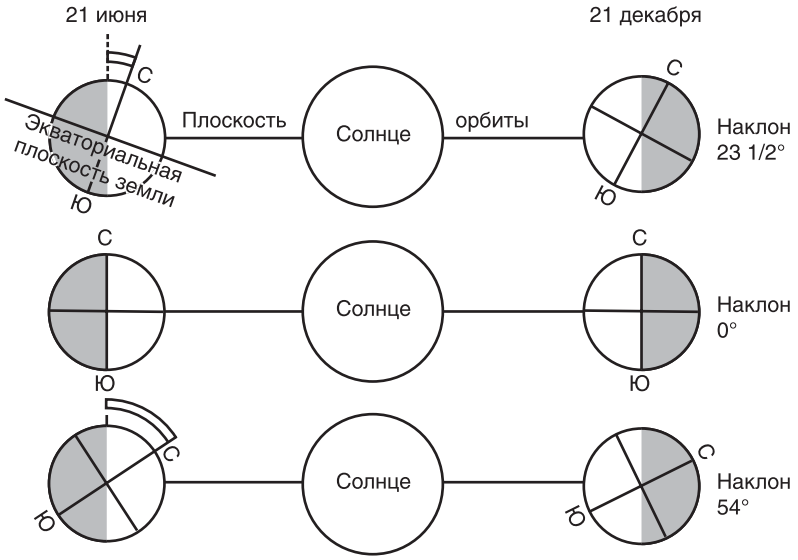


Рис. 1.7. Влияние наклона земной оси на распределение инсоляции. В настоящее время этот наклон составляет 23,5°, когда он уменьшался, поступление солнечной энергии в полярные области Земли снижалось, а когда увеличивался – это поступление возрастало. Возможные пределы инсоляционных эффектов наклона оси, которые фактически никогда не достигались, – это нулевая инсоляция в полярных областях при наклоне в 0° и одинаковое количество солнечной энергии, поступающее за год ко всем точкам земной поверхности при наклоне земной оси, равном 54° (Джон Имбри, Кетрин Палмер Имбри, 1988).

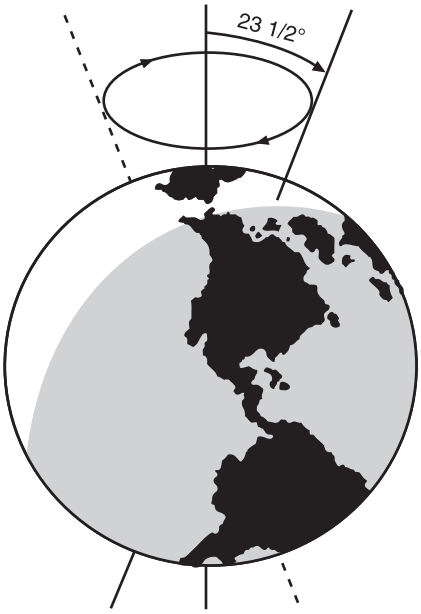


Рис. 1.8. Осевая прецессия Земли. Благодаря притяжению, оказываемому Солнцем и Луной на экваториальный пояс Земли, ее ось вращения совершает очень медленное круговое движение, описывая полный круг за 26 000 лет. Независимо от этого цикла осевой прецессии наклон земной оси (ее угол с вертикалью), в среднем равный 23 1/2°, периодически изменяется в сторону увеличения и уменьшения на 1/2° (Джон Имбри, Кетрин Палмер Имбри, 1988).

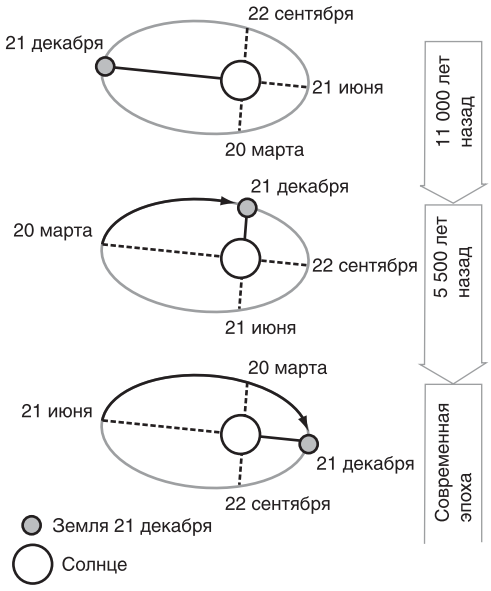


Рис. 1.9. Предварение равноденствий. Благодаря осевой прецессии и другим астрономическим движениям пункты равноденствий (20 марта и 22 сентября) и солнцестояний (21 июня и 21 декабря) испытывают медленное смещение вдоль эллиптической орбиты Земли, совершая полный оборот приблизительно за 22 000 лет. Например, если 11 000 лет назад зимнее солнцестояние имело место на одной стороне орбиты, то теперь оно случается на ее противоположной стороне. В результате этого расстояние от Земли до Солнца, измеренное 21 декабря, меняется (Джон Имбри, Кетрин Палмер Имбри, 1988).

Чем же объяснялись эти колебания климата? Испытание временем выдержала только одна теория – это астрономическая теория, разработанная в первой половине XX столетия югославским ученым Милутином Миланковичем. На ее разработку он затратил всю свою жизнь и окончательный вариант теории опубликовал в 1938 г.

Суть теории состоит в том, что движение Земли вокруг Солнца происходит по слабо эллиптической орбите и возмущается Луной и другими планетами Солнечной системы, постоянно меняющими свое взаимное расположение. Хотя в целом годовое количество тепла, поступающего к Земле, от этого не меняется, зато меняется *количество тепла, приходящее в разные сезоны года к различным широтным зонам*. Этот, казалось бы, слабый тепловой импульс, очевидно, играет роль «спускового крючка», т. е. обуславливает цепь климатических изменений, приводящих к сильной изменчивости климата с возникновением ледниковых эпох. Сами эти климатические механизмы пока остаются неизвестными. Убедительность теории М. Милановича основывается на предсказанном ею удивительно хорошем соответствии уже названных периодов колебаний климата примерно в 100 000, 40 000 и 20 000 лет и действительно выявленных наукой в последние 500 000 лет истории Земли.

Приведем самые необходимые сведения о меняющихся параметрах Земли и ее орбиты, лежащие в основе астрономической теории. Таких параметров три: 1) угол наклона земной оси α, под которым будем понимать угол между ее осью и нормалью к плоскости экватора, равный в настоящую эпоху около 23,5°; 2) прецессия, или предварение равноденствий; 3) эксцентриситет орбиты ε.

На рис. 1.4 показано, как возникают четыре сезона благодаря тому, что в течение года ось Земли сохраняет неизмененным свое направление в пространстве и имеет угол наклона $\alpha = 23{,}5°$. Летом Северного полушария (положение 21 июня) солнечные лучи падают на него более отвесно и обеспечивают большее поступление тепла, чем зимой (положение 21 декабря). Более детально земная орбита представлена на рис. 1.5 с точками равноденствий, солнцестояний и основными расстояниями.

Однако на самом деле угол наклона земной оси α очень медленно, но постоянно меняется. За последние 30 млн. лет он колебался в пределах 22,07–24,57° с основным периодом в 41 000 лет. График этих колебаний за последние 250 000. лет и в будущие 100 000. лет показан на рис. 1.6. Когда угол наклона уменьшался, полярные области получали в году тепла меньше, а когда увеличивался – больше. Если бы угол достиг 0°, полюсы не получили бы тепла совсем. Если бы угол α составил 54°, все точки земной поверхности получили бы одинаковое количество тепла. Все это схематически показано на рис. 1.7.

Земная ось не только медленно меняет свой наклон по отношению к плоскости орбиты, но и описывает очень медленно конус в пространстве с угловым радиусом около 23,5°. Это вызывается гравитационным притяжением Солнца и Луны экваториальной выпуклости Земли, которая представляет собой неправильный шар и имеет форму сфероида. В результате Земля движется наподобие детского волчка, ось которого описывает воронку в пространстве. Один оборот оси происходит за 26 000 лет. Явление получило название прецессии (рис. 1.8). Кроме того, сама эллиптическая орбита Земли медленно вращается в той же плоскости, но в противоположном направлении. Вследствие сложения этих движений все четыре замечательные точки земной орбиты (рис.1.5: 20.03; 21.06; 22.09 и 21.12) медленно вращаются по ней против направления движения Земли. Например, если сейчас 21 декабря Земля занимает «зимнее» положение для Северного полушария с расстоянием до Солнца 147,3 млн. км, то 5 500 лет назад 21 декабря приходилось на современное «весеннее» положение, а 11 000 лет назад – на современное «летнее» положение с расстоянием 152,1 млн. км. Все это наглядно показано на рис. 1.9. Таким образом, расстояние от Земли до Солнца в разные сезоны года за счет прецессии не остается постоянным, а меняется в пределах 147,3–152,1 млн. км.

Наконец, сама эллиптическая орбита Земли имеет в современную эпоху эксцентриситет $\varepsilon = 0{,}017$ (при $\varepsilon = 0$ орбита была бы круговая). За прошлые 30 млн. лет он колебался в пределах 0,0007–0,0658, с основным периодом около 90 000 лет. На рис. 1.6 показан график колебаний эксцентриситета за предыдущие 250 000 лет и в последующие 100 000 лет. С изменением эксцентриситета меняется расстояние от Земли до Солнца, так как орбита то вытягивается, то приближается к круговой, что вызывает различия в поступающей солнечной радиации в различные сезоны года.

М. Миланович рассчитал, как в прошлом изменялось количество тепла, поступающее от Солнца к различным широтам Земли, с учетом меняющихся значений эксцентриситета, угла наклона земной оси и прецессии. Эти трудоемкие расчеты были сделаны им вручную, так как какие-либо эффективные вычис-

лительные средства в 1920–1938 гг. отсутствовали. По существу, был совершен научный подвиг длиною в целую жизнь. Теория имела и триумфальные взлеты, и полное забвение. Хотя она объясняла возможность возникновения последних оледенений и удовлетворительно согласовывалась с палеогеографическими данными, но все же ей не доставало «количества» в расчетных колебаниях поступления солнечного тепла. Вариации радиации по причине колебаний эксцентриситета, наклона оси и прецессии невелики, ввиду чего возникало обоснованное сомнение, что столь малые ее изменения могут вызвать столь большие изменения климата. Уверенность в правоте астрономической теории могло дать открытие циклов колебаний климата в плейстоцене, близких к предсказанным теорией: 100 000-летнему, 40 000-летнему и 20 000-летнему. Если бы это оказалось так, то случайные совпадения просто невероятны. К началу 1970 гг. достоверность 100 000-летнего периода стала совершенно очевидной. Развитие средств математического анализа в совокупности с новыми палеоклиматическими данными позволили надежно установить этот факт, с которого и был, по существу, начат настоящий параграф. На графике рис. 1.3 пик 100 000-летнего цикла отвечает изменениям эксцентриситета земной орбиты, 43 000-летний соответствует изменениям в угле наклона оси вращения, а 24 000- и 19 000-летние определяются изменениями прецессии. Причем главным климатическим циклом является 100 000-летний. Совпадение с астрономической теорией, как видно, достигнуто с точностью до 5%. При этом конкретные механизмы преобразования слабых астрономических сигналов в глубокие изменения климата с развитием оледенений *по-прежнему остаются неизвестными*. Неизвестны и причины, по которым 100 000-летний цикл изменений эксцентриситета земной орбиты оказался главным в истории колебаний климата за последние 500 000 лет, когда длительные похолодания с развитием оледенений прерывались короткими межледниковыми потеплениями длительностью в 8 000–10 000 лет.

Прямое сопоставление наиболее детальных расчетов по теории М. Миланковича, выполненных советскими астрономами Ш. Г. Шараф и Н. А. Будниковой на 30 млн. лет в прошлое, дали удовлетворительное согласие с геологическими данными о последовательности и длительности ледниковых эпох плейстоцена. Аналогичные расчеты сделаны и на 1 млн. лет в будущее. Их можно рассматривать как предсказание климатов будущего с оледенениями эпохи типа Гюнца через 170 000, 215 000, 260 000 и 335 000 лет, а затем сильного оледенения через 550 000 лет; эпохи типа Рисса через 620 000, 665 000 и 715 000 лет и эпохи с одним сильным и двумя слабыми оледенениями через 830 000, 870 000 и 910 000 лет.

Сейчас большинство ученых считают, что глобальные изменения климата в плейстоцене можно объяснить именно теорией М. Миланковича.

1.3. Возможная причина изменений климата последних десятилетий – усиление парникового эффекта атмосферы за счет антропогенной деятельности

Рассмотрим теперь наиболее вероятную, принимаемую большинством климатологов мира причину потепления климата последних десятилетий – антропогенное усиление парникового эффекта атмосферы Земли вследствие все увеличивающегося сжигания ископаемого углеводородного топлива и некоторых других видов хозяйственной деятельности.

Парниковый эффект атмосферы можно обнаружить уже из решения уравнения радиационного баланса Земли как планеты, которая находится в лучистом равновесии с космосом,

$$\alpha\sigma T^4 = \tfrac{1}{4} I_0(1-A), \qquad (1.1)$$

где α – коэффициент «серости», характеризующей отличие длинноволнового излучения Земли от излучения абсолютно черного тела, $\sigma = 5{,}67\times10^{-8}$ Вт/м^2, $^\circ T^4$ – постоянная Больцмана, $I_0 = 1368$ Вт/ м^2 – солнечная постоянная, A – альбедо Земли.

В левой части (1.1) стоит излученная Землей в космос лучистая энергия, а в правой – получаемая от Солнца коротковолновая энергия за вычетом отражения.

Подставляя в (1.1) значения $\alpha = 0{,}95$, $A = 0{,}30$, получим, что равновесная радиационная температура Земли должна равняться 258 °K, или –15 °C. Так как средняя температура приземного слоя воздуха около +15 °C, то парниковый эффект атмосферы, равный их разности, составляет 30 °C. Очень неплохая оценка, учитывая схематичность расчета и то, что по более точным расчетам парниковый эффект составляет +33,2 °C.

Парниковый эффект Земли существовал всегда, как только на ней возникла плотная атмосфера. Причина его состоит в том, что солнечное излучение на 99% сосредоточено в коротковолновом диапазоне длин волн[1] $\lambda = 0{,}22$–5 мкм с максимумом около 0,48 мкм, в соответствие с температурой его фотосферы, равной примерно 6 000 °K. Земля, имея температуру около 288 °K (+15 °C), излучает в инфракрасном, или, как говорят, длинноволновом, диапазоне, основная энергия которого сосредоточена в интервале $\lambda =$ 4–30 мкм с максимумом около 10 мкм. Часть этого излучения, исходящего от каждой точки земной поверхности вверх в полусферу, поглощается атмосферой и противоизлучается обратно к земной поверхности. Тепловое равновесие Земли с космосом наступает, но при более высокой температуре, чем при отсутствии атмосферного поглощения.

Как это ни покажется на первый взгляд удивительным, парниковые газы, ответственные за это поглощение длинноволнового излучения, представляют собой лишь малые примеси к основному составу атмосферы.

На 99,96% сухой, без водяного пара, воздух состоит из трех газов: азот (N_2 – 78,08%), кислород (O_2 – 20,95%) и аргон (Ar – 0,93%). Оставшиеся 0,04% делят между собой благородные газы: неон, гелий, криптон, ксенон, а также водород, метан, закись азота, двуокись углерода, озон, двуокись серы, двуокись азота и ряд других.

Водяного пара (водяного газа) в атмосфере относительно много – от 0 до 4% по объему. Как и любой газ, он невидим. То, что идет из носика кипящего чайника, не водяной пар, а конденсат – мельчайшие капли воды. Из них же в основном состоят облака и туманы. Водяной пар сосредоточен преимущественно в нижних 5 км, к уровню 10 км его количество становится очень малым, а в стратосфере выше 10–15 км практически нет, по крайней мере, для образования там облаков.

К основным парниковым газам, дающим в сумме парниковый эффект, оцениваемый в $\Delta T =$ 33,2 °C, относятся: 1) водяной пар (H_2O) – вклад ΔT (H_2O) = 20,6 °C; 2) углекислый газ (CO_2) – вклад ΔT (CO_2) = 7,2 °C; 3) озон (O_3) – вклад ΔT (O_3) = 2,4 °C; 4) закись азота (N_2O) – вклад ΔT (N_2O)

[1] Видимый свет занимает диапазон $\lambda = 0{,}39$–0,76 мкм; левее($\lambda < 0{,}39$ мкм) лежит невидимое ультрафиолетовое излучение, а правее ($\lambda > 0{,}76$ мкм) – невидимое инфракрасное излучение.

$=1{,}4$ °C; 5) метан (CH_4) – вклад ΔT (CH_4) $= 0{,}8$ °C; 6) дополнительно NH_4 + фреоны + NO_2 + CCl_4 + CF_4 + O_2 + N_2 с суммарным вкладом 0,8 °K [17, 20].

Современная концентрация этих газов составляет:

- водяной пар (H_2O) – n = 0–4% (по объему);
- озон (O_3) – n = 0,032% (по объему);
- углекислый газ (CO_2) – n = 375 млн.$^{-1}$ (частей на млн.);
- метан (CH_4) – n = 1 750 млрд.$^{-1}$ (частей на млрд.);
- закись азота (N_2O) – n = 315 млрд.$^{-1}$ (частей на млрд.).

Концентрация трех последних газов приведена в принятых в настоящее время для очень малых примесей безразмерных единицах: частей на миллион по объему, млн.$^{-1}$; частей на миллиард по объему, млрд$^{-1}$. Физически это означает, например, что для n = 375 млн.$^{-1}$ (CO_2) в единичном объеме, который мы условно разделили на миллион частей, 375 частей занимает CO_2. Или, n = 375 млн.$^{-1}$ можно еще интерпретировать так: из каждых 1 млн. молекул воздуха 375 молекул приходится на CO_2. Аналогично определяется меньшая концентрация млрд.$^{-1}$, т. е. частей на млрд.

Дадим характеристику изменения во времени основных парниковых газов.

Водяной пар. Этот основной по вкладу парниковый газ ($\Delta T = 20{,}6$ °C) имеет естественное происхождение. Главный его источник – Мировой океан, затем следует испарение с суши. Среднеглобальное содержание пара в атмосфере около 3 200 млн$^{-1}$ (2,4 г/см^2 слоя осажденной воды). Среднее время жизни молекулы H_2O в атмосфере за счет естественного влагооборота – 10 дней. Концентрация водяного пара сильно меняется во времени и пространстве. Он имеет много полос поглощения в спектре инфракрасной радиации. Пока не получено данных о глобальном повышении влагосодержания в атмосфере, и поэтому считается, что вклад H_2O в парниковый эффект хотя и большой, но не увеличивается. В то же время ряд континентальных мониторинговых станций дают положительный тренд H_2O. Например, Иссык-Кульская станция (Кыргызстан) за 1980–99 гг. дала положительный тренд роста H_2O около 1% в год.

Углекислый газ. Сейчас – это второй по вкладу в наблюдающийся парниковый эффект газ ($\Delta T = 7{,}2$ °C) за счет сильной полосы поглощения в области 13–17 мкм. Однако его содержание непрерывно растет, и, следовательно, за счет этого должен увеличиваться и его вклад, т. е. ΔT (CO_2). На рис. 1.10а показано увеличение концентрации n (CO_2) млн$^{-1}$ за последние 1 000 лет с 1 000 по 2000 гг. (левая шкала). На правой шкале рисунка показано радиационное воздействие в Вт/м^2, приводящее к разогреву атмосферы. Хорошо видно, что примерно до 1700–1750 гг. (доиндустриальная эпоха) наблюдался ровный ход CO_2, после чего началось резкое повышение концентрации от уровня 280 млн$^{-1}$, которое достигло сейчас 370–375 млн.$^{-1}$. Этот рост связывается с сжиганием углеродного топлива – угля, газа, нефти, дров, торфа и другими антропогенными выбросами CO_2 в атмосферу. Выбросы CO_2 поглощаются при фотосинтезе растениями суши и верхнего слоя океана, а также частично растворяются в океане. Примерно 50% выброшенного CO_2 накапливается в атмосфере. По данным Иссык-Кульской мониторинговой станции, за 1980–1999 гг. положительный тренд CO_2 составил 0,64% в год, что дало его увеличение на 13%, или 44 млн.$^{-1}$, за это время. CO_2 хорошо перемешан в атмосфере, имея примерно постоянную объемную концентрацию до высот 90–100 км. Время жизни молекулы CO_2 в атмосфере около пяти лет.

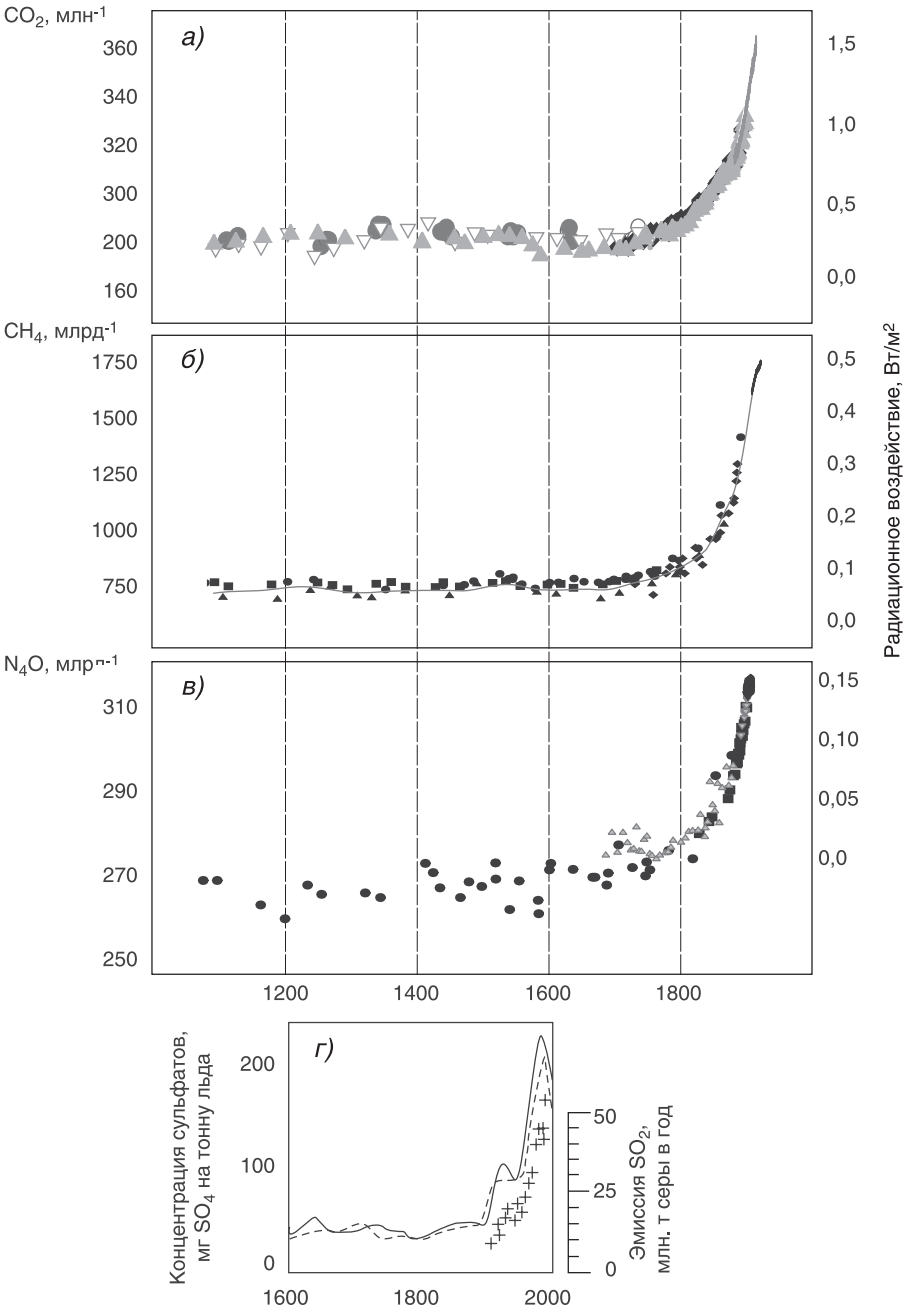


Рис. 1.10. Изменения средней глобальной концентрации парниковых газов; двуокиси углерода (а), метана (б), закиси азота (в) – в атмосфере в течение последнего тысячелетия, а также концентрации сульфатных аэрозолей SO_2 в атмосфере (г) [11,12]. Для расчетов привлекались данные исследований колонок льда в нескольких пунктах на Гренландском ледовом щите и Антарктиде (показаны символами). Они дополнены результатами прямых измерений концентраций парниковых газов в атмосфере в последние десятилетия (показаны линией для CO_2 (рис. а) и использованы для построения кривой для глобальной средней концентрации CH_4 (рис. б)). Крестики на рисунке г – региональная оценка эмиссии SO_2

Метан. Он участвует во многих химических реакциях в атмосфере и образуется в основном на суше при процессах прямого освобождения при добыче ископаемого топлива, процессах гниения, таяния вечной мерзлоты, болотных процессах и на заливных рисовых полях, из отходов крупного рогатого скота и др. По росту концентрации и вкладу в радиационное воздействие в полосе поглощения 7,7 мкм его можно поставить на следующее за CO_2 место. Концентрация CH_4 (см. рис. 1.10 б) долгое время была на уровне около 750 млрд$^{-1}$ и также, как и для CO_2, начала быстро расти после 1700–1750 гг., достигнув в 2000 г. значения около 1750 млрд$^{-1}$ с радиационным воздействием 0,5 Вт/м^2.

Концентрация метана убывает с высотой, составляя 1 500 млрд.$^{-1}$ в стратосфере. Время жизни молекулы метана в атмосфере оценивается значением 10 ± 2 года.

Закись азота. Основными источниками закиси азота являются микробиологические процессы в почве и океане, разложение азотных удобрений, являющихся основой современного земледелия, и сжигание ископаемого топлива. По темпам роста концентрации и радиационного воздействия N_2O выходит на следующее место после метана в усилении парникового эффекта. На рис. 1.10в видно, что концентрация закиси азота примерно оставалась на уровне 280 млрд.$^{-1}$ и начала сильно расти в индустриальную эпоху после 1700–1750 гг., достигнув в настоящее время 315 млрд.$^{-1}$ при ежегодном тренде в 0,3%. Время жизни молекулы N_2O в атмосфере относительно велико и оценивается в пределах 80–150 лет.

Тропосферный озон. Озон имеет сильную полосу поглощения с центром $\lambda = 9{,}6$ мкм, которая и обуславливает его вклад в парниковый эффект. Он возникает за счет переноса из стратосферы (слой 20–55 км, где его содержание повышено за счет фотохимических реакций в озоносфере), при фотоокислении метана, окиси углерода, различных производственных процессах, а разрушается как активный окислитель при соответствующих реакциях. Мониторинг его сильно затруднен ввиду большой изменчивости. При концентрациях более 60 млрд.$^{-1}$ озон опасен для здоровья человека и вредно действует на всю биоту. Время жизни молекулы O_3 в атмосфере порядка 30 дней. Средняя годовая глобальная концентрация составляет около 25–35 млрд.$^{-1}$. Хотя его вклад в парниковый эффект относительно велик, но он пока остается, как и у водяного пара, примерно постоянным, т. е. заметного усиления эффекта не наблюдается.

Большое внимание привлекает не тропосферный, а стратосферный озон (20–55 км), играющий роль защиты биоты Земли от губительного ультрафиолетового излучения, так что благодаря ему радиация с $\lambda < 0{,}29$ км практически не достигает земной поверхности.

Хлорфторуглероды (ХФУ), или фреоны. Это целиком антропогенные газы, содержащие углерод, хлор и фтор, в которых хлор и фтор частично или полностью замещают углерод. Они являются сильнейшими по парниковому эффекту, будучи в 14 000–18 000 раз более эффективными по сравнению с CO_2. Главная надежда здесь на то, что их концентрация мала, меньше 2 млрд.$^{-1}$, и таковой останется благодаря Монреальскому протоколу (1987 г.), по которому многие страны выводят CFC_3 из производства, так как фреоны сильно разрушают слой защитного стратосферного озона. Поэтому ХФУ не включены МГЭИК в Киотский протокол как парниковые газы, так как они регулируются Монреальским протоколом.

Сравнительное радиационное разогревающее действие различных парниковых годов оценивается численно параметром – потенциалом глобального потепления ПГП. Параметр ПГП определяет радиацион-

ное воздействие молекулы заданного парникового газа относительно молекулы CO_2, принятого за эталон (чтобы можно было делать все расчеты в одном CO_2-эквиваленте). Так, ПГП метана равен 21, т. е. парниковый эффект 1 т метана равен парниковому эффекту 21 т CO_2. Для закиси азота ПГП равен 310, или 1 т N_2O эквивалентна по эффекту потепления 310 т CO_2.

Аэрозоли. Это легкие, свободно плавающие в атмосфере твердые (пыль, сажа, частички солей и органики и т. д.) частицы, а также капельки воды, представляющие собой растворы солей и кислот. Аэрозоль может быть естественный и антропогенный. По происхождению тропосферный аэрозоль делится на шесть видов: морской, сульфатный, пустынный, биогенный, дымовой и вулканический. В антропогенном аэрозоле значительную долю представляют сульфатные аэрозоли – частицы, образующиеся из выбросов сернистого газа SO_2. Они приводят к выпадению кислотных дождей и, как компонент парникового эффекта, рассеивают около 3% прямой солнечной радиациеи, тем самым ослабляя парниковый эффект. Радиационный парниковый эффект сульфатных аэрозолей в Северном, промышленном, полушарии составляет около 1 Вт/м^2. При этом все парниковые газы здесь дают эффект 2–2,5 Вт/м^2 (CO_2 дает 1,5 Вт/м^2), так что ослабление, вносимое сульфатными аэрозолями, весьма существенно.

После сильных извержений вулканов концентрация естественного аэрозоля возрастает в 50–100 раз, однако его охлаждающее действие, вследствие самоочищения атмосферы, длится 1–3 года.

Антропогенный аэрозоль не является долгоживущим компонентом, но он непрерывно поступает в атмосферу, за счет чего его концентрация практически остается постоянной. На рис. 1.10г показан рост концентрации сульфатов ($MrSO_4$ на тонну льда), по данным пузырьков воздуха из ледовых кернов Гренландского щита и эмиссии SO_2 (тонн серы в год) с 1600 по 2000 г. Наглядно виден очень сильный рост обоих показателей за последние 100 лет. Все это говорит о возможном существенном влиянии SO_2 как источника сульфатных аэрозолей, могущих заметно снизить парниковый эффект.

Таким образом, концентрации углекислого газа, закиси азота и метана существенно растут за счет интенсивной антропогенной деятельности, и это должно усиливать парниковый эффект, приводя к потеплению климата Земли. Другие парниковые газы пока не увеличивают свою концентрацию вследствие естественных причин (водяной пар), ограничений, налагаемых Монреальским протоколом (фреоны), или пренебрежимо малой их концентрации. Но они остаются потенциально опасными и могут заявить о себе в будущем.

Первым, кто обратил внимание на парниковый эффект, был Тиндал (1863 г.). Несколько позже Аррениус (1896 г.) и Чимбирлен (1899 г.) указали на существенный вклад в него углекислого газа. По оценкам Аррениуса, а затем Коллендара (1938 г.) удвоение концентрации CO_2 ведет к глобальному потеплению на 6 °С. Потом в 1970 г. эта цифра уменьшилась до 2,5–3 °С. По данным современных климатических моделей общей циркуляции атмосферы и океана, к 2100 г. за счет парникового эффекта глобальная температура Земли может увеличиться на 1,5–5,8 °С, при различных сценариях роста парниковых газов.

Метеорологическими станциями зафиксирован рост глобальной температуры Земли за 100 лет на 0,6 °С (с ошибкой $\pm$0,2 °С). Все это, казалось бы, бесспорно указывает на то, что начавшееся потепление есть следствие роста концентрации парниковых газов за счет антропогенного фактора.

Однако целый ряд авторитетных ученых и полученные ими результаты указывают на многофакторную, многокомпонентную природу парникового эффекта. Они призывают не преувеличивать значимость антропогенно обусловленных изменений климата, поскольку наблюдаемое потепление не выходит за рамки ее естественной изменчивости за последние 10 000 лет, когда закончилась фаза последнего оледенения. В фундаментальном исследовании (Глобальные изменения природной среды. – Новосибирск: издво СО РАН, 2001. – 373 с.), выполненном в рамках государственной программы России «Глобальные изменения природной среды и климата», отмечается: «В истории Земли наблюдались периодические «кризисы» или катастрофические изменения климата на фоне плавных или незначительных изменений в течение сотен миллионов лет. Сверхдлинная, длинная и средняя периодичности «климатических» и «биотических» перестроек составляют 150, 30–35 и 3–4 млн. лет; периодичность оледенений в плейстоцене и голоцене – 0,02–0,1 млн. лет; периодичность изменения климата в голоцене и в историческое время – 2 000 лет, 500–600 лет, 20–22 года. Пока не существует теории климата, способной объяснить и пересказать такую многоуровенную периодичность».

1.4. Изменения глобального климата Земли в последние десятилетия

Хотя целью настоящего раздела является рассмотрение произошедших и происходящих изменений глобального климата в последние десятилетия, т. е. во вторую половину XX в. и начало XXI в., этого нельзя сделать квалифицированно без самого краткого экскурса в его ближайшую историю. Надо ясно понимать, на каком фоне предыдущих естественных колебаний климата развивается нынешнее потепление и, насколько это можно, выяснить интенсивность и возможную длительность этой фазы потепления.

Глобальный климат Земли за ее историю, после образования достаточно плотной атмосферы, менялся в очень широких пределах с возникновением климатических катастроф и покровных оледенений, когда вымирало значительное количество видов живых организмов, и теплых периодов, когда даже районы полюсов не имели оледенений. По М. И. Будыко удивительным является факт, что пределы этих колебаний за историю Земли не вышли за границы сохранения жизни. Главными причинами таких колебаний было, несомненно, изменение солнечной постоянной I_0 (светимости Солнца), отражательной способности Земли – альбедо и состава ее атмосферы, а также внутренние колебательные свойства самой климатической системы.

Главные причины, в свою очередь, включают до десятка причин второго порядка, таких как дрейф материков, изменение параметров земной орбиты (см. п. 1.2), земного вулканизма, уменьшения осевой скорости вращения Земли за счет приливного трения и др. В конце п. 1.3 уже указывалось, что выявление периодичности изменений климата включают широкий спектр: 150, 30–35 и 3–4 млн. лет; плейстоценовые (последние 2 млн. лет) эпохи оледенений 0,02–0,1 млн. лет; колебания в голоцене (последние 10 000 лет) – 2 000 лет, 500–600 лет, 20–22 года.

Холодная фаза последнего Вюрмского оледенения закончилась 8 000–10 000 лет назад, и сейчас мы живем в конце теплого межледниковья, за которым, «по статистике», должно последовать очередное оледенение в пределах нескольких тысяч лет или даже раньше.

Уже было рассмотрено, что климатические условия плейстоцена, имеющие главным 100 000-летний цикл, а также циклы около 40 000 и 20 000 лет хорошо объясняются малыми колебаниями параметров земной орбиты, которые, однако, оказались достаточными, чтобы через вызванные автоколебания свойств климатической системы обусловить геологически очень быстрые сильные изменения климата. На рис. 1.11 показано, как менялась средняя планетарная температура Земли за последние 100 млн. лет относительно ее значения за современное 30-летие 1961–1990 гг., принимаемое за базовый период. Хорошо виден колебательный характер изменений ΔT, отражающий чередование временных более коротких похолоданий и потеплений. Все же на фоне этих колебаний видна основная тенденция – развивающееся похолодание, ΔT которого – примерно 18 млн. лет, достигло 7 °С. В последние 2 млн. лет изменение ΔT приняло резко колебательный характер с амплитудой около 2,5–3 °С. Это и есть плейстоцен с развитием покровных оледенений, когда холодные фазы образования ледниковых щитов в полярных областях сменялись более короткими теплыми межледниковьями. Пунктиром на графике отмечено возможное развитие всплеска современного потепления на уровень 2100 г. Одной из климатических катастроф около 70 млн. лет назад явилось вымирание динозавров. Возможной причиной было столкновение Земли с крупным астероидом, вызвавшим большой выброс аэрозолей и резкое снижение прозрачности атмосферы, глобальные пожары растительности, кислотные дожди, огромные волны цунами и др.

Приведенных данных уже достаточно, чтобы ясно осознать, что каждое более короткое колебание климата развивается на фоне более длительных циклов и одновременно не одного, а нескольких. При этом короткопериодные циклы нарушают, но только временно, более длительные тенденции, которые, однако, продолжаются после их окончания. Это простое и ясное положение, тем не менее, является краеугольным в понимании последствий современного потепления.

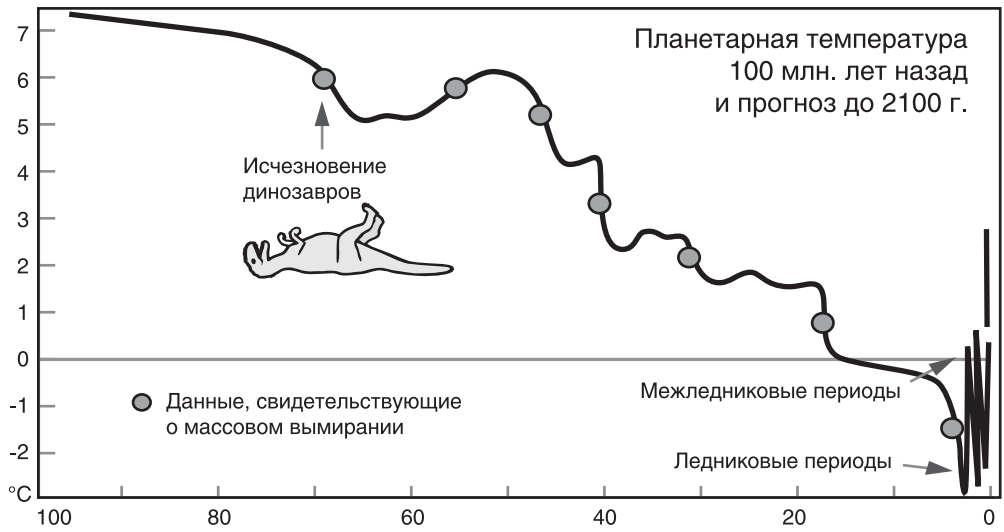


Рис. 1.11. Изменение глобальной температуры по палеоклиматическим данным (Информационные материалы. ЮНЕП/ОИК, Женева, 1997).

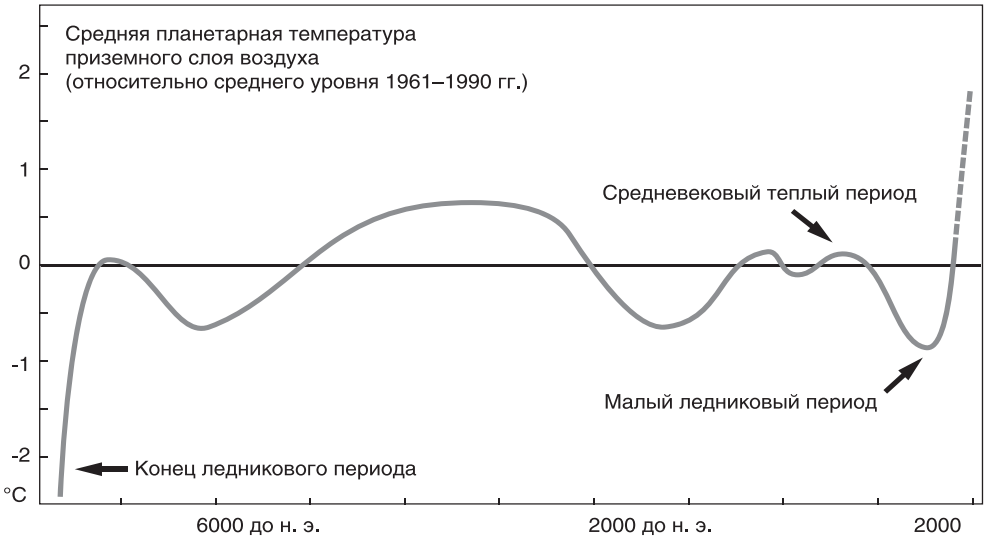


Рис. 1.12. Изменение глобальной температуры в голоцене (Информационные материалы. ЮНЕП/ОИК, Женева, 1997).

Не вдаваясь в более детальное рассмотрение, колебания климата в плейстоцене (его можно найти, например, в книге А. С. Монина, Ю. А.Шишкова «История климата», – 1979), рассмотрим также кратко изменения климата в голоцене за последние 8 000–10 000 лет, показанные на рис.1.12. Этот рисунок является продолжением конца предыдущего с более детальной разверткой по времени.

Хорошо видно, что примерно 10 000 лет назад (если считать от 2000 г.) наблюдалось резкое потепление климата, который к 9 000-летию достиг современных значений температуры. Далее климат принял относительно стабильный характер, вплоть до конца XX столетия. Колебания температуры происходили, но они были в пределах $\pm$1–1,5 °С. Выделяется так называемый климатический оптимум – период 5 000–6 000 лет назад, когда температура была выше современной в пределах 0,5–1 °С. Стрелками на рисунке показан теплый средневековый период на рубеже 1–2-го тысячелетия нашей эры, во время которого викинги освоили Гренландию. Начавшееся затем похолодание уничтожило их колонию. Это похолодание известно как малый ледниковый период. Оно проявилось в росте альпийских и других горных ледников, увеличении ледовитости северных морей и достигло пика примерно к 1700-м гг. Содержание CO_2 в атмосфере было низким и упало до концентрации 280 млн$^{-1}$. Все же отчетливо видно, что примерно 6 000 лет назад началось общее похолодание климата, прерываемое более короткими эпизодами потеплений. Суммарный эффект этого похолодания составляет около 2 °С. Самым очевидным свидетельством его реальности (Д. Имбри, К. Пальмер Имбри, 1988) «могут служить изменения географических границ распространения животных и растений. Так, например, если 7 000 лет назад в Скандинавии процветали дубовые леса и съедобные моллюски-мидии, то теперь их там нет. В других районах Европы растительные зоны на равнинах неуклонно смещаются к югу, а в горах – на все более низкие уровни. Если эта тенденция сохранится и далее, то глобальные температуры достигнут своих значений, характерных для ледниковых эпох (на 6 °С ниже современных) через 18 000 лет». Таким образом, подчеркнем еще раз, от климатического

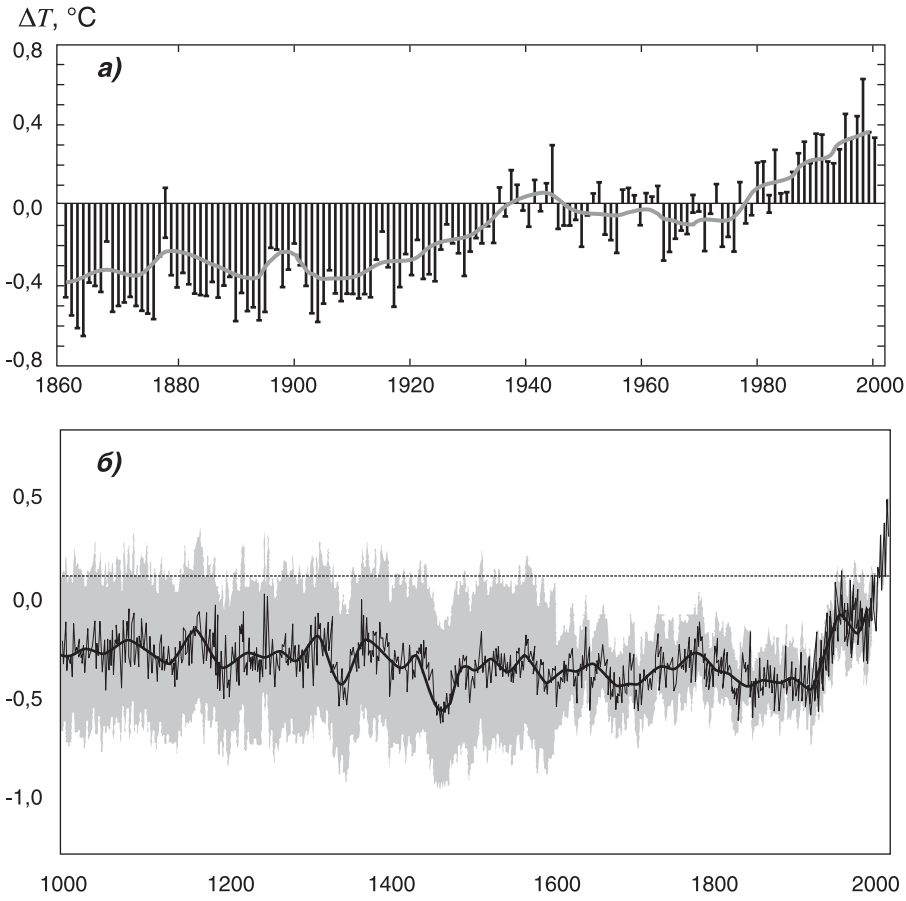


Рис. 1.13. Изменения средней глобальной температуры воздуха у поверхности земли за последние 140 лет (а) и ТВП в Северном полушарии за последнее тысячелетие (б).
ΔТ – отклонение от средней ТВП за 1961–1990 гг. На рис. а столбиковая диаграмма – аномалии среднегодовых значений температуры, вертикальными отрезками показаны 95%-ные доверительные интервалы; жирная линия – 10-летнее сглаживание; на рис. б тонкая линия – аномалия среднегодовых значений температуры; жирная линия – 50-летнее среднее; 95%-ная доверительная область выделена серым цветом.

оптимума нас отделяют всего около 2 °С (температуры были выше), а от максимума последнего Вюрмского оледенения (18 000 лет назад) всего 6–7 °С, когда температуры были ниже.

После 1700–1750 гг. начался последний эпизод потепления климата сначала, несомненно, за счет естественных причин, на которые в самые последние десятилетия наложились антропогенные факторы. По данным третьего оценочного доклада (2000 г.) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), созданный специально в 1988 г. ВМО/ЮНЕП для научного анализа и систематического отслеживания этого вопроса, имеет место следующая картина (Ю. А. Израэль, Г. В. Груза, В. М. Кацов, В. П. Мелешко. Изменение глобального климата. Роль антропогенных воздействий. – МиГ, №5, 2001).

Изменение климата по данным наблюдений. Наиболее достоверно судить об изменении климата можно по данным инструментальных наблюдений на сети метеостанций. Для приземной температуры воздуха (ТВП) это можно сделать в Северном полушарии с 1860 г., а для температуры водной поверхности океана (ВПО) с начала 3-го тысячелетия. Отклонения годовых температур $\triangle T$ °С от средних для базового 30-летия 1961–1990 гг. показано на рис. 1.13.

На рис. 1.13а жирной линией показана кривая $\triangle T$ °С, полученная десятилетним сглаживанием, на которой колебания меньше 10-летний периодичности подавлены, и выступает только более длинная изменчивость. На рис. 1.13б жирная линия – 50-летняя сглаженная кривая $\triangle T$ °С с аналогичными свойствами.

Из рис. 1.13 видно, что за последние 100 лет (1901–2000 гг.) глобальная ТВП Северного полушария увеличилась на $0{,}6 \pm 0{,}2$ °С. При этом потепление шло неоднородно: оно отмечалось в два периода – с 1910 по 1945 г. и с 1976 по 2000 г., а в промежутке 1946–1975 гг. наблюдалось небольшое похолодание. Потепление в XX в. было наибольшим за последние 1 000-летие, а 1990-е гг. были самыми теплыми, причем 1998 г. имел самую высокую ТВП.

За 1950–1993 гг. ночные минимальные температуры над сушей возрастали примерно на 0,2 °С за десятилетие, т. е. ночи стали теплее, тогда как максимальные дневные температуры увеличивались только на 0,1 °С за десятилетие. Это привело к удлинению безморозного периода во многих районах средних и высоких широт.

В тропосфере, по данным радиозондирования, температура нижнего 8-километрового слоя с конца 1950-х гг. повышалась примерно на 0,1 °С в каждое десятилетие. В стратосфере, напротив, отмечено похолодание.

По спутниковым данным, в Северном полушарии с конца 1960-х гг. годов произошло уменьшение площади снежного покрова примерно на 10%. По наземным данным, продолжительность ледового покрова на реках и озерах средних и высоких широт уменьшилась на две недели. Повсеместно в течение XX в. наблюдалась деградация горных ледников в неполярных районах.

В северном полушарии с 1950-х гг. площадь морских льдов в весенний и летний период сократилась на 10–15%, а их толщина в конце лета – начале осени уменьшилась на 40%, хотя зимой она уменьшилась значительно меньше.

Уровень моря в XX в. повысился на 10–20 см в основном за счет теплового расширения и таяния морского льда. Начиная с 1950-х гг., теплосодержание океанов возросло.

Атмосферные осадки в XX столетии в большинстве районов высоких и средних широт Северного полушария возрастали на 0,5–1% за каждое десятилетие, а с 1950-х гг. несколько возросла повторяемость сильных осадков. Вероятно, что на суше в тропических широтах (10° с.ш.–10° ю.ш.) количество осадков также увеличивалось, но только на 0,2–0,3% за десятилетие (однако в последние десятилетия эта тенденция не очевидна). В субтропиках Северного полушария (10–30°) в течение XX столетия количество осадков уменьшалось примерно на 3% за десятилетие.

В Южном полушарии изменений количества осадков не обнаружено. Нет также достаточных данных для выявления тренда осадков над океанами.

Во второй половине XX в. уменьшилась повторяемость экстремально низких температур и несколько увеличилась повторяемость экстремально высоких температур.

Начиная с 1950-х гг. теплые эпизоды явления Эль-Нинью – южное колебание в Тихом океане – стали более частыми, более устойчивыми и более интенсивными, чем в предыдущие 100 лет.

В то же время в некоторых областях земного шара, например, в ряде районов океанов Южного полушария и в Антарктике, климат в последнее десятилетие не стал теплее. Об этом говорят данные спутниковых измерений протяженности морских льдов, начатых с 1978 г.

По ограниченным данным не было обнаружено трендов в частоте образования и интенсивности как тропических циклонов (ураганов), так и внетропических циклонов, хотя наблюдались их значительные флуктуации в масштабах десятилетий.

Таким образом, в целом в XX столетии наблюдалось два периода потепления климата – в его первой половине и в конце, давшие в сумме увеличение приземной глобальной температуры примерно на 0,6 °С в Северном полушарии. Последний период потепления продолжается и в XXI в. Потепление сопровождалось сокращением снежного покрова, морских льдов в летний период, деградацией горных ледников, некоторым повышением частоты и интенсивности экстремальных давлений. В то же время оно было сложно по структуре и в ряде районов не наблюдалось (Антарктика, районы южного океана).

Изменение концентрации парниковых газов. Хотя вопрос о свойствах парниковых газов уже рассматривался в п. 1.3, конкретизируем данные об изменении концентрации основных ледниковых газов – двуокиси углерода (CO_2), метана (CH_4), закиси азота (N_2O) и аэрозолей, – которые, как считают большинство исследователей, ответственны за усиление парникового эффекта атмосферы, т. е. наблюдающееся потепление.

Углекислый газ. Концентрация CO_2 в атмосфере (рис. 1.10а) с 1750 по 2000 г. увеличилась на 31% – примерно с 280 до 370 млн.$^{-1}$. Такого высокого уровня она не достигала за последние 42 000 лет, а возможно, и в последние 20 млн. лет. Примерно 0,75 антропогенной эмиссии в атмосферу в течение последнего 20-летия XX в. обусловлено сжиганием органического топлива, а остальная часть связана с землепользованием и сокращением площади лесов (уменьшением фотосинтеза). Океан и континенты (растительность и др.) поглощают половину антропогенной эмиссии CO_2, остальная часть накапливается в атмосфере. Скорость увеличения его концентрации в течение 1980–2000 гг. была 1,5 млн.$^{-1}$ (0,4%) в год, в 1990-х гг. она увеличилась на 0,9–2,8 млн$^{-1}$ (0,2–0,8%) в год. Этот рост продолжается и в XXI столетии.

Метан. Концентрация метана (рис. 1.10б) с 1750 по 2000 г. увеличилась на 1 060 млрд.$^{-1}$, или 151%, достигла 1 750 млрд.$^{-1}$ и продолжает расти в настоящее время. Как и для CO_2, такой высокой концентрации CH_4 не было за последние 420 000 лет. Более половины прироста концентрации имеет антропогенное происхождение: органическое топливо, развитие животноводства, выращивание риса, утилизация мусора.

Закись азота. С 1750 по 2000 г. концентрация азота увеличилась на 46 млрд.$^{-1}$ (17%), достигла 240–315 млрд.$^{-1}$ и продолжает расти (рис. 1.10в). Это наивысшая концентрация за последнее 30-летие. Треть концентрации N_2O имеет антропогенное происхождение – использование азотных удобрений, химическая промышленность.

На правых шкалах рис. 1.10 показано разогревающее радиационное воздействие CO_2, CH_4, N_2O на климатическую систему, т. е. в эквиваленте дополнительного притока тепла (мощности) в Вт/м^2. Как видно, в настоящее время, если вклад CO_2 принять за 1, то вклад CH_4 в 3 раза меньше вклада CO_2, а вклад N_2O – в 10 раз меньше.

Хотя наблюдается рост концентрации и других малых примесей, обладающих парниковым эффектом (хлористые агенты, двуокись серы), они пока не вносят заметного вклада в усиление парникового эффекта из-за своих очень малых количеств. Но это положение может измениться в будущем.

Антропогенный аэрозоль. Антропогенный аэрозоль выказывает антипарниковый эффект. Это не долгоживущий компонент атмосферы, осаждающийся под действием силы тяжести. Однако его постоянное поступление в атмосферу приводит к аналогично постоянной концентрации в приземном слое. Рис. 1.10г показывает на рост антропогенной эмиссии газа SO_2, приводящий к образованию сульфатных аэрозолей. Эти данные получены путем анализа колонок льда (кернов) в Гренландском ледовом щите после исключения влияния на них вулканических извержений.

Солнечная радиация. Начиная с 1750-х гг. приток солнечной радиации увеличился примерно на 0,3 Вт/м^2. Спутниковые наблюдения, начатые в 1970-х гг., обнаружили только небольшие колебания потока вследствие 11-летнего цикла солнечной активности. Пока нет ни теоретических, ни наблюдательных данных об изменении солнечной постоянной и об увеличении влияния этого фактора на климат.

Таким образом, в индустриальную эпоху (условно после 1750-х гг.) концентрации парниковых газов CO_2, CH_4 и N_2O существенно выросли за счет антропогенной деятельности и вполне могли привести к усилению парникового эффекта, сравнимого с наблюдаемым за это же время глобальным увеличением приземной температуры.

В заключение приведем рис. 1.14, на котором показаны обобщенные оценки вклада трех различных групп внешних факторов радиационного воздействия на климат, приводящих либо к потеплению, либо к похолоданию:

- изменения в составе атмосферы (антропогенные),
- изменения в землепользовании (антропогенные),
- изменения в солнечном воздействии (естественные).

Возможное влияние вулканических извержений (понижение температуры) на рисунке не показано. Хотя оно может быть существенным, но длится только несколько лет и возникает эпизодически редко.

Как видно, вклад отдельных факторов весьма различен как по значению радиационного эффекта (Вт/м^2), так и по пространственному масштабу. Например, углекислый газ хорошо перемешан в слое атмосферы до 90–100 км по всему земному шару. Антропогенный аэрозоль, напротив, имеет характерные различия концентрации по отдельным регионам. Поэтому простое суммирование всех факторов для вывода средней глобальной оценки не имеет смысла. На нижнем срезе рисунка показано «ранжированное качество» научной оценки каждого фактора: 1 – высокое; 2 – среднее; 3 – низкое; 4 – очень низкое. Как видно, наиболее достоверно оценивается роль парниковых газов (ранг 1), затем по качеству идет оценка влияния тропосферного и стратосферного озона (ранг 2), сульфатные аэрозоли имеют низкую оценку качества (ранг 3) и очень низкую (ранг 4) – остальные факторы. Все это еще раз подчеркивает нерешенность многих задач в истории климата и в объяснении наблюдаемого потепления.

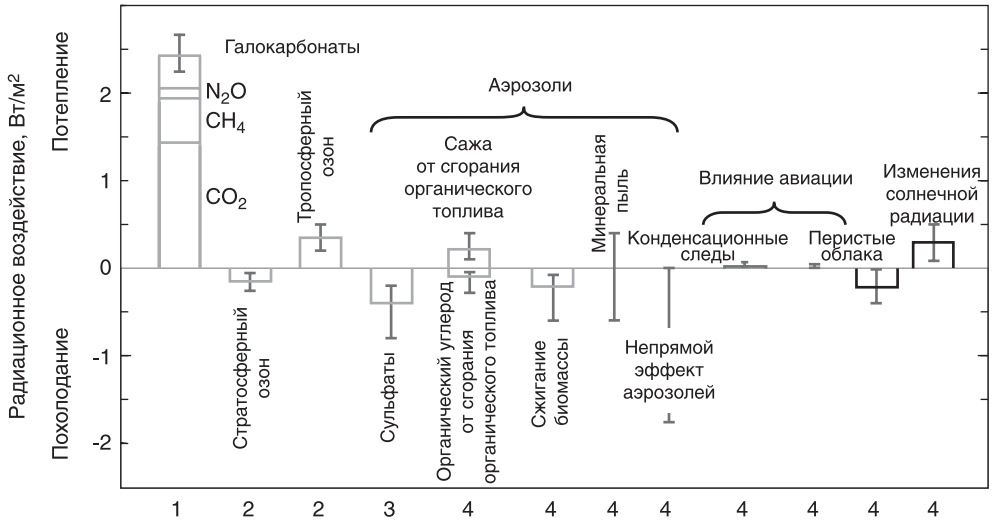


Рис. 1.14. Осредненное по земному шару радиационное воздействие на климатическую систему внешних факторов изменения климата в 2000 г. по отношению к 1750 г.
Прямоугольники — оценки вклада рассматриваемых факторов; вертикальная линия около прямоугольника указывает диапазон оценок с учетом разброса опубликованных значений воздействий и физического понимания; вертикальная черта без прямоугольника означает воздействие, для которого лучшая оценка не может быть получена из-за больших неопределенностей. Цифрами под рисунком указано качество оценки каждого фактора по следующей шкале: 1 – высокое; 2 – среднее; 3 – низкое; 4 – очень низкое.

1.5. Предсказуемость глобального климата

Проблема предсказуемости климата является центральной как с точки зрения его теории, так и значимости практических оценок будущего климата. Главная трудность, однако, состоит в том, что полной научной теории климата пока нет, эта теория только разрабатывается, а полученные результаты не более чем первые оценки, опирающиеся на современные неполные знания. Лучше сразу встать на эту несколько пессимистическую позицию, чтобы осторожней относиться к оценкам процесса современного глобального потепления и причинам изменения климата вообще.

Все дело в исключительной сложности поведения климатической системы (атмосфера – гидросфера – литосфера – криосфера – биосфера), ее интерактивности и нелинейности. Последнее означает, что для изменения климата вовсе не обязательно иметь сильные внешние или внутренние воздействия. Существенные колебательные изменения в климатической системе могут наступить за счет накопительного эффекта малых воздействий. Например, в роли такого интегратора малых атмосферных колебаний может выступать Мировой океан.

Одним из важных практических следствий разрабатываемой теории климата является создание глобальных климатических моделей (ГКМ), объединяющих собой модели общей циркуляции атмосферы и океана. ГКМ представляют собой систему дифференциальных уравнений, описывающих климатическую систему, и заданные начальные и граничные условия ее решения. Чтобы получить правдоподобную картину будущего климата, необходимо: 1) иметь адекватное математическое описание КС; 2) иметь наде-

жный способ проверки правильности полученных результатов (верификации моделей). К сожалению, обе эти задачи пока не решены. При их настоящем решении присутствует много неопределенностей, среди которых особая роль принадлежит положительной обратной связи водяного пара. Так, парниковое потепление климата должно привести к повышению содержания водяного пара в атмосфере, которое, в свою очередь, ведет к дальнейшему потеплению. Это очень сильная положительная обратная связь. Весь вопрос в том, насколько увеличится влагосодержание атмосферы? Аналогичная сильная связь имеет место между поглощаемой радиацией и изменением альбедо Земли вследствие, например, таяния полярных льдов. При таянии льдов их высокое альбедо (70–80%) заменяется малым альбедо водной поверхности (порядка 10%), в результате чего возрастает доля поглощенной солнечной радиации за счет уменьшения доли отраженной, и парниковый эффект возрастает.

Наиболее сложными и до конца не решенными являются радиационно-облачные аэрозольные связи. Они могут быть как положительными, так и отрицательными, когда снижают парниковый эффект. Все дело в конкретных свойствах и концентрации аэрозольных частиц и облаков.

Все это естественные трудности физико-математического описания климата и создания климатических моделей. Но как только мы захотим учесть антропогенный фактор, для прогноза будущего климата потребуется: 1) сделать прогноз развития мировой экономики, технологий и населения; 2) сделать на его основе прогноз потребления различных видов топлива и других источников парниковых газов; 3) с учетом полученных сценариев выбросов парниковых газов рассчитать по ГКМ изменение температуры и других характеристик климата.

На самом деле, естественные и антропогенные факторы учитываются совместно. МГЭИК разработано на перспективу до 2100 г. 40 сценариев выбросов парниковых газов – от оптимистических до пессимистических. Эти 40 сценариев объединены в шесть сюжетных линий, основанных на разных гипотезах будущего мирового развития.

По мнению МГЭИК, выбросы CO_2 за счет сжигания нефти, газа и угля будут определять рост концентрации CO_2 в атмосфере в течение всего XXI столетия. К 2100 г. концентрация CO_2 в атмосфере может достичь 540–970 млн.$^{-1}$, что на 90–250% выше, чем в доиндустриальный период (до 1750-х гг.). Если учесть неопределенности в поглощательных свойствах океана и суши, то границы оценок концентрации CO_2 станут еще шире – от 490 до 1 260 млн.$^{-1}$. При этом, вклад от сокращения лесов в этот процесс не представляется значимым.

К 2100 г. концентрация CH_4 может измениться от 190 до 1 970 млрд.$^{-1}$, N_2O – от 38 до 144 млрд.$^{-1}$, а тропосферного озона – от 12 до 16% по отношению к их концентрациям в 2000 г.

Теперь уже становится очевидным, что пока можно говорить *не о прогнозе климата, а о сценариях* будущего климата. Разница принципиальная: за прогнозом стоит определенная вероятность его осуществления (в данном случае неважно – малая или большая), а за сценарием не стоит ничего. Утешительным является то, что набор сценариев будущего климата, полученный по разным сценариям выбросов и разным ГКМ, может дать правдоподобный спектр возможных климатов. Однако какой из них наиболее вероятный, сказать нельзя. И это не недостаток ГКМ, а следствие неопределенностей со сценариями выбросов.

Имеется около 20 различных ГКМ, которые позволяют рассчитать сценарии будущих климатических условий в узлах так называемой регулярной сетки с шагом 250–500 км, которая накрывает весь земной

шар. Согласно этим расчетам, средняя глобальная температура приземного воздуха к 2100 г. может повыситься на 1,5–5,8 °С. Такой разброс объясняется прежде всего различием сценариев выбросов.

Современные ГКМ весьма глобально описывают климат земного шара. Ими не учитываются множество местных, но очень важных процессов (так называемые подсеточные процессы): грозы, шкалы, град, молнии, влияние достаточно крупных водоемов, например озера Иссык-Куль. Все это – дело будущих более совершенных климатических моделей. Сама МГЭИК оценивает «качество климата с помощью современных ГКМ… если не вполне удовлетворительным, то весьма обнадеживающим – по крайней мере, для пространственных масштабов более субконтинентального и для временных масштабов от сезонного до внутривекового. Важно отметить при этом, что в настоящее время ни одна из известных ГКМ не может быть признана наилучшей». Будет не лишним привести и более пессимистические оценки ряда ученых, которые можно выразить примерно так: по сравнению с реальностью, ГКМ являются примитивными (детскими), хотя и представляют наилучшее средство из того, что имеется для оценки изменения климата; проблемы, однако, возникают только тогда, когда преувеличиваются возможности моделей, когда ими подменятся теория климата, тогда как на самом деле они есть следствия состояния теории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов О. А., Борзенкова И. И., Валденберге Дж., Жильцова Е. Л., Лобанов В. А., Сапелко Т. В. Быстрое потепление климата на границе позднеледниковья – голоцена как возможный аналог изменения климата и окружающей среды в первой четверти XXI века // Метеорология и гидрология. – 2004. №12. – С. 31–41.

2. Антоновский М. Я., Бухштабер В. М., Пивоваров В. А. Динамика закономерностей поля концентраций атмосферного CO_2 на основе данных мониторинга в течение последних 45 лет // Метеорология и гидрология. – 2004. – №4. С. 67–76.

3. Антропогенные изменения климата / Под ред. М. И. Будыко, Ю. А. Израэля. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 404 с.

4. Бедрицкий А. И., Коршунов А. А., Хондожко Л. А., Шайморданов М. З. Климатическая система и обеспечение метеорологической безопастности жизнедеятельности России. // Метеорология и гидрология. – 2004. – №4. С. 120–129.

5. Борисенков Е. П. Многокомпонентная природа парникового эффекта и некоторые сопутствующие явления // Глобальные и региональные изменения климата и их природные и социально-экономические последствия. – М.: ГЕОС, 2000. С. 24–39.

6. Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата // Метеорология и гидрология. – 2004. – №4. С. 50–57.

7. Джон Имбри, Кетрин Палмер Имбри. Тайны ледниковых эпох. Полтора века в поисках разгадки. – М.: Прогресс, 1988. – 263 с.

8. Дроздов О. А., Арапов П. П., Лугина К. М., Мосолова Г. И. Естественные и антропогенные изменения климата. Глобальные и региональные изменения климата и их природные и социально-экономические последствия.– М.: ГЕОС, 2000. С. 24–39.

9. Дымников В. П., Володин Е. М., Галин В. Я., Гладунов А. В., Грищун А. С., Дианский Н. А., Лыкосов В. Н. Чувствительность климатический системы к малым внешним воздействиям // Метеорология и гидрология. – 2004. – №4. С. 77–92.

10. Жадин Е. А. Озон и изменения приземной температуры // Метеорология и гидрология. – 2004. – №10. С. 64–73.

11. Изменение климата – справочные материалы / ЮНЕП, 2003. www.unep.ch.

12. Израэль Ю. А., Груза Г. В., Катцов В. М., Мелешко В. П. Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий // Метеорология и гидрология. – № 5. – 2001. С. 5–21.

13. Индикаторы устойчивого развития стран Центральной Азии / Научно-информационный центр Межгосударственной комиссии по устойчивому развитию. – Ашхабад-Бишкек, 2004. – 79 с.

14. Калинин Ф. В., Арефьев В. Н., Вишератин К. Н. и др. Результаты экспериментальных исследований радиационно-активных составляющих атмосферы в центре Евразии // Изв. АН. Физика атмосферы и океана. – 2000. – Т. 36 – №4. С. 463–492.

15. Климатология / О. А. Дроздов, В. А. Васильев, Н. В. Кобышева, А. Н. Раевский, Л. К. Смекалова, Е. П. Школьный – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 568 с.

16. Кондратьев К. Я. Неопределенности данных наблюдений и численного моделирования климата // Метеорология и гидрология. – 2004. – №4. С. 93–119.

17. Монин А. С., Шишков Ю. А. История климата. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 407 с.

18. Наш будущий климат / ВМО, №952. – Женева, 2003. – 37 с.

19. Парниковые газы – глобальный экологический ресурс. Справочное пособие / В. Х. Бердин, И. Г. Грицевич, А. О. Кокорин, Ю. Н. Федоров – Москва, 2004. – 135 с.

20. Переведенцев Ю. П. Теория климата: Учебное пособие / Ю. П. Переведенцев. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2004. – 320 с.

21. Перед лицом климатической угрозы. Рекомендации международной рабочей группы по изменению климата / Неофициальный перевод на русский язык Всемирного фонда дикой природы WWF России. – М., 2005. – 32 с.

22. Сун В., Балюнас С., Демирчан К. С., Кондратьев К. Я., Идсо Ш. Б., Постметьер Э. С. Влияние антропогенных выбросов CO_2 на климат: нерешенные проблемы // Изв. РГО. – Вып. 2. – 2001. С. 1–19.

23. Сценарии выбросов. Резюме для лиц, определяющих политику / Специальный доклад рабочей группы III МГЭИК, ВМО/ЮНЕП, 2000. – 20 с.

24. Третий оценочный доклад межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC). Резюме для лиц, определяющих политику. Т. 1. Научные аспекты. – 109 с. Т. 2. Последствия, адаптация и уязвимость. – 107 с. Т. 3. Смягчение последствий. – 103 с. www.ipcc.ch (на русском языке).

ЛЕКЦИЯ 2. РЕГИОНАЛЬНЫЙ КЛИМАТ СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И ЕГО ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

2.1. Региональный климат, местный климат, микроклимат и определяющие их факторы

В п. 1.1 мы уже познакомились с понятиями погоды, климатической системы Земли и глобального климата, т. е. климата земного шара в целом или его Северного и Южного полушарий. Но, на самом деле, каждый из нас временно или постоянно находится во вполне определенной местности, характеризующейся конкретной широтой (широтной зоной), долготой, высотой места, орографией (равнина, холмистая местность, горы), удаленной или приближенной к крупным морям или побережью Мирового океана (а возможно, это даже его острова), расположенной в центре или на окраине какого-либо континента, и т. д. Ясно, что все эти факторы являются определяющими для формирования климата данной территории или местного климата.

Если погодой называется физическое состояние атмосферы в любой фиксированный момент времени или за любой фиксированный промежуток, то интуитивно представляется достаточно очевидным, что климатом конкретной местности (региональный климат, местный климат) можно назвать наблюдаемый в ней возможный набор погод за период в несколько десятилетий. Именно так и звучит наиболее распространенное определение местного климата – это характерный для нее многолетний режим погоды, обусловленный поступающей солнечной радиацией (которая определяется широтой места), подстилающей поверхностью (водная поверхность, равнина, холмистый рельеф, горы), влияющей на характер преобразования радиации, и особенностями циркуляции атмосферы, т. е. системы ветров, которые определяются, с одной стороны, общими атмосферными течениями, а с другой – орографическими особенностями местности, видоизменяющими эти потоки и, возможно, создающими даже свои местные циркуляции. Существует около двух десятков определений местного климата, принципиально не отличающихся друг от друга и от только что сделанного. При этом словосочетание «многолетний режим погоды» эквивалентно понятию «многолетний набор погод, наблюдающихся в определенной сезонной последовательности в отдельные годы».

Однако мы пока никак не ограничили размеры или, как говорят, масштаб территории, на которой формируется климат. Введем условно три линейных масштаба (размеры) территории:

- А: от примерно 500 до 1 000 (3 000) км,
- Б: от 50 (100) км до нескольких сотен км (в пределах 1 000 км),
- В: от 1 (10) км до нескольких десятков км (в пределах до 100 км).

Соответственно этому климат масштаба А назовем *региональным климатом*, масштаба Б – *местным климатом* и масштаба В – *микроклиматом*. Разумеется, проведенная масштабная ранжировка климатов отражает общий принципиальный подход их возможной дифференциации, и эти границы могут изменять-

ся в зависимости от конкретной территории и степени требуемой детализации описания ее климатов, но порядок указанных линейных размеров остается именно таковым. Поэтому климат равнин Центральной Азии или, например, меньшей территории – только Казахстана, можно назвать региональным климатом, понимая под этим, что он имеет много общих черт, определяемых примерным единством широтной зоны территории, расположением в центре огромного материка Евразии, равномерно всхолмленным характером рельефа. Но сразу же становится очевидным, что, несмотря на это единство, климатические условия Северного Казахстана и его южных областей, а также восточных, западных и центральных областей будут существенно различаться во многих деталях, имея общую черту – значительную континентальность. Поэтому климаты этих территорий с масштабами Б будут местными, обладая большим внутренним единством внутри каждой области.

Таким образом, между местными климатами, региональными климатами и глобальным климатом выстраивается логическая цепочка связи: глобальный климат – это система региональных климатов земного шара, и каждый региональный климат – система входящих в него местных климатов различных областей региона. Поэтому деление климатов на три иерхаические ступени – глобальный, региональный и местный – есть минимально необходимая дифференциация для их практического описания. Судите сами. Например, то, что средняя температура Северного полушария составляет около 14,3 °С, а годовое количество осадков на Земле в целом примерно 1 130 мм в год, мало что говорит о местном климате, скажем, г. Нарына, расположенного во Внутреннем Тянь-Шане, на высоте около 2 000 м, и имеющего широту 41,43° с. ш. и долготу 75,98° в. д. Здесь средняя годовая температура только 2,8 °С, а средние температуры января и июля соответственно 17,1 °С и +17,2 °С. Годовая сумма осадков в 3,7 раза меньше – 303 мм. Гораздо больший контраст глобального климата Земли получим для исключительно сурового регионального климата Антарктиды.

Наконец, в пределах областей с примерно одинаковым местным климатом также имеют место климатические неоднородности, связанные с влиянием чисто местных условий в строении поверхности на погоду и климат приземного слоя воздуха, захватывающие по вертикали несколько десятков – единицы сотен метров. Например, можно рассматривать более детально климатические условия северного (или южного) побережья Иссык-Кульской котловины, климат долины р. Чирчик или, скажем, климат центра г. Алма-Аты и его пригородов, которые будут несколько различны за счет влияния большого города.

Все это микроклиматические условия масштаба В, которые возникают внутри местного климата под возмущающим действием сугубо местных условий. Чем выше неоднородность в строении поверхности, тем больше внутри местного климата «набор» микроклиматов. Особенно это характерно для горных территорий с их очень сложным расчленением рельефа на различно ориентированные и разновысотные хребты, межгорные впадины, долины и подгорные равнины.

Таким образом, надо ясно понимать, что средние климатические условия Земли или глобальный климат есть некоторая «климатическая абстракция», представляемая набором усредненных по ее поверхности характеристик региональных (местных) климатов, которые существенно различны для разных регионов, и что знания только глобальных климатических показателей совершенно недостаточно (хотя они и необходимы) для описаний местных климатов. Рассматривая климат стран Центральной Азии, что будет сделано ниже, надо всегда помнить, что он представлен целым набором местных климатов его отдель-

ных областей, особенно широким в горных районах, где диапазоны колебания высот могут составлять 3–4 км и даже более.

2.2. Современный климат Центральной Азии. Основные характеристики

Имея протяженную (округленно: 50–35° с. ш. и 50–85° в. д.) и орфографически сложную территорию с обширными низменностями и высочайшими горными поднятиями на юге, юго-востоке, Центральная Азия характеризуется многообразием местных климатических условий. Однако все местные климаты имеют общую главную региональную черту – высокую континентальность, характеризующуюся большой амплитудой колебаний температуры воздуха в году и малым количеством осадков с развитием степных ландшафтов на севере, полупустынных и пустынных в центральной и южной частях.

Все местные климаты Центральной Азии можно разделить на три типа: 1. Климаты умеренной зоны (примерно до 41–42° с. ш. на юге). 2. Климаты сухой субтропической зоны (южнее 41–42 с. ш.). 3. Горные климаты Тянь-Шаня, Памиро-Алая, Памира и Копетдага с хорошо выраженной высотно-поясной зональностью: 1) долинно-предгорная зона (0,2–1,2 км); 2) среднегорная зона (1,2–2,2 км); 3) высокогорная зона (2,2–3,5 км); 4) нивальная зона (выше 3,5 км).

Все эти три типа климатов формируются в результате поступающей солнечной радиации, физико-географических условий территории и циркуляции атмосферы.

Циркуляционные факторы климата. Циркуляция атмосферы над Центральной Азией характеризуется преобладанием западно-восточного переноса воздушных масс, когда основная влага, дающая осадки, приносится от Атлантического океана. Кроме западных, потоки могут быть северо-западными, северными, а в ряде случаев – северо-восточными. Эти ситуации соответствуют вторжению холода, который может проникать далеко на юг над открытыми пространствами Туранской низменности, обусловливая низкие и очень низкие зимние температуры. Однако потоки могут иметь также юго-западное и редко – южное направление, приводя к выносу тепла далеко на север и создавая больше контраста в колебаниях температуры.

Летом зона активной и циклонической деятельности смещена к северу от Центральной Азии. Наибольшее влияние на погоду в это время имеет радиационный фактор – большая продолжительность солнечного сияния и высокий уровень приходящей солнечной радиации. Подстилающая поверхность интенсивно прогревается и возникает ясная, жаркая и сухая, часто мглистая, погода. Даже если происходит поступление воздуха из северных широт, то он быстро прогревается. Уровень конденсации лежит высоко, и осадков почти не наблюдается.

Осенью наступает общее сезонное понижение температуры с большими колебаниями ото дня к ночи. В итоге погода в начале осени на большей части территории стоит теплая и обычно устойчивая (особенно на юге). Со второй половины октября (на севере раньше) активизируется циклоническая деятельность. Холодные вторжения еще редки, но зато очень ярко выражены по погоде. В ноябре наступает окончательный переход к зимней циркуляции атмосферы.

Зимой над Центральной Азией располагается зона интенсивной циклонической деятельности. Северная часть территории находится под влиянием сибирского антициклона, что приводит здесь к ясной мо-

розной погоде с низкими и очень низкими температурами. На юге территории погода обычно более мягкая, чередующаяся с прохождением циклонов и выносами тепла с юга.

Весной зона циклонической деятельности начинает смещаться к северу. В марте над севером Казахстана и Сибирью еще зима, тогда как на крайнем юге Центральной Азии наступает короткая и резкая весна. Основная часть территории оказывается в зоне больших контрастов температур с развитием интенсивной циклонической деятельности с чередованием затоков холода с севера и выносов тепла с юга. Затем зона циклонов смещается на север за пределы Центральной Азии, и наступают летние циркуляционные условия.

Радиационные факторы климата. Основными показателями радиационных факторов являются продолжительность солнечного сияния и радиационный баланс подстилающей поверхности (т. е. бюджет, или приход–расход радиационных потоков).

Общая продолжительность солнечного сияния в году составляет от 2 000 ч. на севере до 3 000 ч. на юге территории. Увеличение часов к югу происходит зонально с уменьшением широты места. Лишь на побережье Каспия оно меньше на 200–300 ч. по сравнению с прилегающими районами Каракумов за счет некоторого увеличения облачности. В Центральной Азии редко наблюдаются дни без солнечного сияния. Только на севере территории в году бывает около 60 дней без солнца за счет плотной облачности. В южных районах таких дней всего 25–30.

Наибольшее число дней без солнца и минимальная продолжительность солнечного сияния наблюдается зимой, когда в декабре и январе – самое пасмурное время года – в среднем за месяц отмечается до 70 ч. на севере и примерно вдвое больше на юге – 130–140 ч., что составляет 35–50% от максимально возможной продолжительности солнечного сияния. На севере зимой каждый третий-четвертый день без солнца, а на юге только каждый пятый-шестой.

По мере увеличения высоты солнца от зимы к лету, а также за счет резкого уменьшения облачности продолжительность солнечного сияния резко возрастает, достигая в летние месяцы 300–330 ч. на севере и 380–390 ч. на юге. При этом отношение фактически наблюдающейся продолжительности к максимально возможной, составляет 75% на севере, 65–70% в районах Казахского мелкосопочника и 90–94% на крайнем юге. Таким образом, продолжительность солнечного сияния в южных пустынях Центральной Азии почти достигает своего возможного предела. Суммарная продолжительность солнечного сияния за год в Центральной Азии на 400–600 ч. больше, чем на европейской части Евразии, а по отношению к Кавказу превышение достигает 1 000 ч. Эти различия особенно велики в летний период. В табл. 2.1 приведены сравнительные данные по продолжительности солнечного сияния для трех разноширотных центральноазиатских станций и Рима.

Таблица 2.1

Среднее число часов солнечного сияния (числитель) и отношение наблюдавшегося числа часов к максимально возможному (%, знаменатель)

Станция	Месяцы						Год
	1	3	5	7	9	11	
Тургай	85/51	161/51	309/72	336/76	233/71	101/42	2422/58
Ташкент	114/41	170/50	316/74	395/94	305/89	156/56	2889/67
Термез	144/50	186/56	326/81	390/94	312/93	183/66	3059/72
Рим	114/38	158/42	225/50	378/76	219/59	131/44	2362/52

В горах Центральной Азии продолжительность солнечного сияния может существенно уменьшаться из-за развития облачности, особенно на наветренных склонах, а также экранирования солнца складками местности. Здесь все в значительной мере будет зависеть также от местных условий.

На рис. 1.1 были показаны преобразования падающей солнечной радиации в атмосфере и на земной поверхности со средними цифрами для всей Земли в целом. Та часть радиации, которая после этих преобразований остается на земной поверхности, называется ее радиационным балансом. Именно радиационный баланс, т. е. разность прихода и расхода радиации, идет на нагревание земной поверхности (когда он положительный) или определяет ее охлаждение (когда он отрицательный).

Радиационный баланс R для севера Центральной Азии составляет около 35–40 ккал/см^2×год и около 50 ккал/см^2×год для юга. Это примерно на 10 ккал/см^2×год меньше, чем для соответствующих широт Турции, Кавказа и Крыма. Причина кроется в малом влагосодержании воздуха в районах Центральной Азии (т. е. малом противоизлучении сухой атмосферы) и более высоким альбедо. Радиационный баланс положителен во все месяцы года, кроме слабоотрицательных значений для ноября, декабря и января в северной и центральной зонах территории. Максимальные значения R приходятся на летние месяцы, достигая 8–9 ккал/см^2×мес. как на севере, так и на юге. Зимой и летом различия между югом и севером малы (до 1 ккал/см^2×мес.). Однако в переходные сезоны, когда на севере лежит снег, а на юге его уже нет, эта разница возрастает до 2 ккал/см^2×мес. В горах радиационный баланс сильно зависит от местной защищенности, крутизны и экспозиции склонов, развития облачности и высоты. В целом на одинаковых высотах он больше в горах в теплую половину года, чем на аналогичных высотах в атмосфере над равнинами, а в холодную половину года, наоборот, меньше.

Физико-географическое положение и рельеф (рис 2.1). Наряду с циркуляцией атмосферы и радиационными факторами в формировании климатов Центральной Азии велика роль ее физико-географического положения в центре самого крупного материка – Евразии и строения поверхности – наличие обширных равнинных территорий и гор на юге. По мере движения воздушных масс от Атлантического океана они обезвоживаются, приходят на ее территорию сухими, почти не давая осадков летом. Сухость и большой летний прогрев территории, ее открытость для вторжений холода с севера зимой обуславливают резко выраженную континентальность климатов. Одновременно в горных районах имеет место хорошо выраженная высотно-поясная зональность, когда климатические условия закономерно меняются с высотой места. В отдельных локальных районах горные хребты являются надежной защитой от холодных вторжений (например, Ферганская долина, южные склоны Гиссарского хребта и др.). Все это создает большое разнообразие местных горных климатов.

Основные характеристики климата

В качестве основных климатических характеристик Центральной Азии на рис. 2.3 –2.4 (цветная вкладка) приведены карты средних температур воздуха в июле, январе и карта годовых сумм осадков.

Как видно из карты (рис. 2.2), в июне-июле ход изотерм образует сложную картину. Наряду с общей тенденцией для равнинной части территории в ходе изотерм с СЗ на ЮВ, он существенно нарушается в горных районах (юг-восток карты), где значительную роль играет высотный фактор. Изотермы здесь образуют сложные, часто замкнутые области в соответствии с рельефом местности, так как в среднем в

горах температура понижается с высотой на 5–6 °С на каждый километр высоты. На равнине такое изменение температуры соответствует смещению по широте на север на 500–600 км.

Другое нарушение в зональности хода температур связано с влиянием крупных водоемов Каспийского и Аральского морей. На востоке Каспия изотермы идут меридианально, параллельно береговой черте, с повышением температур на 3–5 °С вблизи от моря, и лишь на некотором расстоянии от него, где влияние моря прекращается, они приобретают нормальный ход (близкий к широтному). Вокруг Арала изотермы образуют замкнутую область также с повышением температур на 2–3 °С при удалении от водоема. Мелководный Балхаш мало влияет на летние температуры, и они составляют около 24 °С. Благоприятные и прохладные условия возникают в Иссык-Кульской котловине, где июльские температуры около 16 °С за счет глубоководного озера.

Из карты (рис. 2.2) видно, что средние июльские температуры на севере региона составляют 20–22 °С, в центральной части они увеличиваются до 25 °С, а южнее – до 30–32 °С, где расположены южные пустыни Кызылкум и Каракум. Невысокие платообразные возвышенности (Устюрт и др.) снижают температуру лишь на 1–2 °С.

Максимальные летние температуры достигают очень высоких значений: на севере территории 40–42 °С, в центральной части – 43–45 °С, а на юге – до 48–50 °С. В горах, в зависимости от высоты (см. ниже), они могут быть значительно ниже.

На январской карте (рис. 2.3) изотермы идут более зонально, что говорит о решающем влиянии широты на формирование температуры зимой в равнинной части территории. Однако точно так же хорошо видно выделение горных районов на юге, где главным фактором становится высота места. На восточном побережье Каспия изотермы идут меридианально, но теперь уже воды моря повышают январские температуры прилегающих областей на 6–10 °С. На некотором удалении от побережья изотермы принимают нормальный широтный ход. Арал также отепляет побережье, но примерно в 2 раза меньше – на 3–5 °С, что объясняется его меньшими размерами. Замерзающий Балхаш, как и летом, почти не влияет на январские температуры. В Иссык-Кульской котловине с ее незамерзающим глубоким озером зимой также, как и летом, создаются мягкие условия с январскими температурами около –8 °С на побережье.

На карте (рис. 2.3) видно, что на севере Центральной Азии январские температуры понижаются так же с запада на восток и близки к –12... –14 °С на северо-западе, около –16... –18 °С в центре и на востоке. При движении на юг температуры повышаются до –10 °С (на широтах около 45 с. ш.) и до 0 °С и даже +2 °С на крайнем юге (территории около 37 °с. ш.).

Минимальные температуры достигают очень низких значений: –45... –48 °С на северо-востоке, в предгорьях Алтая и в Казахском мелкосопочнике (центральная часть территории); в южных пустынях – до –25 °С; на побережье Каспия – до –15... –20 °С.

Как уже отмечалось, в горах температура понижается с высотой в среднем на 5–6 °С на 1 км. В качестве примера приведем найденные уравнения (О. А. Подрезов, 2000) для средних годовых $\overline{T}$, абсолютных минимальных T_- и абсолютных максимальных (T_+) температур в зависимости от высоты места для горной системы Тянь-Шаня (z, в км):

$$\overline{T} = -4{,}72z + 13{,}4 \pm 3{,}2, \qquad (2.1)$$

$$T_+ = -6{,}47z + 46{,}6 \pm 2{,}2, \qquad (2.2)$$

$$T_{-} = -2{,}67\ z - 28{,}8 \pm 4{,}1^{1}, \qquad (2.3)$$

где последние слагаемые со знаком ± есть средние квадратические ошибки уравнений, показывающие их точность, а коэффициенты при z – вертикальные градиенты температуры в °С на 1 км высоты.

В табл. 2.2 приведены рассчитанные по этим уравнениям значения температур до высот в 4 км.

Таблица 2.2

Рассчитанные по (2.1)–(2.3) значения $\bar{T}$, T_{+} и T_{-} для Тянь-Шаня

Оценка	Высота, км							
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
$\bar{T}$ по (2.1)	11,1	8,7	6,4	4,0	1,6	–0,7	–3,1	–5,4
T_{+} по (2.2)	43,8	39,9	35,9	32,0	28,1	24,2	20,2	16,3
T_{-} по (2.3)	–	–30,5	–32,8	–34,2	–35,7	–37,0	–38,4	–39,7

Как видно, средние годовые температуры на Тянь-Шане понижаются с высотой от 11 °С в подгорных равнинах (0,5 км) до –5,4 °С в гребневой зоне хребтов (4 км), абсолютные максимумы, соответственно, от 44 до 16 °С, абсолютные минимумы от –31 °С в зоне подножий (1 км) до –40 °С в гребневой зоне (4 км). В днищах котловин (Ак-Сайская, Чатыркульская, Сусамырская и др.) на высотах 2–3 км абсолютные минимумы могут быть еще ниже до –50 и даже –55 °С.

Главной чертой в распределении осадков в Центральной Азии служит их малое годовое количество в равнинной части территории (рис. 2.4), следствием чего являются обширные пустыни Каракум, Кызылкум и другие области песков. При этом, на побережьях Каспийского моря и тем более оз. Балхаш осадки не увеличиваются. Только в горах, на внешних наветренных склонах, где воздушные массы испытывают вынужденный подъем, и вследствие этого охлаждаются, достигая состояния насыщения, происходит орографическое увеличение осадков в 3–5 раз и более по сравнению с окружающими пустынями. Однако, отдав влагу наветренным склонам, во внутренние горные области воздушные массы приходят уже иссушенными, и здесь суммы осадков могут быть почти так же малы, как в зоне подножий внешних склонов.

Так (рис. 2.4), на равнинах севера Центральной Азии осадков выпадает 200–350 мм в год. Это – ландшафты сухих степей. При движении на юг осадки уменьшаются до 100 и даже 75 мм, что соответствует пустыням умеренного и субтропического пояса. На побережьях Каспия, Арала и Балхаша осадков выпадает до 100 мм, т. е. столько же, как и в окружающих их пустынях. Даже в замкнутой Иссык-Кульской котловине в западной части осадков только 125 мм, правда, они увеличиваются к востоку за счет влияния озера и достигают в крайней восточной части котловины 400–450 мм на расстоянии всего около 200 км.

Только в зоне подножий гор осадки начинают увеличиваться до 300–400 мм и существенно растут на внешних наветренных склонах. При этом на высоких хребтах широтной ориентации (касательных к потокам) к высоте 3,5–4 км они могут увеличиваться до 600–800 мм в год, а на меридианальных и субмеридианальных хребтах (перпендикулярных к потокам) – до 1 500 и даже 2 000 мм (Ферганский, Пскемский, Чаткальский и др.). Во внутренних горных областях (Внутренний Тянь-Шань, Центральный Памир), несмотря на их большие высоты, осадков выпадает много меньше – до 300–400 мм даже на высотах 3–4 км.

[1] Этим уравнением можно пользоваться только для склонов хребтов, исключая подгорные равнины и днища котловины.

К сожалению, уравнений, описывающих изменение осадков с высотой (наподобие (2.1)–(2.3)), построить в целом для территории горных областей нельзя ввиду сильной зависимости осадков от местных условий. Здесь возможно построение высотных зависимостей только по ограниченным зонам, например, для бассейнов отдельных рек или для склонов хребтов.

Все сказанное не только дает общие представления об условиях формирования и особенностях местных климатов Центральной Азии, но показывает их большое разнообразие в соответствии с местными условиями различных частей региона, приходящей солнечной радиацией и циркуляцией атмосферы.

2.3. Наблюдаемые изменения регионального климата Центральной Азии

Систематические наблюдения за климатом на территории Центральной Азии начались с конца IX в. на организованных здесь метеостанциях. В горных районах большинство станций было открыто позднее, в первой трети XX в. Наиболее густая сеть станций функционировала в 80-х гг. XX в., затем по экономическим причинам их число сократилось на треть, а в горных районах примерно в три раза.

Инструментальные наблюдения метеостанций за 100-летний (или близкий к нему) период наблюдений дают наиболее надежные фактические данные для анализа наблюдаемых в XX в. изменений климата. Рассмотрим основные закономерности этих изменений по результатам Национальных сообщений стран Центральной Азии, выполненных на настоящий период в ответ на их обязательства по Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

Казахстан. По данным 13 метеостанций с периодом наблюдений около 100 лет, расположенных в различных районах, получено, что рост средней годовой температуры за 1884–1994 гг. в целом по территории составил 1,3 °С, а годовая сумма осадков уменьшилась на 17 мм. По сезонам эти изменения выглядели так:

Параметр	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Т, °С	1,8	1,9	0,8	0,7	1,3
Осадки, мм	–7	3	1	1	–17

Как видно, потепление зимой и весной было более высоким (1,8 и 1,9 °С), чем летом и осенью (0,8 и 0,7 °С). Сравнение средних температур за 30-летия 1931–1960 гг. и 1961–1990 гг. показало, что последний период был более теплым, особенно зимой–весной в северной части территории. Наиболее высокие температуры в последние годы наблюдались в 1995 и 1997 г., однако они не превысили экстремального значения, отмеченного в 1983 г. В целом по территории в 1961–1990 гг. осадки практически не изменились по сравнению с предшествующим 30-летием. Однако сочетание повышения температуры на 1,3 °С и уменьшения осадков на 17мм в XX в. свидетельствует о повышении засушливости на основной части территории.

На рис. 2.5 показаны графики временного хода средних годовых температур и годовых сумм осадков за 1894–1997 гг., осредненных по территории. Прямые линии на графиках – рассчитанные линейные тренды, т. е. основные временные тенденции изменения этих характеристик. Отчетливо видна сильная междугодовая изменчивость температур и осадков, на фоне которой все же отчетливо прояв-

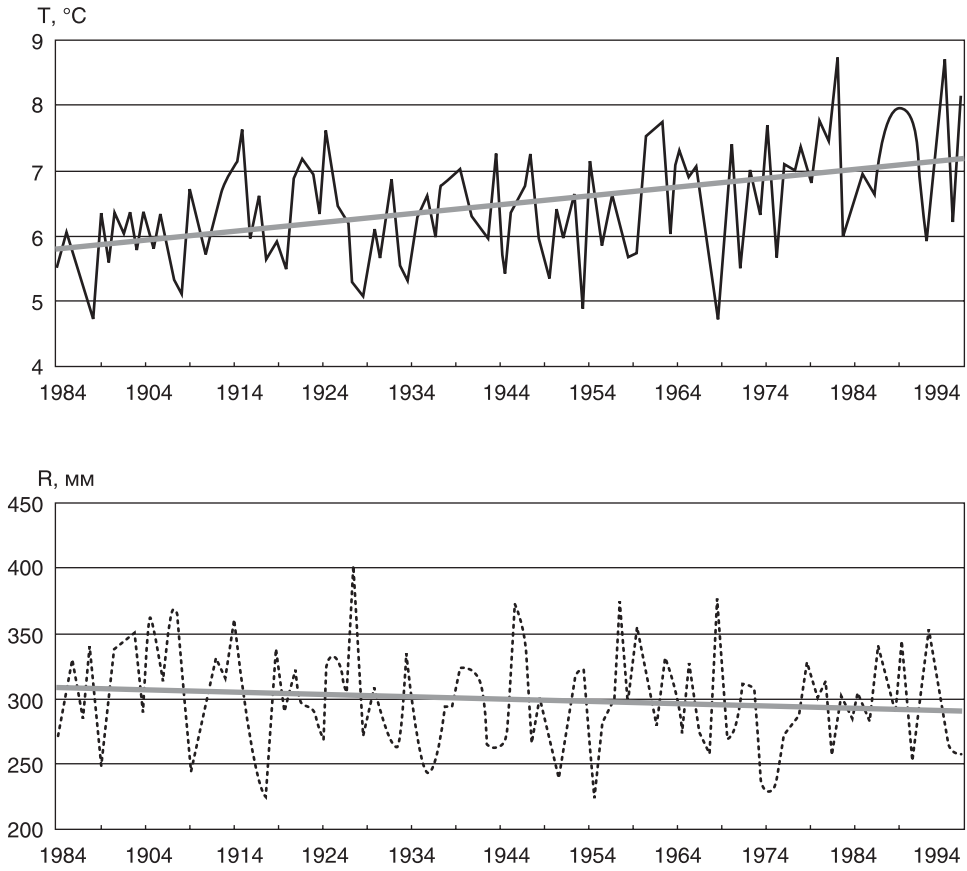


Рис. 2.5. Временной ход и линейный тренд средней годовой температуры приземного воздуха (T) и годовой суммы атмосферных осадков (R), осредненных по территории Казахстана за 1894–1997 гг.

ляется рост температуры (за почти столетие) на 1,3 °C и уменьшение осадков примерно на 5% (с 305 до 288 мм).

Однако, следует отметить, что по отдельным станциям как в году, так и особенно в различные сезоны, знаки изменений и температур, и осадков не были одинаковыми, т. е. потепление не было однородным.

Узбекистан. Для анализа динамики климата Узбекистана в XX столетии была использована база по 40 опорным метеостанциям. По их усредненным данным установлен положительный тренд температуры, которая с 1930-х гг. повышалась колебательным образом. На рис. 2.6 показан временной ход с 1930 по 1995 г. среднегодовых температур по территории в целом (голубая, сильно колеблющаяся линия), а также более сглаженная кривая скользящих десятилетних средних (жирная линия). Для сравнения ниже показаны аналогичные кривые для аномалий (красная линия) глобальной температуры Северного полушария и ее сглаженная десятилетняя средняя (жирная линия). Наглядно видно, что имеет место сходство в сглаженном ходе температуры по Узбекистану и глобальной температуры.

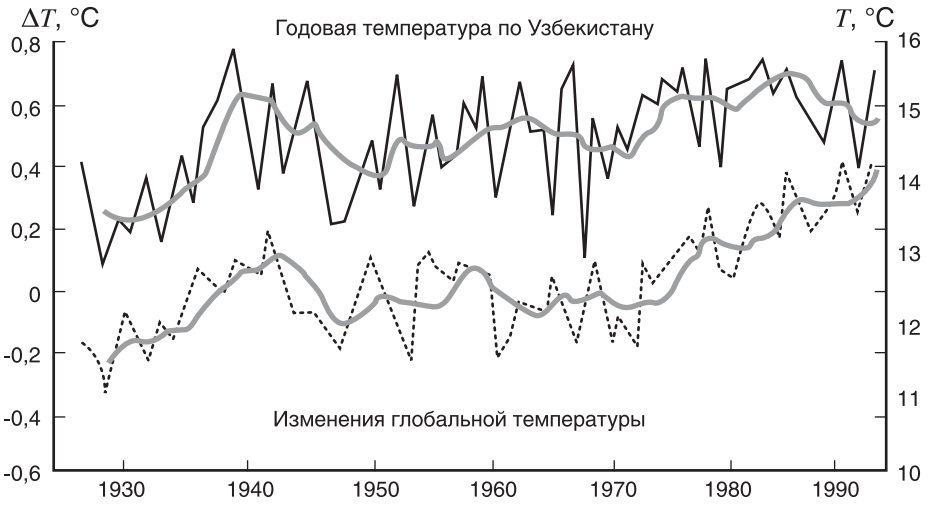


Рис. 2.6. Изменения средней годовой температуры воздуха по Узбекистану, изменение глобальной температуры северного полушария и их 10-летние скользящие средние (жирные линии).

Хорошо выделяется потепление в первой половине века, с пиком приходящимся на 1940-е годы, дальнейшее некоторое снижение температуры и новый рост с 1975 года. Таким образом, на фоне общего роста, характерного для северного полушария и Узбекистана в XX веке, наблюдаются сложные колебания с различными периодами: две циркуляционные эпохи 1931–60 и 1961–90 гг. с различными преобладающими типами циркуляции, отдельные десятилетия и иные временные периоды.

Положительные линейные тренды средних температур по территории для года, теплового и холодных периодов отчетливо видны на рис. 2.7, где они показаны прямыми линиями, трендовые величины потеплений, рассчитанные за 100 лет XX века, оказываются в пределах 0,5–1 °С.

На рис. 2.8 показаны 10-летние скользящие средние годовых сумм осадков по равнинной и горной части, а на рис. 2.9 – гистограмма временного хода годовых сумм территории Узбекистана. Наглядно видно, что на равнинной части территории наиболее засушливым был период 1941–1950 гг., когда осадки немногим превышали здесь 100 мм, и засушливыми были как теплое, так и холодное полугодие. После этого начался их рост с максимумом около 140 мм в 1980-е гг. Наиболее сухим был 1944 г. (рис. 2.9), когда наблюдался дефицит осадков в 40–70% от нормы по всей территории Узбекистана. Примерно такая же картина наблюдалась в 1971 г. Самым влажным был 1969 г. (рис. 2.9), когда почти на всех станциях выпало больше нормы (за исключением северо-западной части).

Кривая хода осадков для горной части территории (рис. 2.8) по 10-летним скользящим средним имеет вид обратной для равнинной части: осадки были наибольшими в 10-летие 1950–1960 гг., а затем стали уменьшаться. При этом их годовая сумма в 3–4 раза выше, чем на равнинной части, а сами колебания происходили в пределах 400–460 мм.

Кыргызстан. Всю территорию Кыргызстана можно отнести к горной, так как. диапазон ее высотных отметок лежит в пределах 400–7 439 м, при этом до 1 000м расположено 5,9% территории, от 1 000 до 2 000 м – 22,4%, от 2 000 до 3 000 м – 30,9% и свыше 3 000 м – 40,8%.

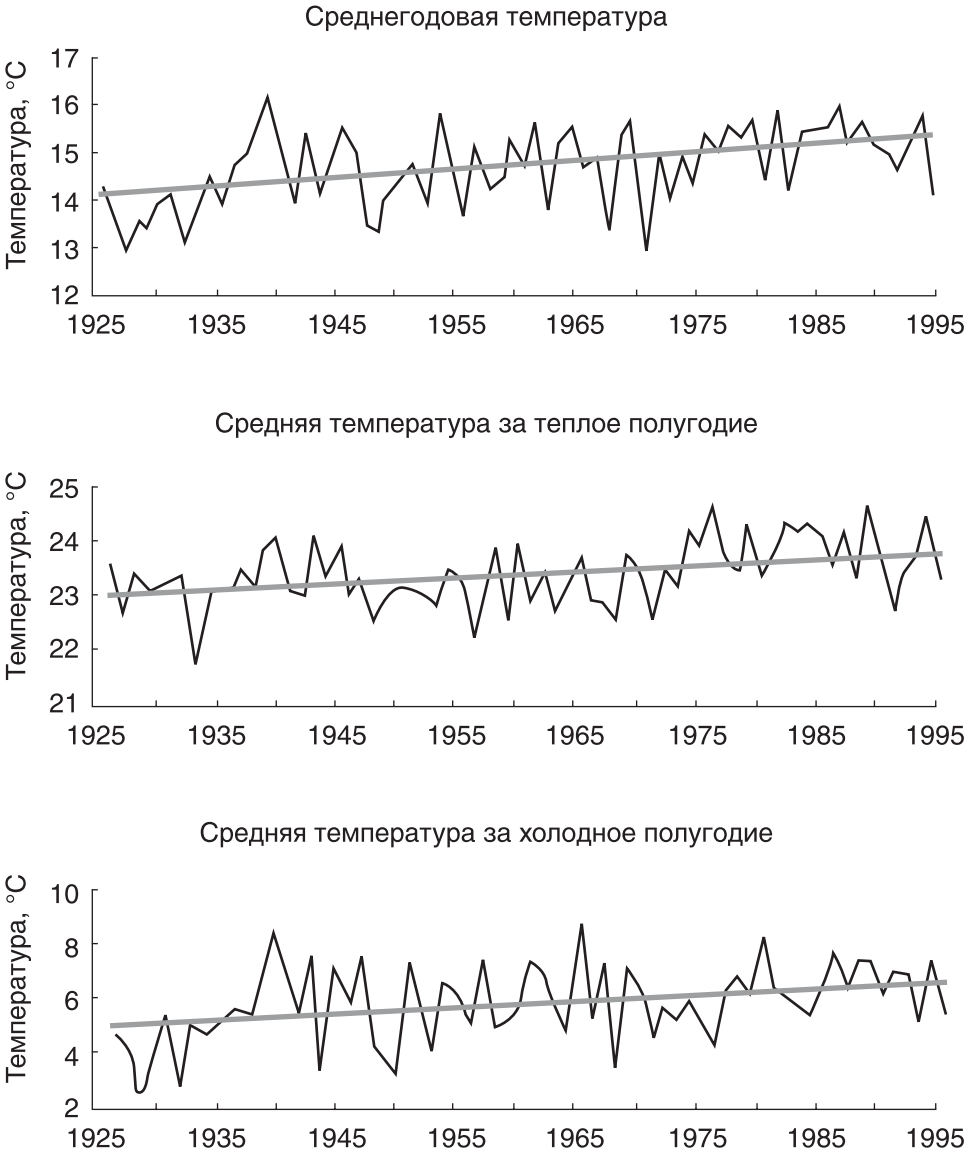


Рис. 2.7. Временной ход средних температур воздуха по Узбекистану и выделенные линейные тренды.

На территории Кыргызстана четко выделяются следующие различные климатические области:

1. Северный, северо-западный Кыргызстан (ССЗК);
2. Юго-западный Кыргызстан (ЮЗК);
3. Иссык-Кульская котловина (ИКК);
4. Внутренний Тянь-Шань (ВТШ).

Рис. 2.8. Десятилетние скользящие средние годовые суммы осадков по равнинной и горной территории Узбекистана.

Были рассчитаны линейные тренды средних месячных и годовых температур воздуха и сумм осадков по 9 длиннорядным (70–120 лет) метеостанциям (МС), расположенным в этих областях в диапазоне высот 760–3 640 м. Эти данные, характеризующие в целом фактическое изменение температуры воздуха и осадков в XX в., приведены в табл. 2.3 и на рис. 2.11.

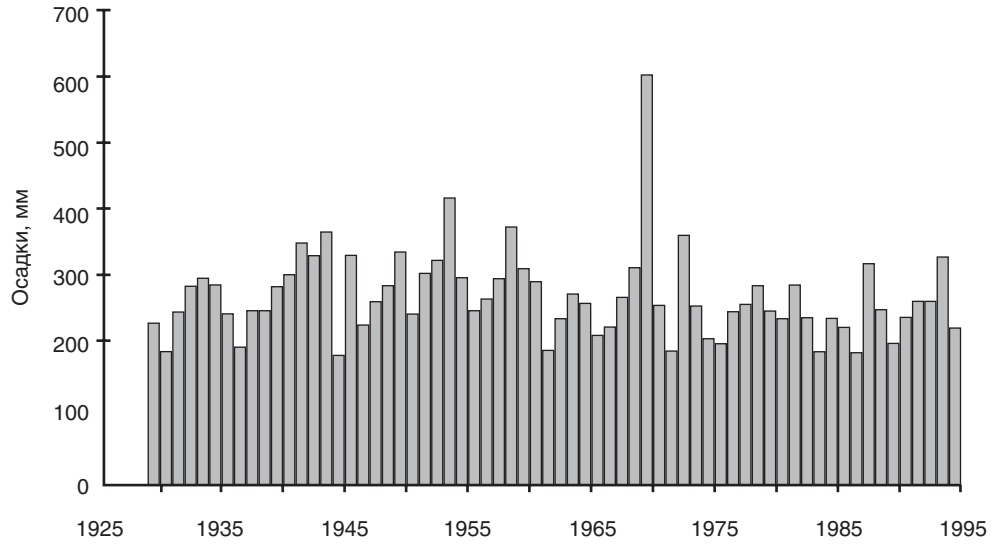


Рис. 2.9. Гистограмма временного хода годовых сумм осадков по Узбекистану.

Таблица 2.3

Значения линейных трендов температуры (β_T, °С/10 лет) и осадков (β_T, мм/10 лет) в XX в.

Область	Метеостанция	Z, км	β_T°С/10 лет			β_r мм/10 лет		
			год	янв.	июль	год	янв.	июль
ССЗК	Бишкек	0,76	0,20	0,22	0,10	9,3	1,3	–1,1
	Байтик	1,57	0,08	0,17	0,05	3,1	1,2	0,4
ЮЗК	Пача-Ата	1,54	0,06	0,29	–0,01	23,9	1,6	3,6
	Сары-Таш	3,16	0,24	0,37	0,17	6,1	1,0	–0,5
ИКК	Балыкчи	1,66	0,23	0,21	0,29	0,5	0	–0,1
	Чолпон-Ата	1,64	0,24	0,36	0,15	5,9	0	0,1
ВТШ	Нарын	2,04	0,12	0,52	0,05	1,1	–4,8	–0,1
	Суусамыр	2,06	0,12	0,05	0,19	–16,7	–0,6	–1,4
	Тянь-Шань	3,63	0,12	0,11	0,12	–12,6	–0,2	–4,4
Кыргызстан			0,16	0,26	0,12	2,3	–0,1	–0,4

Как видно, в среднем для всей территории Кыргызстана средняя годовая температура в XX в. в пересчете на 100 лет возросла на 1,6 °С, что значительно выше глобального потепления 0,6 °С. Наибольшее потепление наблюдалось зимой (2,6 °С), а наименьшее летом (1,2 °С). При этом как по отдельным климатическим областям, так и по станциям внутри областей, т. е. высотным зонам, оно было существенно не одинаковым. В ССЗК диапазон потепления для года за 100 лет составил 0,8–2 °С, ЮЗК – 0,6–2,4 °С, в ИКК потепление было около 2,4 °С, во ВТШ – 1,2 °С (одинаковое по трем станциям). На большинстве станций зимой потепление оказалось более значительным, чем летом. Причем для Нарына (2,04 км, ВТШ) в январе оно достигало 5,2 °С за 100 лет. Тренды значений годовой температуры для семи из девяти станций статистически значимы на уровне доверительной вероятности 0,99, что говорит о том, что повышение температуры вышло за рамки случайных колебаний.

Что касается осадков, то в целом по территории Кыргызстана в XX в. их количество в году увеличилось незначительно – на 23 мм, или на 6%. В трех климатических областях в пересчете на 100 лет годовые суммы осадков возросли: ССЗК на 31–93 мм (6–22% от нормы), ЮЗК – 61–239 мм (16–32%), ИКК – 5–60 мм (до 22%). Во Внутреннем Тянь-Шане, занимающем значительную часть территории Кыргызстана, они либо практически остались неизменными (МС Нарын, рост 11 мм/100 лет), либо значительно уменьшились – на 126–167 мм за 100 лет, что составляет 41–47% от нормы (МС Суусамыр, Тянь-Шань). Примерно для половины числа станций годовые β_r являются статистически значимыми на уровне доверительной вероятности 0,99.

Таким образом, для орографически сложной горной территории Кыргызстана, по данным инструментальных наблюдений, отмечено значительно более высокое, чем глобальное для Земли, повышение средней годовой температуры в XX в. – на 1,6 °С с изменениями роста по территории в диапазоне 0,6–2,4 °С. Годовые суммы осадков в среднем по территории почти не изменились (увеличение на 23 мм, или 6%). Однако имеет место четкая тенденция их увеличения от 1–2 до 20–30% во всех климатических областях Кыргызстана, кроме Внутреннего Тянь-Шаня. Здесь в высокогорной зоне осадки местами значительно уменьшились, на 41–47%, что существенно повысило аридность этой территории.

Примерно аналогичные изменения климатических условий в XX в. наблюдались также на территории Таджикистана и Туркменистана.

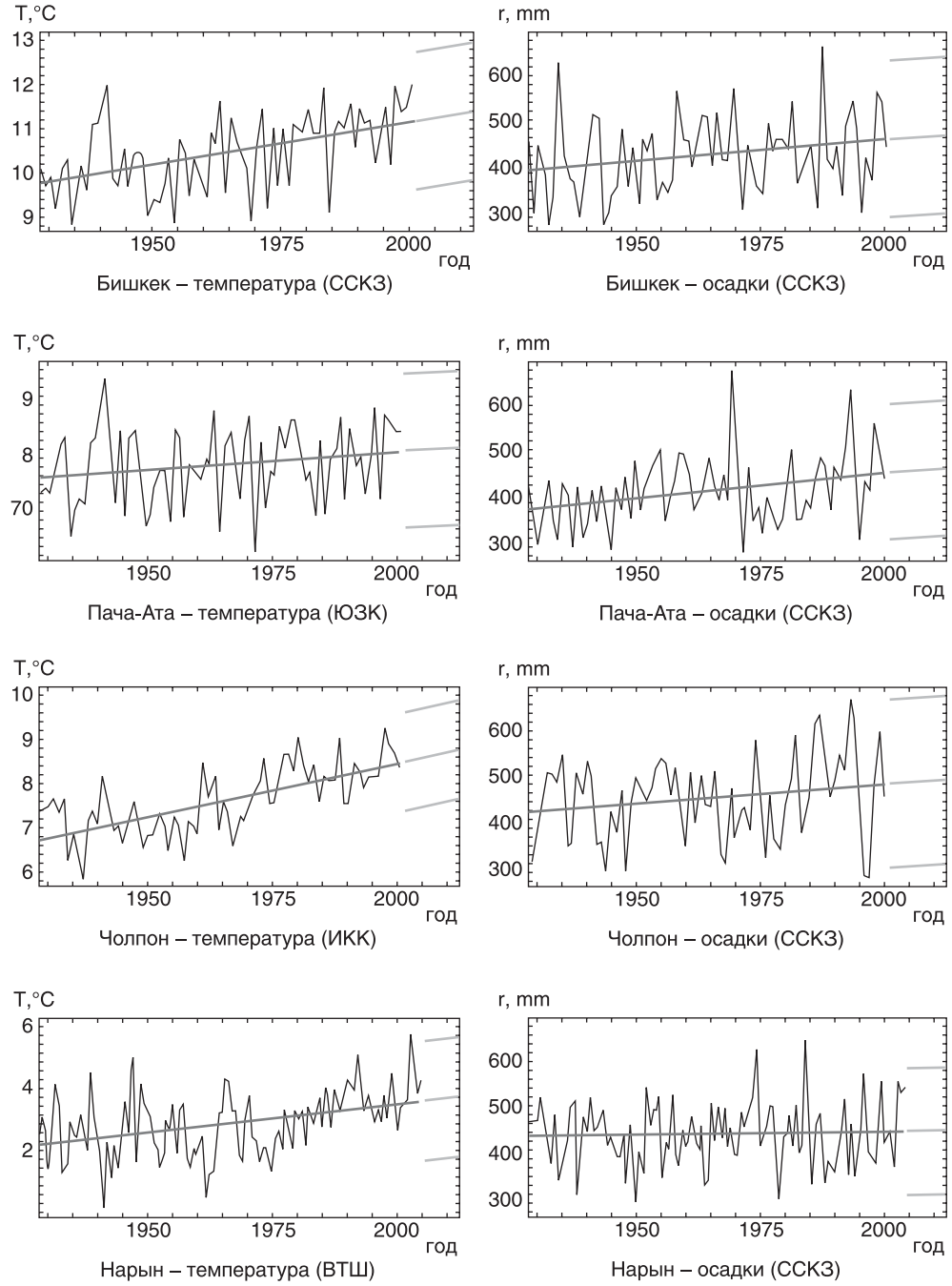


Рис. 2.11. Изменение средних годовых температур воздуха и сумм осадков по метеостанциям за период инструментальных наблюдений в XX в.
Ломаная кривая – фактические колебания температуры и осадков, сплошная линия – рассчитанный линейный тренд, линии после 2000 г. – экстраполяция тренда до 2010 г. и границы доверительного интервала колебаний (с вероятностью P = 0,90).

Таким образом, в целом можно сделать вывод, что наблюдавшиеся в XX в. глобальные колебания климата, характеризующиеся в главном двумя периодами потепления (до 1940-х гг. и с 1976 г.) имеют аналогичный отклик и в региональном климате стран Центральной Азии. При этом местные климатические условия, особенно в горных районах, колебались в более широких пределах по температуре, когда ее рост в пересчете на 100 лет по отдельным районам достигал 2,5 °С, т. е. гораздо больше, чем для Земли в целом. Осадки в среднем по территории могли почти не изменяться, но в отдельных районах наблюдался как их рост от 1–2 до 20–30%, так и еще большее уменьшение, до 40–45%. Все это говорит о неоднородности местных откликов на глобальные и даже региональные изменения климата и обязательной практической необходимости оценок местных изменений климата.

2.4. Сценарии выбросов парниковых газов, характеристики глобальных климатических моделей и возможности их регионального использования

Сценарии выбросов по своему назначению представляют исходную информацию для оценки климатических и экологических исследований антропогенных выбросов парниковых газов в атмосферу. Специальный доклад МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ) – «Сценарии выбросов. Резюме для лиц, определяющих политику» был подготовлен в 2000 г. Представленные 40 сценариев охватывают период до конца XXI в. и отражают возможные пути развития мировой экономики, технологий и народонаселения с последующим интегрированным представлением этих исходных фактов собственно в выбросы парниковых газов. Весьма маловероятно, что какой-либо из сценариев совпадет с будущей реальностью, но их широкий набор предполагает видение возможных границ картины в целом.

По сюжетной линии A1 (9 сценариев) предполагается самое быстрое экологическое развитие мира, с пиком народонаселения в середине XXI в. (8,7 млрд.) и последующим его спадом (до 7 млрд.) за счет низкой рождаемости и низкой смертности одновременно, с быстрым внедрением новых эффективных технологий, сближением разных регионов по развитию.

В сюжетной сценарной семье A2 (14 сценариев) предполагается большая неоднородность будущего мира с постоянным ростом народонаселения до 15 млрд. к 2100 г., сохранением самобытности разных регионов, т. е. региональной направленностью развития с медленными и фрагментарными технологическими изменениями.

Сюжетная линия B1 (9 сценариев) предполагает развитие мировой экономики и народонаселения, как и A1, но только с быстрым изменением экономических структур – внедрением чистых и энергосберегающих технологий, решением глобальных проблем экономической, социальной и экологической устойчивости.

Сюжетная линия и сценарная семья B2 (8 сценариев) соответствует миру с постоянным ростом населения до 10,4 млрд. к 2100 г. при темпах более низких, чем в A2, где главное внимание уделяется решению региональных, а не глобальных проблем.

В результате итоговые 40 сценариев в своей совокупности охватывают *весь существующий диапазон неопределенностей* в отношении будущих выбросов парниковых газов. Причем 13 из этих 40 сценариев рассматривают вариации, связанные с энергетическими технологиями. В СДСВ приводятся обобщенные количественные данные по описанию сценарных групп и диапазонов показателей входящих в них сценариев.

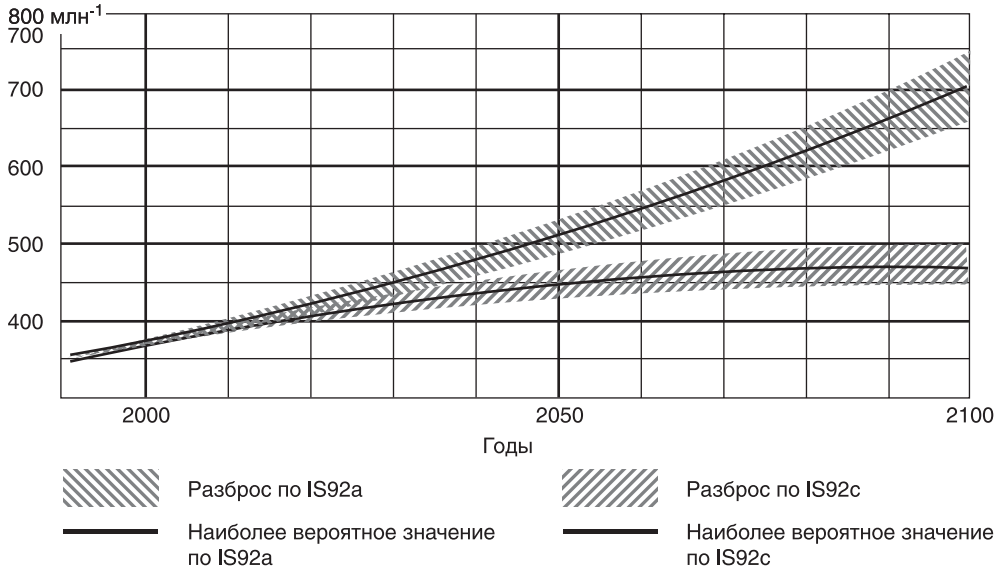


Рис. 2.12. Изменение концентрации углекислого газа CO_2 в период с 1990 по 2100 г. для двух сценариев IS92a и IS92c и их возможный разброс.

В сценариях с самым низким развитием валовой продукт мира увеличится к 2100 г. в 10 раз, а самым высоким – в 26 раз. В большинстве сценариев зона лесов уменьшится в течение нескольких первых десятилетий, но затем начнет возрастать и превысит к 2100 г. зону, существующую на 1990 г.

Согласно СДСВ и другим руководствам МГЭИК, при анализе будущего климата рекомендуется использовать ряд сценариев, чтобы полнее охарактеризовать диапазон его возможных состояний. При этом «не существует какого-либо единого, наиболее вероятного центрального или наиболее приемлемого сценария».

Исходя из этих положений, целесообразно использовать два сценария, имеющих индексы IS92a и IS92c и характеризующие соответственно:

- средневысокие выбросы (IS92a);
- низкие выбросы (IS92c).

Динамика выбросов CO_2 по обоим сценариям показана на рис. 2.12. Из этих данных следует, что в 1990 г. оба сценария «стартуют» с уровня выбросов 354 млн.$^{-1}$ (базовый период). Затем по IS92a (сценарий высоких выбросов) они увеличиваются со средней скоростью 3,2 млн.$^{-1}$ в год, или около 1% в год, достигая в 2050 г. уровня 510 млн.$^{-1}$, а в 2100 г. –705 млн.$^{-1}$. Этим цифрам соответствует верхняя жирная линия на рис. 2.12. Косой штриховкой показан возможный диапазон неопределенностей, принятый для этого сценария.

Сценарии IS92c (низкий уровень выбросов) дает сначала медленный рост выбросов до уровня около 450 млн.$^{-1}$ в 2050 г., а затем почти их постоянство, так что к 2100 г. они не превосходят 470 млн$^{-1}$, т. е. средняя скорость роста за весь период в целом составляет 1,1 млн.$^{-1}$ в год.

Сравнения кривых рис. 2.12 с полученными по данным измерений на Иссык-Куле показывают, что региональные результаты достаточно хорошо соответствуют глобальным сценариям выбросов.

Таким образом, два сценария выбросов IS92a и IS92c позволяют в свою очередь разработать широкий диапазон сценариев регионального климата, достаточно полно представляющий его возможные состояния в XXI в. в Центральной Азии.

Наиболее перспективным научным подходом к описанию будущих климатов Земли является математическое моделирование процессов в климатической системе (атмосфера, океан, поверхность суши и биосфера), которая является очень сложной динамической системой. К настоящему времени разработано около двух десятков глобальных климатических моделей ГКМ, построенных на принципе интегрирования системы полных дифференциальных уравнений, описывающих физическое состояние климатической системы, что позволяет рассчитывать ее моделированные состояния как для прошлого, так и будущего. Это исключительные по сложности задачи, которые решаются в научных школах мирового уровня с использованием современных суперкомпьютеров.

Все ГКМ дают не детерминированный прогноз климата, которому может быть сопоставлена определенная вероятность его осуществления (как, например, краткосрочному прогнозу погоды), а *сценарии климатических условий* будущего, т. е. возможные правдоподобные климатические ситуации, которые могут возникнуть при реализации определенных сценариев развития мировой экономики, технологий и народонаселения. Интегральным результатом такового развития являются сценарии антропогенных выбросов парниковых газов. Из этого следует, что основной задачей разработки ГКМ и описания с их помощью возможных будущих климатических условий является *не прогноз климата*, а определение *набора климатических сценариев*, возможных в будущем. При этом *ни один из сценариев, а следовательно, ни одна из ГКМ, не является предпочтительной*. Главная цель – получить диапазон возможных климатических изменений при различных сценариях антропогенных выбросов.

Другая проблема состоит в ограниченной разрешающей способности ГКМ воспроизводить климатические условия, т. е. в возможности региональной детализации климатов. Современные ГКМ, используемые в расчетах климата, включают в качестве интерактивных компонентов (взаимодействующих друг с другом) модели океана, верхних слоев почвы, криосферы и биосферы. Пространственное разрешение этих моделей по горизонтали до 250 км, а по вертикали – до 1 км. Процессы меньшего масштаба учитываются с помощью параметризации, т. е. усредненно через процессы больших масштабов. Таким образом, ГКМ «не замечают» таких деталей ландшафта, как оз. Иссык-Куль, оз. Балхаш, Уральские горы, а Тянь-Шань с Памиром учитываются обобщенно без какого-либо детализированного отражения высот различных областей этих горных стран.

Для расчетов сценариев климата в Центральной Азии использовалось два программных комплекса:

1. Комплекс GRADS, разработанный в 1992–1994 гг. и содержащий в узлах регулярных сеток результаты расчетов базового климата по четырем ГКМ на период 1951–1980 гг. (исходная концентрация 1 x CO_2) и будущего климата на период второй половины 21 века для удвоенной концентрации CO_2 (2 x CO_2)

2. Комплекс Magicc/ ScenGen, разработанный на период 2001 г, позволяющий получать в узлах регулярной сетки по 16 ГКМ с учетом или без учета аэрозолей сульфатного происхождения (образовавшихся за счет выбросов SO_2) выходные данные ГКМ для контрольного климата на период 1961–1990 гг. и выходные данные на период для разных временных сечений XXI в. при разных сценариях выбросов CO_2 из набора, разработанных МГЭИК.

Таблица 2.4

Характеристика использованных ГКМ комплекса GRADS

Модель	Год создания	Разрешение (сетка)	Суточный ход	1 x CO_2 млн.$^{-1}$	Чувствительность к 2xCO_2	
					$\triangle$T, °C	$\triangle$R, %
GISS	1989	7,83 x 10,0°	да	315	4,2	11,0
Gfd3	1989	2,22 x 3,75°	нет	300	4,0	10,0
UK89	1989	2,50 x 3,75°	да	320	3,5	9,9
CCCM	1989	3,75 x 3,75°	да	330	3,5	3,8

Таблица 2.5

Характеристика использованных моделей Magicc&ScenGen

Модель	Год создания	Разрешение (сетка)	Чувствительность к 2 x CO_2		
			$\triangle$T, °C	$\triangle$R, %	$\triangle T_{ок}$, °C
HadCM2	1995–1996	2,5 x 3,75°	3,1	5,01	2,5
UKTR	1991–1992	2,5 x 3,75°	1,8	3,3	2,7
CSIRO-TR	1996	3,2 x 5,6°	3,1	5,92	4,3
ECHAM4	1996	2,8 x 2,8°	3,0	1,97	2,6
UKHI-EQ	1989	2,5 x 3,75°	3,4		
CSIRO2-EQ	1996	3,2 x 5,6°	4,3		
ECHAM3	1995	5,6 x 5,6°	3,2		2,6
UIUC-EQ	1996–1997	4 x 5°	3,38		
ECHAM1	1989	5,6 x 5,6°	1,6	2,9	2,6
CSIRO1-EQ	1991	3,2 x 5,6°	4,8		
CCC-EQ	1989	3,7 x 3,75°	3,5		
GFDL-TR	1991	4,5 x 7,5°	1,7	3,5	3,7
BMRC-EQ	1991	3,2 x 5,6°	2,2		
CGCM1-TR	1992	3,7 x 3,7°	4,9	5,54	3,5
Nkar-DOE	1996	4,5 x 7,5°	2,8	2,31	4,6
CCSR-NIES	1996	5,6 x 5,6°	3,0	2,92	3,5

Краткая характеристика моделей этих комплексов приведена в табл. 2.4 и 2.5. Она заимствована из их технических описаний. Главные различия в структуре выходных данных комплексов, кроме таких индивидуальных свойств ГКМ, как год издания, сетка, учет взаимодействия с океаном, состоят в следующем:

- Комплекс GRADS дает только два возможных решения: 1) контрольный модельный климат исходного базового периода 1951–1980 гг., когда предполагается состояние 1 x CO_2; 2) модельный климат на период удвоения концентрации CO_2 (2 x CO_2), которое, возможно, произойдет в конце или второй половине XXI в.
- Комплекс Magicc/ScenGen предлагает широкий набор возможных решений с учетом задания: 1) исходного базового периода 1961–1990 гг. или иного в пределах до 2000 г.; 2) различных сценариев выбросов CO_2 (в рамках сценариев МГЭИК, 1992 г.); 3) учет или неучет сульфатных аэрозолей.
- Комплекс GRADS позволяет интерполировать выходные данные ГКМ из узлов их регулярных сеток в любые другие точки (например, метеостанции) по заданным координатам, тогда как Magicc/ScenGen выдает результаты расчетов ГКМ для единой сетки 5 x 5.

Как видно из табл. 2.4 и 2.5, модели комплекса GRADS, хотя и, возможно, в несколько иных модификациях, входят в перечень моделей Magic/ScenGen, т. е. в этом смысле последний является расширенным вариантом своего предшественника. Главной общей особенностью всех моделей (табл. 2.4 и 2.5) является ограниченный диапазон их чувствительности к удвоению концентрации CO_2, который соответствует 1,5–4,5 °С и рассматривается МГЭИК как наиболее обоснованный современной совокупностью наших знаний о климатической системе Земли. Тем самым исключается возможность неоправданных выводов, лежащих за пределами разумных представлений о климате, которые могли бы вводить в заблуждение климатически недостаточно подготовленную часть общественности.

В следующем п. 2.5 будут рассмотрены сценарии климатических условий стран Центральной Азии, полученные по моделям обоих комплексов так, как это представлено в отчетах их Национальных сообщений об изменениях климата на период до 2005 г.

2.5. Сценарии будущих климатических условий стран Центральной Азии на середину – конец XXI в.

Как уже неоднократно подчеркивалось, современный уровень мировой науки пока не позволяет прогнозировать климат будущего. Для оценки возможных будущих климатических ситуаций используются *климатические сценарии* – правдоподобные будущие состояния климатической системы, рассчитанные на основе сценариев выбросов парниковых газов с использованием глобальных климатических моделей (ГКМ). По мнению МГЭИК, в целом качество расчетов климата по ГКМ «можно признать если не вполне удовлетворительным, то весьма обнадеживающим, по крайней мере, для субконтинентальных масштабов и более и от ее зонального до внутривекового разрешения». Ни одна из моделей и ни один из климатических сценариев не могут быть признаны лучшими в смысле их более высокой достоверности. Необходимо для любой территории иметь спектр климатических сценариев, описывающих весь диапазон возможных климатических условий будущего.

Ниже приводятся климатические сценарии будущего по странам Центральной Азии, заимствованные из их Национальных сообщений по изменению климата.

Казахстан. Национальное сообщение по изменению климата Республикой Казахстан было подготовлено в 1998 г. с использованием комплекса GRADS для сценария выбросов IS92a (средневысокие выбросы с удвоением концентрации CO_2 в конце XXI в.). Климатические сценарии определялись по пяти моделям (см. табл. 2.4) первого поколения, которые имели несколько более высокую, чем в моделях последующего комплекса Magicc&ScenGen, чувствительность, и следовательно, давали более высокое по-

Таблица 2.6

Изменения средней годовой температуры (ΔT, °C) и годовых сумм осадков (ΔR, %) на территории Казахстана по различным сценариям

Сценарий (модель)	Изменения		Сценарий (модель)	Изменения	
	ΔT, °C	ΔR,%		ΔT, °C	ΔR,%
GISS	4,5	28	CCCM	6,9	2
GFD 3	4,9	24	GFDL–TR	4,9	7
UK 89	6,9	–12			

вышение сценарных температур. В табл. 2.6 приведены полученные по моделям значения потеплений – ΔT, °С на период удвоения концентрации CO_2 и изменения осадков ΔR, % относительно их норм для базового периода 1951–1980 гг. (для комплекса GRADS базовым периодом было 30-летие 1951–1980 гг.).

Как видно, по всем сценариям к концу XXI в. ожидается значительный рост средней годовой приземной температуры воздуха. Согласно сценариям «максимального потепления» (модели UK89 и CCCM) потепление составит 6,9 °С, а осадки либо уменьшатся на 12%, либо практически не изменятся (рост – 2%). Максимальный рост температуры и снижение осадков предполагается в весенний период.

По сценарию «минимального потепления» (модель GISS) ожидается повышение температуры на меньшую величину (4,5 °С). Однако при этом осадки существенно увеличатся (на 28%). Остальные два сценария дают повышение температуры на 4,9 °С и увеличение осадков на 7 и 24%.

Таким образом, сценарий модели GISS является наиболее «мягким» за счет роста осадков на 28%, а сценарий UK89 – наиболее «засушливым» за счет одновременного самого высокого потепления и заметного снижения осадков. Следуя логике возможного практического использования этих результатов, надо полагать возможным изменение климатических условий в Казахстане в диапазоне от названных «засушливого» до «мягкого» сценариев.

Однако с позиций 2006 г. следует считать, что полученные в табл. 2.6 значения ΔT несколько завышены. Скорее всего, в готовящемся сейчас Втором национальном сообщении по изменению климата Казахстана они будут откорректированы с учетом последних данных о влиянии облачности и аэрозолей.

Узбекистан. В национальном сообщении по изменению климата Республики Узбекистан (1999) приводятся как климатические сценарии по моделям комплекса GRADS, так и составной аналоговый сценарий, сконструированный авторами на выходных данных модельных расчетов и палеогеографических аналогов.

В табл. 2.7 приведены 4 сценария потеплений климата и изменений осадков на равнинной и горной частях территории Узбекистана на период удвоения концентрации CO_2 (т. е. для сценария выбросов IS92a, конец XXI в.). Изменения температуры ΔT, °С и осадков ΔR, % приведены относительно норм базового периода 1951–1980 гг.

Таблица 2.7

Модельные сценарии возможных изменений температуры (ΔT, °С) и осадков (R, %) в отклонениях от базовых норм по равнинной и горной территории.

Территория	Зима		Весна		Лето		Осень		Год	
	ΔT, °С	R, %	ΔT, °С	R, %	ΔT, °С	R, %	ΔT, °С	R, %	ΔT, °С	R, %
CCCM										
Равнина	8,9	108	8,0	88	6,0	75	4,6	133	6,9	100
Горы	6,7	98	7,7	93	6,5	57	5,2	104	6,5	89
UK 89										
Равнина	6,1	100	5,8	65	6,6	150	5,5	67	6,0	90
Горы	4,3	117	5,2	93	6,4	128	5,1	103	5,2	106
GFD 3										
Равнина	3,2	100	5,1	76	5,1	200	4,3	133	4,4	110
Горы	3,1	122	3,1	105	3,7	140	3,7	129	3,4	114
GISS										
Равнина	5,1	131	3,5	141	4,5	192	4,2	83	4,6	140
Горы	5,3	128	4,0	117	4,7	108	4,8	91	4,7	113

Как видно, на равнинной части территории в среднем для года по различным моделям потепление составит от 4,4 °С (модель GFD3) до 6,9 °С (модель CCCM). При этом осадки либо останутся неизменными (CCCM, R = 100%), либо увеличатся до 110% (GFD3). Наиболее «мягкий» сценарий дает модель GISS: $\Delta T = 4{,}6$ °С, R = 140%, т. е. с увеличением осадков на 40%.

Для горной части территории возможный диапазон потепления составит 3,4 (GFD3)–6,5 (CCCM) °С с диапазоном осадков 89 (CCCM)–114 (GFD3)%. При этом наиболее «мягким» сценарием является GFD3: $\Delta T = 3{,}4$ °С, R = 114%, т. е. с увеличением осадков на 14%. Наиболее «засушливым» будет сценарий CCCM: $\Delta T = 6{,}5$ °С, R=89%, т. е. с уменьшением осадков на 11%.

Из табл. 2.7 также можно видеть результат модельных расчетов не только для года в целом, но и по сезонам. Однако годовой ход ΔT и R всеми моделями воспроизводится плохо. Кроме того, как показали специальные расчеты (контрольные прогоны – сравнение фактических данных климата и рассчитанных по моделям на период 1951–1980 гг.), смоделированные температуры в основном занижаются, причем некоторыми моделями существенно. Это приводит к тому, что значения модельных потеплений ΔT по табл. 2.7 завышены, что уже отмечалось выше.

Чтобы сделать более правдоподобными региональные сценарии потепления для Узбекистана, авторами Национального сообщения были разработаны составные аналоговые сценарии. Результаты расчета ΔT, °С для такого сценария на период 2015–2030 гг. относительно норм базового 30-летия 1961–1960 гг. показаны на рис. 2.13. Как видно, возможные значения потепления в году существенно зависят от территории: северо-западные (приаральские) области характеризуются возможным наибольшим потеплением ($\Delta T = 2$–$2{,}5$ °С), центральная часть территории имеет потепление $\Delta T = 1{,}5$–2 °С и юго-восточная часть – наименьшее ($\Delta T = 1$–$1{,}5$ °С).

Аналогичный сценарий был разработан и для осадков. Из него следует, что осадки по всей рассматриваемой территории не уменьшатся, а останутся в пределах 100–120% от нормы. При этом надо помнить, что на равнинах осадков выпадает очень мало (порядка 100 мм) и их увеличение на 20% ничего не дает, тогда как в горах, где их может быть 500–1 500 мм, прирост на 20% составляет 100–300 мм, т. е. весьма существенен.

Кыргызстан. Кыргызстан подготовил свое Национальное сообщение в 2002 г., и поэтому разработка климатических сценариев в нем проведена на основе более совершенного по сравнению с GRADS программного комплекса Magicc&ScenGen (см. табл. 2.5). В результате было рассчитано 12 сценариев, соответствующих трем ГКМ разной чувствительности, двум вариантам сценариев выбросов парниковых газов (IS92a – средневысокие выбросы с удвоением концентрации CO_2 к 2100 г. и IS92c – среднениизкие выбросы с увеличением концентрации на 35%), а также с учетом (без учета) ослабляющего потепление влияния сульфатных аэрозолей антропогенного происхождения. Кроме того, дополнительно два сценария рассчитаны по предыдущему комплексу GRADS.

В табл. 2.8 и 2.9 приведены полученные по Magicc&ScenGen численные значения 6 сценарных повышений температуры ΔT_a,°С, полученных с учетом влияния аэрозоля, а также изменений отношения осадков Ra по сравнению с базовым периодом 1961–1990 гг. Графики гистограмм сценариев показаны на рис. 2.14 и 2.15. Эти данные позволяют достаточно полно описать возможные будущие климатические условия Кыргызстана.

Таблица 2.8

Сценарии потепления (ΔT_a, °C) для территории Кыргызстана по сезонам и в среднем за год на период 2050 и 2100 г. по трем моделям Magicc&ScenGen для сценариев выбросов IS92a и IS92c с учетом влияния аэрозоля.

Сценарий выбросов	Сезоны 2050 г.					Сезоны 2100 г.				
	З	В	Л	О	Год	З	В	Л	О	Год
Модель HadCM–2										
IS92a	1,5	1,3	1,4	1,5	1,4	3,2	2,6	3,1	3,2	3,0
IS92c	1,5	1,2	1,5	1,5	1,4	2,3	1,7	2,5	2,4	2,2
Модель UKTR										
IS92a	2,2	2,5	1,9	2,0	2,2	4,5	4,8	4,2	4,1	4,4
IS92c	2,0	2,0	1,9	1,9	2,0	2,7	2,7	2,6	2,5	2,7
Модель CSIRO2-EQ										
IS92a	1,6	1,8	0,6	1,2	1,3	3,5	3,6	1,8	2,7	2,9
IS92c	1,6	1,6	0,9	1,3	1,3	2,1	2,1	1,3	1,7	1,8

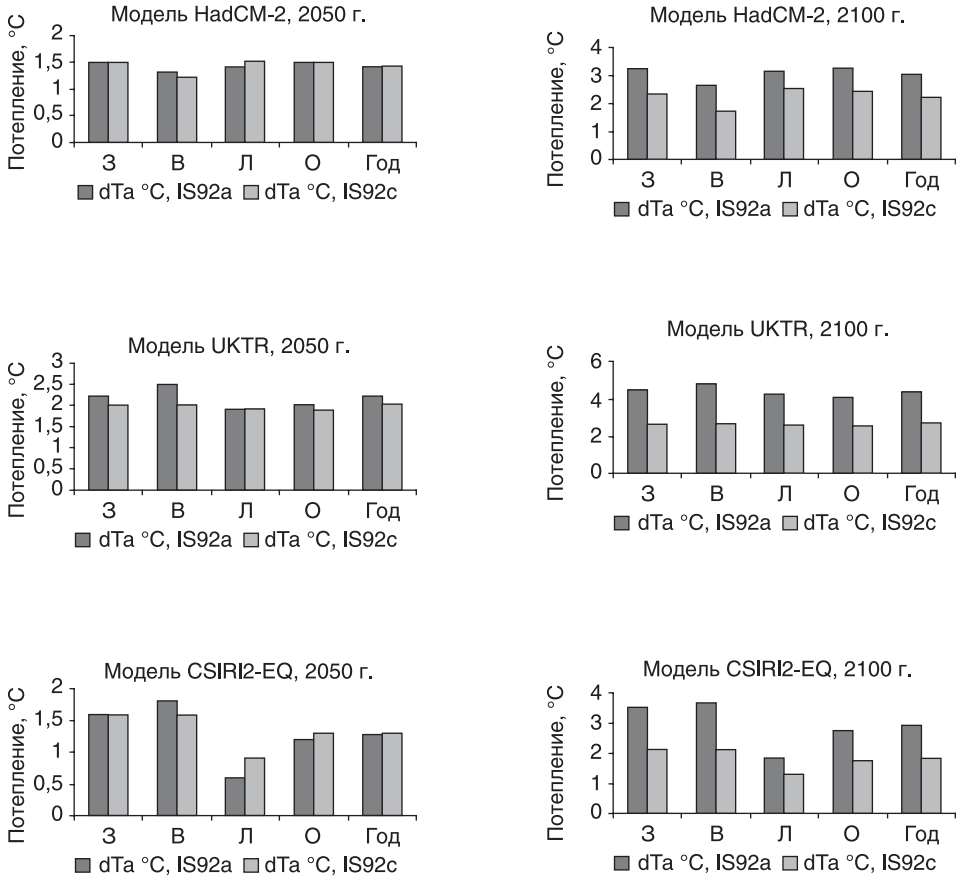


Рис. 2.14. Гистограммы сезонных (З, В, Л, О) и годовых сценариев потепления на период 2050 и 2100 г. по данным табл. 2.8.

Таблица 2.9

Сценарии изменения осадков (Ra, %) для территории Кыргызстана по сезонам и в среднем за год на период 2050 и 2100 г. по трем моделям Magicc&ScenGen для сценариев выбросов IS92a и IS92c с учетом влияния аэрозоля

Сценарий выбросов	Сезоны 2050 г.					Сезоны 2100 г.				
	З	В	Л	О	Год	З	В	Л	О	Год
Модель HadCM–2										
IS92a	126	117	164	141	137	146	122	184	164	154
IS92c	115	109	125	123	118	126	109	106	124	116
Модель UKTR										
IS92a	111	104	143	116	119	124	105	146	117	123
IS92c	108	102	111	104	106	111	102	89	99	100
Модель CSIRO2-EQ										
IS92a	110	106	136	111	116	112	110	136	110	117
IS92c	102	105	107	10	103	102	103	80	93	94

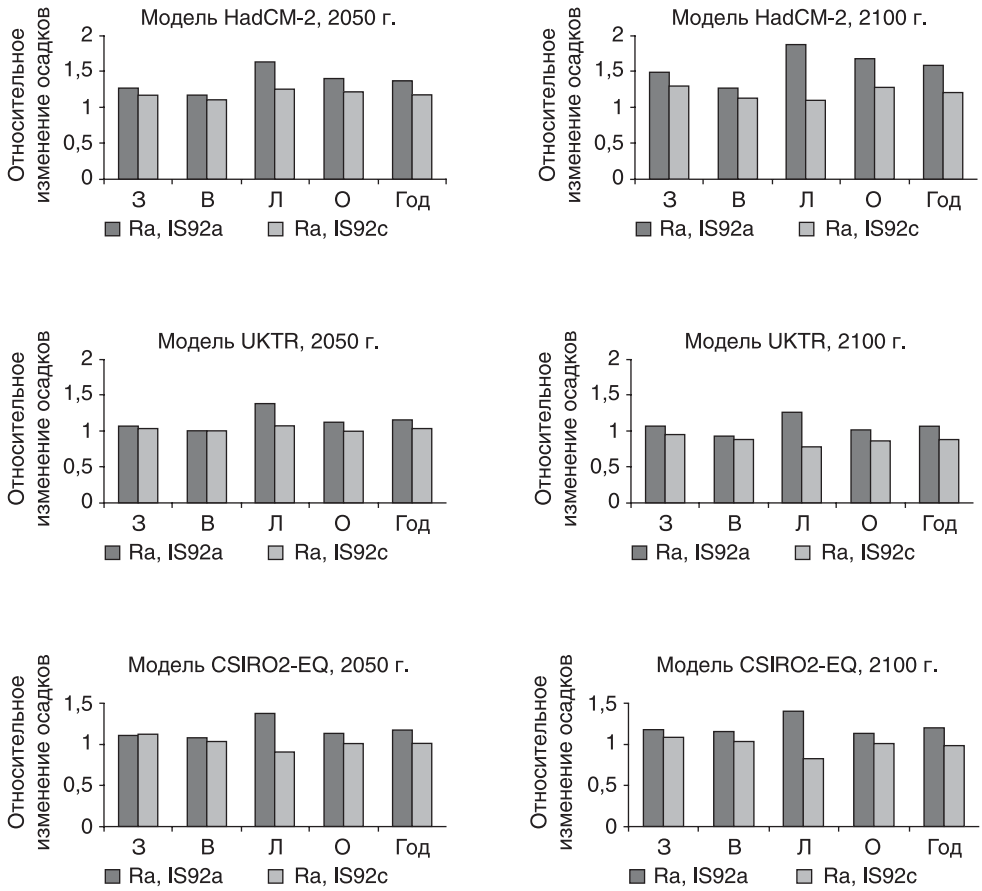


Рис. 2.15. Гистограммы сезонных (З, В, Л, О) и годовых сценариев изменения увлажнения на период 2050 и 2100 г. по данным табл. 2.9.

По модели средней чувствительности HadCM-2 к 2100 г. для сценария средневысоких выбросов IS92a возможно потепление на 3 °С, если учитывать влияние аэрозолей. Без такого учета оно было бы больше на 0,5 °С. Для сценария средненизких выбросов IS92c потепление будет еще меньше – 2,2 °С и почти не будет зависеть от аэрозольных выбросов. Повышения температуры относительно равномерны по сезонам года, хотя по обоим сценариям они несколько меньше весной. Однако не следует ожидать заметно более высоких, чем в другие сезоны, зимних потеплений.

Модель UKTR к 2100 г. дает более высокий уровень потепления: для IS92a в году Та = 4,4 °С, а для IS92c потепления намного меньше – Та = 2,7 °С. Точно так же сезонный ход потепления достаточно ровный, и можно говорить лишь о незначительно более высоких значениях зимней температуры.

Модель CSIRO2-EQ дает результаты практически совпадающие с HadCM-2. Ее отличительной особенностью является заметно более высокие значения зимне-весенней температуры по сравнению с летом (примерно на 1,5 °С для IS92a).

Таким образом, к 2100 г. общий диапазон сценариев потепления равен 1,8–4,4 °С для средней годовой температуры и 1,3–4,8 °С для значений температуры в различные сезоны года.

В табл. 2.9 сценарии изменения осадков Ra удобно интерпретировать как процентное увеличение (уменьшение) количества осадков относительно базового периода 1961–1990 гг., если из приведенных значений Ra вычесть 100%. По модели HadCM-2 при средневысоких выбросах IS92a осадки к 2100 г. существенно возрастут – на 54% в году. При средненизких выбросах IS92c увеличение осадков будет меньше, однако оно остается существенным – на 16%. Характерно, что осадки возрастут во все сезоны в пределах диапазона на 6–84%.

Сценарии увеличения осадков по HadCM-2 наиболее высокие и могут рассматриваться как сценарии наиболее смягчающие потепление в Кыргызстане, основная часть территории которого является аридной.

Модель UKTR дает сценарии более низкого увеличения осадков к 2100 г. Они возрастут в году на 23% при средневысоких выбросах IS92a и останутся неизменными при средненизких выбросах IS92c. При этом для IS92c возможно даже снижение осадков летом до 89% от современных (т. е. на 11% ниже). Диапазон сезонных изменений осадков по этой модели составляет 89%–146%.

Модель CSIRO2-EQ к 2100 г. дает наименьшее изменение осадков в году по сравнению с современными: рост на 17% при IS92a и уменьшение на 6% при IS92c. Сценарии увлажнения по этой модели самые неблагоприятные для возможных условий будущего потепления.

Таким образом, к 2100 г. общий диапазон сценариев увлажнения меняется от уменьшения годовых сумм осадков на 6% до их роста на 54%, а для сезонных – от уменьшения на 20% до роста на 84%.

Полученные климатические сценарии наиболее полно будут учтены в практических приложениях, если их рассматривать как спектр возможных будущих климатических условий, при которых годовое потепление может составить 1,8–4,4 °С, а годовые суммы осадков могут измениться в пределах от небольшого уменьшения (на 6%) до значительного их роста (на 54%). Однако в случае необходимости выбора единственного сценария в качестве предварительной экспертной оценки следует рекомендовать для всей территории Кыргызстана к 2100 г. повышение средней годовой температуры в пределах 2,5–3% и увеличение годовой суммы осадков на 10–15% по сравнению с их нормами для 1961–1990 гг. Это соот-

ветствует зарегистрированным в 1900–2000 гг. изменениям климатических условий и средним сценарным оценкам изменения климата к 2100-м гг. по глобальным моделям.

В дальнейшем необходимо уточнение оценок предстоящих изменений климата Кыргызстана на основе более полного учета местных горных условий его территории.

Сценарии изменения климата для Таджикистана (Национальное сообщение, 2001) разработаны по моделям Magicc&ScenGen и численно аналогичны результатам, полученным для Кыргызстана. Климатические сценарии Туркменистана (Национальное сообщение, 1999) составлены по моделям GRADS и численно аналогичны сценариям, полученным для Казахстана и Узбекистана.

Таким образом, впервые на основе единого научно-методического подхода для стран Центральной Азии была рассмотрена динамика изменений климата за столетие инструментальных наблюдений 1901–2000 гг. и разработаны климатические сценарии на середину – конец XXI в., когда, возможно, произойдет удвоение концентрации CO_2 за счет антропогенных ветров. Полученные по сценариям результаты, несомненно, еще будут уточняться, но они уже могут рассматриваться как первая оценка спектра правдоподобных климатических ситуаций будущего, и именно в качестве спектра следует рассматривать их возможное практическое использование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Первое национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек, 2002. – 97 с.

2. Первое национальное сообщение Республики Казахстан по рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Алматы, 1998. – 73 с.

3. Первое национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Ташкент, 1999. – 112 с.

4. Первое национальное сообщение Туркменской Республики по рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Ашгабад, 1999. – 94 с.

5. Подрезов О. А. Горная метеорология и климатология/Кыргызско-Росийский славянский университет. – Бишкек, 2000. – 270 с.

6. Резюме доклада об изменении климата. Таджикистан. – Душанбе, 2001. – 31 с.

7. Средняя Азия/Под ред. Э. М. Мурзаева. – М.: АН СССР, 1958. – 648 с.

8. Сценарии выбросов. Резюме для лиц, определяющих политику/Специальный доклад рабочей группы III МГЭИК, ВМО/ЮНЕП. – Женева, 2000. – 20 с.

9. Техническое руководство МГЭИК по оценке воздействий изменения климата и адаптации/ ВМО. – Женева, 1995. – 65 с.

10. Челпанова О. М. Климат СССР. Вып. 3. Средняя Азия. – Л.: Гидрометеоиздат, 1963. – 447 с.

11. Чуб В. Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан/Среднеазиатский научно-исследовательский гидрометеорологический институт им. В. А. Бугаева. – Ташкент, 2000. – 252 с.

ЛЕКЦИЯ 3. РАМОЧНАЯ КОНВЕНЦИЯ ООН ОБ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА, КИОТСКИЙ ПРОТОКОЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ БУДУЩЕГО СОГЛАШЕНИЯ ПО КЛИМАТУ

3.1. Рамочная конвенция ООН об изменении климата

3.1.1. История создания Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК)

По мнению большинства ученых, климат нашей планеты значительно меняется. Из 20-ти последних лет XX столетия (1981–2001 гг.) 17 оказались самыми теплыми за всю историю метеорологических наблюдений (начиная с середины XVII в.). Явно обозначившаяся тенденция к потеплению может привести в обозримом будущем к серьезным последствиям для состояния экосистем, отразиться на хозяйственном производстве, уровне Мирового океана, состоянии береговой линии на всем ее протяжении и многом другом. По оценкам экспертов, возможный размер материального ущерба к середине следующего столетия может превысить 1 трлн. долларов, или 10% мирового валового продукта, не говоря уже о колоссальных людских потерях, оцениваемых примерно в 100 млн. человек.

Первенство проблемы изменения климата среди других глобальных экологических проблем обусловлено колоссальными издержками, которые уже оплачиваются человечеством в результате резкого увеличения количества и масштаба разного рода стихийных бедствий (ураганов, наводнений, засух, селей и т. п.). Палеоклиматологические данные свидетельствуют о том, что климат на Земле непрерывно менялся и был как теплее, так и холоднее современного, но сам процесс его изменений шел гораздо медленнее, чем сейчас, когда явно обозначилось нарушение баланса климатической системы. Разумеется, что такая перспектива, представляющая, по сути, угрозу существованию человеческой цивилизации, не могла не вызывать пристального интереса не только ученых, но и всего общества.

Период активных действий мирового сообщества по проблеме глобального изменения климата начался после состоявшейся в 1979 г. в Женеве Первой всемирной конференции по климату, проводившейся Всемирной метеорологической организацией. Она приняла Декларацию, указавшую на возможные негативные изменения климата под воздействием хозяйственной деятельности и на опасные последствия этого, а также учредила Всемирную программу исследования климата. Еще более остро вопрос был поставлен в 1985 г. в Филлахе (Австрия) на Международном совещании по проблеме антропогенного изменения климата. В Заявлении, принятом на Совещании, говорилось, что через несколько десятилетий изменение химического состава воздуха приведет к столь значительному потеплению, какого никогда не было на протяжении последних столетий. Серьезность возможных последствий, вызванных увеличением количества парниковых газов в атмосфере и ожидаемым потеплением климата, привлекла внимание к

этой проблеме климатологов, биологов и экологов, а также различных общественных объединений. Одновременно стало ясно, что проблема очень сложна и для ее исследования и решения необходимы организованные действия всего мирового сообщества, а чтобы получить максимально точные выводы и прогнозы, надо объединить усилия ученых всех стран. Организация Объединенных Наций не могла оставаться в стороне от решения этой глобальной проблемы.

В 1988 г. Генеральной Ассамблеей ООН была учреждена Межправительственная группа экспертов по проблеме изменения климата (МГЭИК) и принята резолюция 43/53 «О защите глобального климата в интересах нынешнего и будущих поколений человечества». Хронологическая таблица основных событий по истории создания РКИК представлена в табл. 3.1.

МГЭИК – орган, работающий под патронажем двух организаций ООН: Программы ООН по охране окружающей среды (ЮНЕП) и Всемирной метеорологической организации (ВМО). Это фактически постоянно действующий форум нескольких тысяч ученых, практически всех, кто с разных сторон занимается данной проблемой, – климатологов, экологов, экономистов, биологов, медиков социологов и др., который носит официальный характер. МГЭИК должна была оценить величину и сроки климатических изменений, выявить вероятные экологические и социально-экономические эффекты и проанализировать возможные стратегии по предотвращению негативных последствий. В то же время МГЭИК не должна заниматься собственными исследованиями, а только обрабатывать и суммировать все имеющиеся и тщательно отрецензированные научные данные и предоставлять правительствам информацию, нужную для принятия политических решений.

В своем Первом оценочном докладе в 1990 г. МГЭИК пришла к выводу, что антропогенная деятельность и связанные с ней выбросы существенно повлияли на рост концентрации парниковых газов и в первую очередь на углекислый газ, что привело к усилению естественного парникового эффекта и потеплению на поверхности Земли.

Если не будет предпринято никаких действий, то средняя глобальная температура в течение всего следующего столетия будет возрастать на 0,3 °С за каждое десятилетие, что приведет к таянию полярных льдов и повышению уровня Мирового океана к 2030 г. на 20 см, а к концу XXI в. – на 65 см. В докладе подчеркивалось, что проблема климатических изменений очень продолжительна по времени. Даже если выбросы не будут возрастать, а просто останутся на существующем уровне, концентрация парниковых газов будет расти еще в течение нескольких столетий. Чтобы остановить этот процесс, необходимо что-то более радикальное, а стабилизация концентрации долгоживущих парниковых газов на современном уровне потребует сокращения их выбросов более чем на 60%.

Правительства разных стран не могли проигнорировать столь сильное предупреждение и поняли, что необходимо создать некий юридически обязательный инструмент для решения проблемы. Однако при первых же попытках разработки совместных активных действий по предотвращению изменений климата выяснилось, что проблема отнюдь не сводится к обычным экологическим вопросам. Дело в том, что затрагиваются базовые экономические и политические интересы различных по уровню своего хозяйственного развития стран. Контроль за выбросами парниковых газов прямо касается энергетики и других ведущих отраслей экономики, экспорта технологий и сырья, развития сельского и лесного хозяйства. Кроме того, CO_2 и метан – не загрязняющие вещества, и их выброс нельзя нормировать по стандартным схемам регулирования загрязнений.

Таблица 3.1

Хронологическая таблица основных событий

1988 г.	ВМО и ЮНЕП учредили МГЭИК. Генеральная Ассамблея ООН впервые приняла решение по проблеме изменения климата
1990 г.	Опубликован Первый оценочный доклад МГЭИК. В нем подчеркивалось, что международные переговоры по подготовке Рамочной конвенции должны быть начаты как можно скорее. Генеральная Ассамблея ООН открыла переговоры по подготовке Рамочной конвенции об изменении климата и учредила для этого специальный Межправительственный переговорный комитет (МПК).
Февраль 1991 г.	Состоялось первое заседание МПК.
9 мая 1992 г.	Рамочная конвенция ООН об изменении климата принята в Нью-Йорке на отложенной пятой сессии МПК.
4 июня 1992 г.	Конвенция была открыта к подписанию Сторонами на Всемирном саммите по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро.
21 марта 1994 г.	Конвенция вступила в силу.
28 декабря 1994 г.	Российская Федерация ратифицировала Конвенцию.
7 апреля 1995 г.	Состоялась первая сессия высшего органа Конвенции – Конференции Сторон. Принят Берлинский мандат о разработке специального протокола, регламентирующего деятельность по смягчению изменения климата.
11–15 декабря 1995 г.	МГЭИК принят Второй оценочный доклад. Его основной вывод – необходимость серьезных политических действий.
19 июля 1996 г.	Принята министерская декларация Второй конференции Сторон РКИК (Россия отказалась подписать эту министерскую декларацию).
11 декабря 1997 г.	На Третьей конференции Сторон РКИК принят Киотский протокол.
16 марта 1998 г.	Киотский протокол открыт к подписанию в штаб-квартире ООН в Нью-Йорке.
14 ноября 1998 г.	В Буэнос-Айресе на Четвертой конференции Сторон принят так называемый буэнос-айресский план действий, содержащий программу работ по разработке деталей осуществления Киотского протокола и осуществлению Конвенции.
11 марта 1999 г.	Российская Федерация подписала Киотский протокол.
25 октября – 5 ноября 1999 г.	Состоялась пятая конференция Сторон РКИК.
15–24 ноября 2000 г.	Состоялась Шестая конференция Сторон РКИК, на которой не удалось согласовать пакет решений по выполнению буэнос-айресского плана действий.
4–6 апреля 2001 г.	МГЭИК принял свой Третий оценочный доклад, основной вывод которого – подтверждение очевидности потепления климата, причем изменения климата более сильные, чем отмечалось во Втором оценочном докладе.
16–27 июля 2001 г.	Проведение второй (отложенной) части Шестой конференции Сторон РКИК, достижение консенсуса по ключевым вопросам переговоров.
29 октября – 9 ноября 2001 г.	Принятие на Седьмой конференции Сторон РКИК документа, названного Марракешскими договоренностями, фактически были приняты (единогласно) подзаконные акты Киотского протокола.
26 августа – 4 сентября 2002 г.	В Йоханнесбурге состоялся Всемирный саммит по устойчивому развитию, на котором подведены итоги действий в области изменения климата со времени Всемирного саммита 2002 г.
23 октября – 1 ноября 2002 г.	В Дели состоялась Восьмая конференция Сторон РКИК.
Май – июнь 2003 г.	Киотский протокол ратифицирован всеми странами ЕС, Японией, Канадой и всеми ведущими развивающимися странами (сейчас 121 страна). Россия в отсутствии США получила право вето на вступление Протокола в силу.
1–12 декабря 2003 г.	В Милане состоялась Девятая конференция Сторон РКИК.
6–17 декабря 2004 г.	Даты проведения Десятой конференции Сторон РКИК.
16 февраля 2005 г.	Вступление в силу Киотского протокола (на май 2006 г. он объединяет 163 страны).
Ноябрь – декабрь 2005 г.	Одиннадцатая конференция Сторон РКИК и Первая конференция Сторон Киотского протокола (Монреаль). Принятие Марракешских соглашений по Киотскому протоколу. Образование рабочих органов Киотского протокола и решение о начале переговоров о его следующем периоде (с 2013 г.).

Развивающиеся страны настаивали на своем праве на экономическое развитие и сопротивлялись идее ограничения или снижения выбросов, что могло негативно повлиять на их экономический рост. Климатические изменения, по их мнению, были вызваны в основном деятельностью развитых стран, которые должны взять на себя ответственность и реализовывать мероприятия на своей территории. Если какие-либо меры следовало предпринять в развивающихся странах, более богатые страны должны были бы также оплачивать их осуществление. Со своей стороны развитые страны приняли на себя основную ответственность и заявили, что готовы предпринять меры по снижению выбросов. Они также согласились с тем, что необходимо поддерживать усилия развивающихся стран, но высказались против создания нового финансового механизма, надеясь, что Глобальный экологический фонд, учрежденный в 1991 г., сможет выполнять эту функцию.

Поэтому было решено сначала заключить рамочное соглашение об основных целях, задачах и принципах совместных действий, а лишь затем начать переговоры о более конкретных обязательствах отдельных стран.

В декабре 1990 г. Генеральная Ассамблея ООН сформировала Межправительственный переговорный комитет (МПК) по проблеме изменения климата. МПК начал свою работу уже в феврале 1991 г., и через 15 месяцев переговоров, 9 мая 1992 г., на Пятой сессии МПК правительствами была принята Рамочная конвенция ООН об изменении климата. В июне 1992 г. на Всемирной конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро ее подписали 154 страны. В настоящее время Сторонами Конвенции являются более 190 стран.

Второй оценочный доклад МГЭИК вышел в 1995 г. и был более подробным. Группа подтвердила основные выводы Первого доклада и заявила, что процесс изменения климата уже идет: с конца XIX в.средняя глобальная температура возросла на 0,5 °С. Во Втором докладе также были определены последствия климатических изменений для окружающей среды: нарушение хрупкого баланса между экосистемами и внутри них, ожидаемое истощение поверхностных и подземных вод, усиливающееся опустынивание и сокращение площадей лесов. Человечество столкнется с проблемой водоснабжения, производства гидроэнергии, затруднения навигации, угрозой здоровью человека в виде новых заболеваний и других негативных последствий экстремальных климатических явлений. В докладе было подчеркнуто, что хотя по-прежнему остаются большие неопределенности и пробелы в знании и понимании процессов климатических изменений и долю ответственности человека определить трудно, ясно, что человеческая деятельность стала новым мощным стрессом для климатической системы.

В докладе также рассматривались варианты реагирования на изменения климата. Они включают сокращение выбросов парниковых газов, изменение подходов к сельскохозяйственному производству, переселение людей на более безопасные территории и т. п. Во Втором оценочном докладе был сделан вывод о необходимости срочного сотрудничества на международном уровне, которое должно быть широким и при этом позволяло бы решать проблему изменения климата без серьезного воздействия на развитие экономики. Таким образом, доклад послужил научной основой созданию Киотского протокола.

В декабре 1997 г. на Третьей конференции Сторон РКИК в Киото был принят Киотский протокол к РКИК, главной особенностью которого являются юридически обязывающие количественные обязательства развитых стран и некоторых стран с переходной экономикой по ограничению и снижению поступления

парниковых газов в атмосферу. На Седьмой конференции Сторон в ноябре 2001 г. в Марракеше были приняты Марракешские договоренности, которые значительно расширили положения Киотского протокола по механизмам, установив принципы, характер и масштаб всех трех механизмов, операционные правила и системы реестров.

Третий оценочный доклад был опубликован в 2001 г. Он позволил углубить понимание научных вопросов изменения климата. На основе исторических данных о климатических изменениях было установлено, что за последние 200 лет концентрация углекислого газа возросла с 280 до 368 частей на миллион, т. е. до 368 молекул углекислого газа на каждый миллион молекул, находящихся в воздухе. Аналогичный рост произошел и у концентраций метана и закиси азота. Была предпринята попытка определить эффекты глобального потепления при различных уровнях концентрации парниковых газов и возможных экономических последствий, рассмотрены вопросы стабилизации концентраций парниковых газов на каком-то определенном уровне и требуемых на это материальных затрат. В докладе была дана оценка будущего роста температуры: в период с 1990 до 2050 г. рост составит от 0,8 до 2,6 °С, а к 2100 г. – от 1,4 до 5,8 °С. Кроме того, в течение XXI в. произойдут изменения в уровне выпадения осадков: ожидается как их увеличение, так и снижение в пределах от 5 до 20%. Все это будет сопровождаться более значительными и менее предсказуемыми климатическими вариациями. Несмотря на то, что Третий оценочный доклад полностью не устранил научную неопределенность величины и масштабов климатических изменений, в определенной степени он ее снизил и таким образом создал твердый фундамент для дальнейших действий. Сейчас готовится Четвертый оценочный доклад МГЭИК, который планируется завершить в 2007 г.

3.1.2. Основные положения РКИК

Рамочная конвенция ООН об изменении климата была окончательно принята 9 мая 1992 г. Она была открыта к подписанию на Всемирном саммите в Рио-де-Жанейро, где ее подписали 154 страны и Европейское сообщество. 21 марта 1994 г., спустя 90 дней после ее ратификации 50-й страной, Конвенция вступила в силу. На момент написания данной книги участниками Конвенции являются более 190 государств, включая все развитые страны и государства с переходной экономикой, а также большинство развивающихся стран. Россия и государства бывшего СССР, включая все страны Центральной Азии, также подписали и ратифицировали Конвенцию. Кыргызская Республика ратифицировала Конвенцию 14 января 2000 г., Республика Казахстан подписала Конвенцию в июне 1992 г. и ратифицировала ее в мае 1995 г., Республика Узбекистан подписала РКИК ООН в 1993 г.

Конвенция включает парниковые газы, не контролируемые Монреальским протоколом по озоноразрушающим веществам, и в настоящее время Стороны Конвенции уделяют основное внимание следующим наиболее важным парниковым газам, способствующим глобальному потеплению: углекислому газу (CO_2), метану (CH_4), закиси азота (N_2O), перфторуглеродам (PFCs), гидрофторуглеродам (HFCs) и гексафториду серы (SF_6). Перфторуглероды и гидрофторуглероды – это заменители хлорфторуглеродов, которые были запрещены к использованию в рамках Монреальского протокола 1987 г. для защиты озонового слоя стратосферы.

Хотя все шесть указанных выше газов приводят к глобальному потеплению, некоторые из них действуют сильнее других. За столетний период 1 т метана приводит к парниковому эффекту, аналогичному 21 т

углекислого газа. Тонна гидрофторуглеродов может быть эквивалентна тысячам тонн углекислого газа. Поэтому при подготовке инвентаризаций (кадастров) выбросов парниковых газов предусмотрен пересчет выбросов в сопоставимые показатели (тонны углекислого газа) на основе их потенциала глобального потепления. Углекислый газ более всего влияет на климатические изменения, поскольку он выбрасывается в огромных количествах в результате сжигания ископаемых видов топлива (в пересчете на углерод это около 6,5 млрд. т ежегодно). В большинстве стран на него приходится наибольшая часть выбросов парниковых газов. Однако другие газы хоть и выбрасываются в меньших количествах, также должны внимательно контролироваться, особенно учитывая их высокий потенциал глобального потепления.

РКИК ООН состоит из 26 Статей и 3 Приложений. Полный текст Конвенции приведен в приложении 3.1.

Органы РКИК. Высший орган Конвенции – Конференция Сторон РКИК. Конференция Сторон собирается ежегодно, на ней рассматриваются вопросы текущего осуществления РКИК и задачи, как наилучшим образом бороться с изменением климата. Все решения Конференций Сторон Конвенции принимаются на основе консенсуса, так как предлагавшиеся иные принципы принятия решений согласовать между Сторонами не удалось. Для подготовки и обеспечения ее работы в соответствии со Статьями 9 и 10 РКИК образованы два вспомогательных органа – Вспомогательный орган для консультирования по научным и техническим аспектам (ВОКНТА) и Вспомогательный орган по осуществлению (ВОО). Как правило, заседания вспомогательных органов РКИК проводятся два раза в год: один раз параллельно с проведением Конференций Сторон и один раз между Конференциями Сторон.

Обеспечением работы Конференций Сторон, вспомогательных органов и ведением текущей работы занимается расположенный в Бонне Секретариат РКИК. В качестве финансового механизма Конференции ее Статьей 11 определен Глобальный экологический фонд (ГЭФ), который должен выделять средства на создание систем учета выбросов парниковых газов в развивающихся странах, проекты по адаптации наименее развитых стран к новым климатическим условиям. Научное обеспечение Конвенции осуществляет МГЭИК, регулярно отчитывающийся о результатах своих исследований перед ВОКНТА.

Цель и принципы Конвенции. Конвенция призвана объединить усилия Сторон на принципе «общей, но дифференцированной ответственности» по смягчению опасных изменений климата и добиться, в качестве своей конечной цели, стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере «*на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Такой уровень должен быть достигнут в сроки, достаточные для естественной адаптации экосистем к изменению климата, позволяющие не ставить под угрозу производство продовольствия и обеспечивающие дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе*» (Статья 2 РКИК).

Ответственность за достижение целей Конвенции разделена между 194 Сторонами. Однако они имеют различные обязательства соответственно уровню их экономического развития. Классификация стран, и, соответственно, их ответственности, отражена в списках, приведенных в Приложениях к Конвенции.

Стороны Приложения I – это в основном развитые страны (41), включая Европейский союз, самостоятельно выступающий в качестве Стороны РКИК. Страны Приложения I предполагали вернуться к уровню выбросов 1990 г. к 2000 г. Они также должны регулярно отчитываться о реализации Конвенции, в частности об объемах выбросов парниковых газов в атмосферу, о политике и мерах, осуществляемых этими странами, их влиянии на динамику выбросов.

Стороны Приложения II – это часть стран Приложения I, включающая 24 высокоразвитые страны. В дополнение к снижению собственных выбросов они должны оказывать финансовую и иную поддержку развивающимся странам. *Страны с переходной экономикой* – это 14 стран, в основном Восточной и Центральной Европы и бывшего Советского Союза. 8 из них сегодня являются членами Европейского союза. Эти страны приведены в Приложении I, но они не имеют дополнительных обязательств, принятых странами Приложения II.

Стороны, не включенные в Приложение I, – это все Стороны, не вошедшие ни в одно из Приложений РКИК. В основном это развивающиеся страны, к которым относятся и все страны Центральной Азии. Как и все Стороны Конвенции, они имеют общие обязательства в сфере борьбы с изменением климата, однако у них меньше конкретных (специфических) обязательств, и они должны быть способны принимать внешнюю помощь. Они также обязаны предоставлять информацию о предпринимаемых или планируемых шагах по реализации Конвенции и по оценке выбросов парниковых газов. Все государства Центральной Азии не входят в список стран ни одного из приложений к Конвенции.

Следует обратить внимание на два обстоятельства, закрепленные в Статье 2 РКИК:

- Положения последнего предложения Статьи 2 РКИК, в особенности по обеспечению дальнейшего экономического развития на устойчивой основе, дают возможность отстаивать национальный уровень выбросов парниковых газов исходя из экономических интересов развития страны на устойчивой основе. Любые иные решения на международном уровне, более низком, чем РКИК, могут оказаться неадекватными этому принципу и по этой причине могут быть оспорены.
- Этот уровень численно нигде не оговорен и является предметом ожесточенных научных дискуссий. Очевидно, что сам термин «безопасно» для разных стран различен. Для маленьких островов или для низинной Голландии даже повышение уровня моря на 1 м (из-за нагрева и расширения верхнего слоя океана и из-за таяния льдов) – это трагедия. Именно поэтому Голландия особенно активно добивается скорейшего снижения выбросов парниковых газов. Для других стран, в частности для большей части России и всех стран Центральноазиатского региона, ничего страшного пока не ожидается. Поэтому споры о величине «безопасного» уровня, вероятно, будут вестись еще десятки лет.

РКИК не устанавливают каких-либо ограничений или запретов для конкретных видов экономической деятельности или производства. Статья 3.1 РКИК (раздел «Принципы») устанавливает, что «*Стороны должны защищать климатическую систему на благо нынешнего и будущих поколений человечества на основе справедливости и в соответствии с их общей, но дифференцированной ответственностью и имеющимися у них возможностями*».

В развитие этого принципа Статья 3.5 РКИК гласит: «*Стороны имеют право на устойчивое развитие и должны ему содействовать. Политика и меры в области защиты климатической системы от антропогенных изменений должны соответствовать конкретным условиям каждой Стороны и быть интегрированы с национальными программами развития, поскольку экономическое развитие имеет ключевое значение для принятия мер по реагированию на изменение климата*».

Положение этой же статьи о том, что «*Сторонам, являющимся развитыми странами, следует играть ведущую роль в борьбе с изменением климата и его отрицательными последствиями*», определяет причину более жестких требований РКИК к этой группе стран.

Обязательства по Конвенции. В отношении политики и мер Конвенция предоставляет Сторонам широкое право выбора действий на основе принципа общей, но дифференцированной ответственности и в соответствии с конкретными национальными и региональными приоритетами. Конвенция обязывает (Статья 4.1b РКИК) лишь «*формировать, осуществлять, публиковать и регулярно обновлять национальные и, в соответствующих случаях, региональные программы, содержащие меры по смягчению последствий изменения климата и меры по содействию адекватной адаптации к изменению климата*».

Общий смысл Статей 4.2a и 4.2b РКИК предполагал, что промышленно развитые страны и страны с переходной экономикой (страны Приложения I к Конвенции) к 2000 г. возвратят свои уровни выбросов к уровню 1990 г. Кроме того, развитые страны, являющиеся основным источником накопленных и текущих выбросов парниковых газов в атмосферу, обязались осуществлять финансовую и технологическую помощь развивающимся государствам в переходе на новые экологически чистые технологии. Для развивающихся стран в связи с тем, что уровень выбросов в них относительно невысок и они имеют право на экономическое развитие, предусмотрены лишь общие, но не количественные обязательства сокращения выбросов.

Однако достаточно неопределенные формулировки этих статей Конвенции вызвали длительные дебаты по вопросу об их адекватности, и, в конце концов, было признано отсутствие юридически обязывающего характера этого требования Конвенции.

Статьей 4.6 РКИК предусмотрено предоставление странам с переходной экономикой определенной степени гибкости при выполнении их обязательств. Из многочисленных предложений по данному вопросу, выдвигавшихся в ходе переговоров странами с переходной экономикой, в том числе и Россией, гибкость была предоставлена только по выбору базового года (для России – 1990 г.) и по срокам представления Национальных сообщений (на год позднее, чем для промышленно развитых стран).

Представление информации, касающейся осуществления Конвенции. Предоставление информации, касающейся осуществления РКИК, регулируется Статьей 12 РКИК. В такую информацию входят национальные кадастры (инвентаризации) выбросов и абсорбции парниковых газов, а также общее описание мер, принятых или предусмотренных Стороной, по осуществлению РКИК и оценка воздействия этих мер. На первом этапе предусматривалось, что вся указанная информация будет представлена в Первых национальных сообщениях (Статья 12.5 РКИК).

Впоследствии было принято решение о необходимости ежегодного представления данных по национальным инвентаризациям. Данные ежегодных инвентаризаций должны представляться к 15 апреля за год, предшествовавший прошедшему году (например, к 15 апреля 2004 г. должны быть представлены ежегодные инвентаризации за 2002 г.). Стороны Конвенции обязаны также проводить исследования и систематические наблюдения, связанные с проблемой изменения климата, а также предпринимать действия в области просвещения, подготовки кадров и информирования общественности (Статьи 5 и 6 РКИК).

Главным недостатком Конвенции стало отсутствие юридических обязательств государств по количественному сокращению выбросов. РКИК не устанавливают каких-либо ограничений или запретов для конкретных видов экономической деятельности или производства. В этой связи страны практически не выполняли требования соглашения, состояние окружающей среды в мире после его подписания продолжало ухудшаться, а выбросы парниковых газов в большинстве стран выросли. Кроме того, обязательст-

ва по Конвенции ограничивались 2000 г. и были признаны недостаточными для достижения ее целей. Таким образом, с принятием РКИК были заданы рамки будущего международного сотрудничества, но требовалось воплотить идеи и принципы на практике, с учетом основ мировой экономики – потреблением нефти, газа и угля. Для практической реализации положений Рамочной конвенции и коррекции ее недостатков в 1997 г. на прошедшей в г. Киото Третьей конференции Сторон был принят *Киотский протокол*.

3.2. Киотский протокол и Марракешские Соглашения

3.2.1. Киотский протокол

На прошедшей в Берлине в 1995 г. Первой конференции Сторон РКИК многие страны признали, что обязательства, взятые ими по Конвенции, оказались явно недостаточными. Было принято решение начать поэтапные действия по ограничению роста поступления парниковых газов в атмосферу и создать соответствующую систему эколого-экономических отношений. Решено было также выработать меры по ужесточению обязательств, взятых на себя промышленно развитыми странами, входящими в Приложение 1 к Конвенции, не выдвигая при этом новых требований по отношению к развивающимся странам.

На Третьей конференции Сторон РКИК в г. Киото, Япония, в декабре 1997 г. был единогласно принят Киотский протокол. Он устанавливает обязательства развитых стран по ограничению выбросов в 2008–2012 гг. следующих парниковых газов: диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4), закиси азота (N_2O), гидрофторуглеродов (ГФУ), перфторуглеродов (ПФУ) и гексафторида серы (SF_6). 16 февраля 2005 г. Киотский протокол вступил в силу и на май 2006 г. он объединяет 163 страны.

В основе разработки Киотского протокола лежало несколько основополагающих соображений, приведенных ниже.

1. Имеется уверенность в антропогенном характере и причинах наблюдающихся изменений климата, а также понимание будущей угрозы, но нет прямой причинно-следственной связи: снизил выброс – получил эффект, например, предотвратил наводнение или засуху.

2. Контроль за выбросами парниковых газов затрагивает всю мировую экономику в целом. Поэтому чисто технически нужно много времени на раскачку, надо начинать с малого, с пилотного, отладочного этапа. В итоге был выбран пятилетний период с 2008 по 2012 г. включительно.

3. Парниковые газы в обычном смысле слова не являются загрязняющими веществами. Поэтому было бы неверно регулировать выбросы через предельно допустимые концентрации (ПДК) около непосредственных источников выбросов. С другой стороны, снижение их выбросов – это не очистка отходящих газов и не установка каких-либо уловителей, это замена самого производственного оборудования, энергоустановок, бойлеров и т. п., его нельзя сделать сразу, нужно время и тесная увязка с экономикой производства в целом. Поэтому был предложен основополагающий принцип *торговли квотами*. Киотский протокол превращался в первое международное соглашение о рыночных принципах охраны природы.

4. Если отсутствует *прямая* климатическая угроза региону, то преждевременно предпринимать принудительные меры, которые мешали бы развитию национальной экономики, и каждая страна может взять такие обязательства, какие она хочет. Киотский протокол не задает никаких обязательных политик и мер,

каждая страна сама определяет, на сколько процентов она обязуется снизить выбросы от уровня 1990 г., а решение принималось только на основе консенсуса.

5. Подход к обязательствам стран определялся следующим: 1) как государство хочет повлиять на национальный бизнес и помочь ему; 2) каковы политические амбиции лидеров ведущих стран. Первое привело к ориентации протокола на *развитие энергетики*, леса и другие поглотители CO_2 из атмосферы оказались как бы не нужны. Потребовались жесткие усилия ряда стран, в частности России, чтобы сохранить леса и уравнять их в правах с энергетикой. В результате они стали равными для любых межгосударственных обязательств, но была введена дополнительная квота на «использование» лесов. Второе – политические амбиции – привели к драматическому финалу для США и Австралии, когда одни политики (Альберт Гор) эффектно объявили в Киото о высоких обязательствах, а другие (Джордж Буш) столь же демонстративно от них отказались.

6. Несмотря на самостоятельный выбор обязательств, было решено еще раз перестраховаться и не принимать никаких финансовых санкций к нарушителям. Это записано в Марракешских соглашениях – подзаконных актах Киотского протокола.

Итак, в результате Киотский протокол реализовался в виде пилотного этапа, за который надо отладить торговлю квотами и других механизмы снижения выбросов и понять, куда двигаться дальше. При этом, конечно, страны преследуют и «вторичные» задачи: помочь технологическому перевооружению своих экономик, достичь конкурентных преимуществ и т. п. Собственно влияние пятилетнего периода Киотского протокола на климат очень мало, но это и не ставилось целью. Если бы в Протоколе преследовали цель максимального климатического эффекта, то принять такое международное соглашение было бы просто нереально. В итоге была приняты обязательства – ограничить выбросы парниковых газов (в среднем за пять лет, с 2008 по 2012 г. включительно) приведенными в таблице значениями, где за 100% принят выброс страны в 1990 г.

Киотский протокол состоит из 28 Статей и двух Приложений – А и В. Полный текст Протокола приводится в приложении 3.2. Основополагающие Статьи Протокола регламентируют следующее.

Количественные цели по ограничению выбросов. Отличие Киотского протокола от РКИК состоит в юридически обязывающем характере принятых Сторонами обязательств по количественному ограничению или сокращению их национальных выбросов парниковых газов (Приложение В к Киотскому протоколу). После Киото внутри Европейского союза было проведено перераспределение обязательств: так, Германия и Великобритания снизят выбросы на 15% и более, Франция и Финляндия имеют обязательства, аналогичные российским, а Португалии, Греции и Ирландии разрешено увеличить выбросы. *Обязательства на период после 2012 г. Киотским протоком не регламентированы и будут определяться дополнительными международными соглашениями* (поправками к Приложению В Киотского протокола – Статья 3.9 Киотского протокола). При этом если выбросы Стороны Приложения I будут ниже, чем предусмотрено ее обязательствами, то эта разница по просьбе этой Стороны переходит на последующие периоды обязательств.

При определении количественных показателей сокращения выбросов государства руководствовались принципом добровольности, означавшим, что каждая страна сама разрабатывала для себя обязательства снижения эмиссии.

Количественные обязательства по сокращению выбросов парниковых газов составили для стран ЕС – 8%, США – 7%, Японии – 6%, России и Украины – 0% (т. е. не должны были превышать уровень 1990 г.). Общая величина сокращения выбросов парниковых газов в 2008–2012 гг. по предложениям Сторон для стран Приложения I к РКИК составит 5,2%.

Приложение B к Киотскому протоколу (количественные ограничения по выбросам парниковых газов в среднем за период с 2008 по 2012 г.)

Страна	Уровень выбросов в процентах от 1990 г.	Страна	Уровень выбросов в процентах от 1990 г.
Австралия	108	Новая Зеландия	100
Австрия	92	Норвегия	101
Бельгия	92	Польша	94
Болгария	92	Португалия	92
Венгрия	94	Россия	100
Германия	92	Румыния	92
Греция	92	Словакия	92
Дания	92	Словения	92
Европейский союз (15 стран)	92	Великобритания	92
Ирландия	92	США	93
Исландия	110	Украина	100
Испания	92	Финляндия	92
Италия	92	Франция	92
Канада	94	Хорватия	95
Латвия	92	Чешская Республика	92
Литва	92	Швейцария	92
Лихтенштейн	92	Швеция	92
Люксембург	92	Эстония	92
Монако	92	Япония	94
Нидерланды	92		

Для ряда стран с переходной экономикой взяты иные годы, чем 1990 г., однако для России именно 1990 г. наиболее выгоден.

В таблице нет развивающихся стран, речь об их численных обязательствах пока не шла. На первом «отладочном» этапе было бы слишком сложно пытаться сломать сложившиеся в ООН стереотипы и традиции и сразу добиться численных обязательств от развивающихся стран, даже таких сильных, как Китай, Индия, Мексика, Южная Корея и др.

После принятия обязательств в Киото внутри Европейского союза было проведено перераспределение обязательств: так, Германия и Великобритания снизят выбросы на 15% и более, Франция и Финляндия имеют обязательства, аналогичные российским, а Португалии, Греции и Ирландии разрешено увеличить выбросы.

Политика и меры (Статья 2). Положения Статьи 2 Киотского протокола носят общий характер и предоставляют Сторонам возможность самостоятельно выбирать и реализовывать тот комплекс политики и мер, который будет в максимальной степени соответствовать национальным обстоятельствам и при-

оритетам. Особое внимание рекомендуется уделить повышению эффективности использования энергии, использованию ее альтернативных источников, разработке новых экологически чистых технологий, а также содействию внедрению таких методов ведения лесного и сельского хозяйства, которые не наносят ущерба окружающей среде. Важным компонентом национальной политики должно стать применение директивных и экономических методов, стимулирующих сокращение выбросов парниковых газов, включая принятие соответствующих стандартов, использование налоговой политики и отмену субсидирования «грязных» производств. Вместе с тем, осуществление внутренней политики и мер по ограничению и сокращению выбросов и увеличению абсорбции парниковых газов является главным направлением, где может реализовываться законодательное и нормативно-правовое регулирование.

Учет, контроль и отчетность по выбросам парниковых газов (Статьи 5 и 7). В соответствии со Статьей 5.1 Киотского протокола каждая Сторона, включенная в Приложение I, не позднее 2007 г. должна создать национальную систему для оценки антропогенных выбросов и поглощения парниковых газов. Руководящие принципы для таких национальных систем должны были приняты после вступления Киотского протокола в силу на Конференции сторон РКИК. В дополнение к этому Статья 7 Киотского протокола предусматривает представление ежегодных инвентаризаций выбросов парниковых газов и их поглощения, а также включение в Национальные сообщения дополнительной информации, необходимой для того, чтобы продемонстрировать соблюдение обязательств по Киотскому протоколу. Существуют различные оценки ожидаемых затрат на создание национальной системы инвентаризации выбросов и поглощения парниковых газов. Даже для России это одна из сложных задач, связанных со значительными затратами. В государствах Центральной Азии финансирование таких систем берет на себя Глобальный экологический фонд.

Механизмы гибкости Киотского протокола (Статьи 6, 12 и 17). Впервые в практике международных экологических соглашений в Киотском протоколе содержатся новые положения – *рыночные механизмы* (называемые также *механизмы гибкости*), которые могут применять государства для его реализации в дополнение к национальным мерам снижения эмиссии парниковых газов. Суть механизмов заключается в том, что страны, которым экономически невыгодно проводить дорогостоящее сокращение выбросов в пределах своих границ, имеют право выполнить обязательства за счет более дешевого их снижения в других государствах. Киотским протоколом предусмотрены следующие механизмы его реализации:

- *совместное выполнение обязательств* – любые страны – участницы Киотского протокола (включенные в Приложение 1), которые достигли соглашения о совместном выполнении обязательств, рассматриваются как выполнившие эти обязательства при условии, что их общие суммарные антропогенные выбросы не превышают установленных для них количеств (Статья 4). На практике положения Статьи 4 Киотского протокола используются Европейским союзом, перераспределившим после Киото обязательства среди своих стран-членов;
- *совместное осуществление проектов* (Статья 6) и *механизм чистого развития* (Статья 12). Оба механизма предусматривают возможность для стран, которым экономически невыгодно снижать выбросы на национальном уровне, осуществлять инвестиции в проекты по сокращению выбросов в других государствах. В первом случае разрешено приобретать единицы сокращения выбросов в

странах – участницах протокола, включенных в Приложение 1 РКИК (фактически это касается стран с переходной экономикой), а во втором – в случае осуществления проектов в развивающихся государствах, не принявших на себя обязательств и не включенных в Приложение 1;

- *торговля квотами на выбросы парниковых газов* – Стороны, включенные в Приложение В Киотского протокола, могут участвовать в торговле выбросами для целей выполнения своих обязательств (Статья 17). Иными словами, государства, перевыполняющие свои обязательства по выбросам, могут продать «невыбранные» квоты странам, которым экономически менее выгодно сокращение в пределах собственных границ.

Предшественницей основанных на реализации проектов механизмов гибкости Киотского протокола была Экспериментальная фаза деятельности, осуществляемой совместно по РКИК. Каждая Сторона Приложения I должна будет создать *национальный регистр* по Статьям 6, 12 и 17 Киотского протокола, в котором будут регистрироваться проекты и передаваемые или получаемые квоты.

Соблюдение обязательств (Статья 18). Соблюдение обязательств по Киотскому протоколу будет юридически обязательным для каждой из Сторон. Степень жесткости и вопросы о применении санкций к Сторонам, не выполняющим обязательства, в настоящее время являются предметом международных переговоров. Статья 18 Киотского протокола предусматривает, что на Конференции Сторон РКИК, которая будет действовать как первое Совещание Сторон Киотского протокола, будут утверждены надлежащие и эффективные процедуры и механизмы для определения случаев несоблюдения обязательств, в том числе путем разработки ориентировочного перечня последствий несоблюдения, принимая во внимание причину, вид, степень и частоту несоблюдения. Любые процедуры и механизмы по Статье 18 Киотского протокола, влекущие за собой последствия, имеющие обязательный характер, *принимаются путем внесения поправки* в Киотский протокол.

Управление деятельностью по Киотскому протоколу. В соответствии со Статьей 13 Киотского протокола Конференция Сторон РКИК, высший орган Конвенции, действует в качестве Совещания Сторон Киотского протокола. В соответствии со Статьей 14 Киотского протокола Секретариат РКИК действует в качестве секретариата Протокола. Действующие в рамках РКИК Вспомогательный орган для консультирования по научным и техническим аспектам (ВОКНТА) и Вспомогательный орган по осуществлению (ВОО) обслуживают и деятельность по Киотскому протоколу (Статья 15 Киотского протокола).

Финансовые процедуры, применяемые согласно Конвенции, применяются и к Киотскому протоколу, за исключением тех случаев, когда Конференция Сторон, действующая в качестве Совещания Сторон Протокола, примет на основе консенсуса иные решения. Управление финансовым механизмом РКИК возложено на Глобальный экологический фонд (ГЭФ). Научно-методическое обеспечение деятельности по РКИК и Киотскому протоколу осуществляет Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК).

Условия участия в механизмах Киотского протокола. Для выполнения требований Киотского протокола и участия в торговых и инвестиционных механизмах необходимо соблюдение ряда условий:

1. Установление объема квоты на выбросы на основании данных инвентаризации 1990 г.
2. Принятие национального плана действий по снижению выбросов в соответствии с обязательствами.
3. Создание национальной системы оценки выбросов, организация национального регистра учетных единиц выбросов парниковых газов, представление отчетов в Секретариат РКИК.

Протокол (Статья 5.1) предусматривает создание не позднее 1 января 2007 г. (или не позднее чем через год после ратификации протокола, если это произошло позже января 2006 г.) *национальных систем оценки* антропогенных выбросов и поглотителей парниковых газов (т. н. *национальных кадастров*) и ежегодное представление данных по соблюдению обязательств (Статья 7) странами, входящими в список Приложения 1 РКИК.

В национальных кадастрах должны учитываться основные источники выбросов, включающие энергетику, промышленность, строительство, транспорт, сельское хозяйство и лесную отрасль, а также коммунально-бытовой сектор. Список источников, включающий лишь антропогенные источники, определен в международных методиках и в общем виде дается в Приложении А к Киотскому протоколу. Учитывается расход топлива при его сжигании, включая потери. Согласно методике МГЭИК, объем выбросов не измеряется, а рассчитывается по данным о потреблении топлива и производстве продукции в случае, если в этих процессах осуществляется эмиссия парниковых газов. Таким образом, объем выбросов рассчитывается по формуле:

(данные о какой-либо деятельности, например, о сжигании топлива) x
(коэффициенты эмиссии) = выбросы.

Для каждого вида деятельности разработаны свои коэффициенты эмиссии. Например, при сжигании топлива применяются иные коэффициенты, нежели при его использовании в качестве сырья для химической промышленности. Существуют международные коэффициенты расчетов объемов выбросов. При этом каждая страна в случае наличия национальных коэффициентов может использовать их вместо международных.

В дополнение к национальным кадастрам, согласно Марракешским договоренностям, также производится *учет поглощения углекислого газа наземными экосистемами* (или *стоков*). Таким образом, национальная квота выбросов увеличивается на величину, соответствующую определенному объему поглощения CO_2. В этом случае учитывается только поглощение углекислого газа в результате деятельности человека, а не естественные природные процессы. Подлежат учету четыре вида деятельности: *управление лесным хозяйством, пахотными землями, пастбищами, а также восстановление растительного покрова*. Каждая страна сама может выбрать, в учете каких видов деятельности она будет. Для учета поглощения CO_2 введены специальные *единицы абсорбции*, которые в отличие от *единиц выбросов парниковых газов* могут использоваться только в первый период выполнения обязательств и не могут переноситься на последующие годы.

Согласно договоренностям в рамках Киотского протокола, весь национальный учет и отчетность подлежат международной проверке, которую осуществляет группа экспертов. Проверка предусматривает правильность соблюдения принципов и методики оценки выбросов, а также соответствия национального отчета жестко закрепленному формату РКИК. Впоследствии группа экспертов составляет свой отчет, который согласуется с правительством проверяемой страны и публикуется на официальном сайте РКИК (см. список интернет-сайтов в конце пособия).

Все государства Центральной Азии, как страны с переходной экономикой, не включены в Приложение 1 к РКИК и Приложение В Киотского протокола, поэтому они не имеют количественных обязательств по сокращению эмиссий парниковых газов. Однако, как страны, ратифтицировавшие Конвенцию и Киот-

ский пртокол, они обязаны сотрудничать в разработке, применении и распространении технологий, методов и процессов, приводящих к ограничению, снижению или прекращению антропогенных выбросов парниковых газов. В рамках этих обязательств все страны региона разработали, согласно требованиям РКИК, свои Первые национальные сообщения.

Первое национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата было разработано в 1999 г. (первая фаза), а в 2001 г. вышла его вторая фаза. Первые национальные сообщения Республики Казахстан и Туркменской Республики по РКИК/ООН разработаны в 1998 и 1999 гг. соответственно. В 2002 г. вышло в свет Первое национальное сообщение Кыргызской Республики, а Резюме доклада об изменении климата Таджикистана было опубликовано в 2001 г.

Первые национальные сообщения всех центральноазиатских государств были выполнены при поддержке Глобального экологического фонда ПРООН и включают в себя описание национальных условий страны, отчет о национальных выбросах парниковых газов (данные по инвентаризации за 1990–1994 гг.), в них обозначены основные направления мероприятий по сокращению выбросов парниковых газов, меры смягчения последствий изменения климата, оценка уязвимости к ним и характеристика возможных путей адаптации.

3.2.2. Марракешские соглашения по Киотскому протоколу

Сам Киотский протокол дает достаточно общие формулировки и не содержит деталей выполнения обязательств. В 2001 г. на конференции сторон в г. Марракеш (Марокко) были согласованы соглашения, определяющие международные нормы и правила реализации Киотского протокола, в том числе условия финансирования, передачи технологий и соблюдения обязательств, принципы торговли квотами, действия механизмов совместного осуществления и чистого развития и пр. Соглашения были скорректированы с учетом выхода США из Протокола и были приняты в декабре 2005 г. в Монреале на Первой Конференции стран-участниц после его вступления в силу.

Для развивающихся стран были созданы новые инвестиционные возможности. В соответствии с Марракешскими договоренностями принято решение об образовании двух специальных фондов для поддержки развивающихся стран: Специального фонда изменения климата и Фонда для наименее развитых стран для поддержки передачи технологий, реализации проектов по адаптации к изменению климата и других видов деятельности.

Пакет принятых в Марракеше решений:

1. Накопление потенциала в развивающихся странах (страны, не входящие в Приложение I).
2. Накопление потенциала в странах с переходной экономикой.
3. Передача технологий.
4. Осуществление Статьи 4, пункты 8 и 9 Конвенции (оказание помощи наименее развитым странам).
5. Дополнительные руководящие принципы по исполнительному органу финансового механизма.
6. Финансирование в рамках Конвенции.
7. Экспериментальная фаза деятельности, осуществляемой совместно.
8. Вопросы, относящиеся к Статье 3.14 Киотского протокола (сведение к минимуму ущерба для развивающихся стран от действий по выполнению обязательств Сторонами Приложения I).

9. Финансирование в рамках Киотского протокола.
10. Рабочая программа по механизмам Киотского протокола, включая:
    1. Принципы, характер и рамки применения механизмов по Статье 6 (совместное осуществление), 12 (механизм чистого развития) и 17 (торговля квотами) Киотского протокола.
    2. Руководящие принципы для осуществления Статье 6 Киотского протокола.
    3. Нормы и процедуры для механизма чистого развития в соответствии со Статьй 12 Киотского протокола.
    4. Нормы, правила и руководящие принципы для торговли квотами.
    5. Нормы для расчета установленных для стран общих разрешенных объемов выбросов по Статье 7.4 Киотского протокола.
11. Вопросы, относящиеся к землепользованию, изменениям в землепользовании и лесному хозяйству, включая определенные отдельным пунктом положения ограничения по учету результатов деятельности по поглощению углерода лесами (для Российской Федерации – 605 Мт CO_2 за пять лет (2008–2012 гг.) или 33 млн. т углерода в год).
12. Процедуры и механизмы, относящиеся к соблюдению обязательств по Киотскому протоколу.
13. Национальные системы, регулирование и руководящие принципы по Статьям 5, 7 и 8 Киотского протокола (национальные системы мониторинга выбросов парниковых газов, их обзор), включая:
    1. Руководящие принципы по национальным системам по Статье 5.1 Киотского протокола.
    2. Руководство по «хорошим практикам» и регулирование по Статье 5.2 Киотского протокола.
    3. Руководящие принципы по подготовке информации, требуемой по Статье 7 Киотского протокола.
    4. Руководящие принципы по обзору по Статье 8 Киотского протокола.
14. «Хорошие практики» в области политики и мер, осуществляемых Сторонами Приложения I к РКИК.
15. Воздействие единичных проектов на выбросы в период обязательств.

Как было объявлено на Девятой конференции Сторон в Милане, Европейский союз, Канада, Исландия, Новая Зеландия, Норвегия и Швейцария выразили предварительное желание вносить в эти фонды ежегодно 410 млн. долл. США.

На Марракешской конференции были сделаны уступки странам, от которых зависело вступление в силу Киотского протокола. В частности, принято решение о предоставлении дополнительных квот государствам на наличие и использование лесов, являющихся поглотителями углекислого газа (в основном по настоянию России), о неприменении финансовых санкций к нарушителям, об отсутствии серьезных ограничений на выбор проектов совместного осуществления и организацию системы торговли квотами. Кроме того, странам предоставлена возможность переноса «невыбранных» квот на следующий период выполнения обязательств. Важно подчеркнуть, что все Марракешские соглашения касаются только международных систем и правил, на национальном уровне каждая страна сама решает, как организовать торговлю квотами внутри страны (или вообще этого не делать).

Несмотря на подписание Киотского протокола большинством стран – участниц Рамочной конвенции, возникли проблемы с его ратификацией. Для вступления в силу он должен быть ратифицирован не ме-

нее чем 55 государствами, на которые приходится как минимум 55% выбросов стран Приложения 1 РКИК. Государства ЕС ратифицировали протокол, а США отказались от ратификации. Причиной отказа стал значительный рост эмиссии парниковых газов в стране и необходимость для выполнения обязательств более существенного (в несколько раз) их сокращения. После отказа США, на которые приходится 36% выбросов стран Приложения 1, роль России (17,6%) для вступления протокола в силу стала ключевой. Киотский протокол вступил в силу в феврале 2005 г. после его ратификации Россией. На конец 2005 г. его участниками являлись 157 стран, включая все развитые государства (за исключением США и Австралии).

3.2.3. Значение Киотского протокола для современных экологических и социальных проблем, его глобальная роль и недостатки

Киотский протокол вместе с Рамочной конвенцией являются наиболее важными и масштабными международными договоренностями в области охраны окружающей среды как по серьезности решаемых проблем, так и по прямому и потенциальному воздействию на все сферы мировой экономики и международных экономических отношений. Указанные договоренности выявили тенденцию углубления международного экологического регулирования и смещения акцента регулирования экологических проблем на международный уровень. Фактически это попытка перехода к глобальному решению экологических проблем на международном уровне и качественно новому этапу развития институциональной основы процессов глобализации.

Глобальная роль и значение Киотского протокола

- Киотский протокол – это первый этап глобального экологического соглашения по предотвращению катастрофических изменений климата. Собственно климатический эффект от первой фазы Киотского протокола (2008–2012 гг.) невелик, но важно то, что начата практическая деятельность и запущены механизмы международной кооперации.
- Это первое глобальное соглашение об охране окружающей среды, основанное на рыночных механизмах регулирования – отладка механизма международной торговли квотами на выбросы парниковых газов.
- Международная поддержка национальных мер в странах, готовых к осуществлению значительных мер по снижению выбросов парниковых газов, развитию возобновляемой энергетики, выполнению экологических проектов по адаптации экосистем к меняющемуся климату.
- Подтверждение роли ООН как единственного глобального инструмента решения всемирных проблем и мощный стимул для поддержки научных исследований по проблеме изменения климата, экологических и экономических работ.
- «Сигнал» для мировой экономики и бизнеса – «из двух зол надо выбирать меньшее»: чтобы предотвратить катастрофические изменения климата, придется заранее позаботиться о снижении выбросов парниковых газов.

Значение Киотского протокола для сегодняшних экологических и социальных проблем

- Стимулирование всей экологической деятельности в целом, включая рост источников финансирования экологических, исследовательских и образовательных проектов. Сегодня эти источники по-

ка в основном зарубежные и им требуется международный фундамент деятельности, который дает Киотский протокол.

- Возможность привлечения дополнительных инвестиций для модернизации жилищно-коммунального хозяйства, особенно для перевода котельных с угля на газ и возобновимые источники энергии (через проекты механизма чистого развития Киотского протокола).
- Киотский протокол не вызывает никаких отрицательных эффектов для текущих социальных и экологических проблем. Не требуется никаких специальных мер по снижению выбросов парниковых газов, которые бы приводили к закрытию предприятий или нарушению социальной инфраструктуры.

Недостатки Киотского протокола. Киотский протокол является лишь первым шагом на пути решения глобальной проблемы изменения климата и не лишен целого ряда недостатков. К ним относятся:

- Отсутствие строго обоснованных научных данных как по объему вклада человеческой деятельности в появление проблемы глобального потепления, так и по количественному ограничению эмиссии парниковых газов (уровни выбросов установлены произвольно).
- Протокол не ставит целью полное и комплексное решение проблемы в первом периоде выполнения обязательств (иначе вряд ли удалось бы его подписать), тем более что круг стран, взявших на себя количественные обязательства по соглашению, ограничен развитыми государствами. При этом наблюдаются быстрые темпы эмиссии парниковых газов в некоторых развивающихся странах, несмотря на то, что целый ряд из них приняли меры по снижению темпов прироста выбросов по сравнению с экономическим ростом. Китай и Индия уже заняли соответственно второе и пятое места в мире по выбросам (в настоящее время главными загрязнителями атмосферного воздуха являются США – 24,2%, Китай – 12,8%, Россия – 6,4%, Япония – 4,9% и Индия – 4,0%). По прогнозам, доля развивающихся стран в общем объеме мировой эмиссии увеличится с 28% в настоящее время как минимум до 40% к середине XXI в., а Китай к 2030 г. может стать мировым лидером по этому показателю.
- Киотский протокол направлен, прежде всего, на повышение эффективности использования энергии, а не на комплексное решение проблемы изменения климата. Несмотря на некоторые уступки, сделанные России и ряду других стран в отношении предоставления дополнительных квот на использование лесов, в целом вопросы поглощения углекислого газа лесами недостаточно отражены в решениях соглашения.
- Неучастие в Протоколе США и Австралии, которые, тем не менее, официально не отказались от участия в решении проблемы изменения климата из политических соображений. Политика США направлена на создание системы добровольных двусторонних и региональных соглашений, способствующих внедрению экологически чистых технологий. По инициативе США и Австралии в 2005 г. образовано *Азиатско-Тихоокеанское партнерство по чистому развитию*, в которое кроме них входят Китай, Индия, Япония и Южная Корея. На шесть стран – членов партнерства в настоящее время приходится 48% мировых выбросов парниковых газов. По заявлению этих государств, оно является инструментом для разработки дополнительных мер по борьбе с изменением климата. Партнерство предполагает добровольное выполнение самостоятельно установленных каждой страной показателей снижения эмиссии без применения каких-либо санкций, и для этих

целей в 2006 г. приняло решение о создании межправительственного фонда в 170 млн. долл. с целью финансирования проектов в области энергосбережения и разработки возобновляемых источников энергии. Большая часть проектов будет осуществляться в Китае и Индии.

Таким образом, хотя прямое влияние Киотского протокола на жизнь людей невелико, но оно положительно. В такой ситуации региональным администрациям, бизнесу и общественности имеет прямой смысл поддержать активное участие в Киотском протоколе и, насколько возможно, воспользоваться дополнительными возможностями данного международного соглашения.

3.3. Проекты механизма чистого развития и перспективы будущего соглашения по климату

3.3.1. Проекты механизма чистого развития

Механизм чистого развития (МЧР) предусмотрен Статьей 12 Киотского протокола и является одним из трех рыночных механизмов, заложенных в данном международном соглашении. Идея МЧР заключается в том, что страны, для которых установлены количественные ограничения на выбросы, могут оказать содействие в реализации проектов сокращающих выбросы парниковых газов странам, не имеющим ограничений на выбросы. Достигнутые в результате проектов МЧР сокращения выбросов оформляются как сертифицированные сокращение выбросов (ССВ) и могут быть использованы инвестирующей страной для выполнения своих обязательств по Киотскому протоколу.

Условия участия в проектах по МЧР. Международными правилами определены три основных условия участия в проектах МЧР:

- страна, в которой реализуется проект МЧР, должна ратифицировать Киотский протокол;
- участие в проекте должно быть добровольным;
- в принимающей стране должен быть создан национальный орган, уполномоченный одобрять проекты МЧР.

Поскольку страны инвесторы имеют количественные обязательства по Киотскому протоколу, то для них установлены дополнительные требования. Государство имеет право вкладывать деньги в проекты МЧР и покупать сертифицированное сокращение выбросов, полученное при осуществлении проекта, если:

- рассчитано и зафиксировано установленное количество выбросов на первый период действия обязательств по Киотскому протоколу;
- создана национальная система по оценке выбросов и проводится ежегодная инвентаризация выбросов;
- создан национальный реестр для регистрации и отслеживания операций, связанных с движением различных единиц выбросов;
- ежегодно в Секретариат Рамочной конвенции ООН (РКИК ООН) об изменении климата сдается отчет в установленном формате.

Институциональная структура МЧР. Для администрирования и надзора за реализацией проектов МЧР международными правилами предусмотрено образование нескольких институтов, основными из ко-

торых является Исполнительный совет по МЧР и Назначенный национальный орган в странах, участвующих в проектах МЧР.

Международные институты по МЧР

Исполнительный совет по МЧР и его группы экспертов. Исполнительный совет (ИС) по МЧР и его группы экспертов занимают вершину иерархической лестницы в институциональных структурах по механизму чистого развития. Исполнительный совет, функционирующий под руководством сторон РКИК ООН и Киотского протокола, состоит из десяти членов, включая:

- по одному члену из каждой из пяти региональных групп ООН (Африка, Азия, Латинская Америка и страны Карибского моря, Центральная и Восточная Европа, ОБСЕ);
- по два члена от Сторон Приложения I РКИК ООН;
- по два члена от Сторон, не включенных в Приложение I РКИК ООН;
- по одному представителю малых островных развивающихся государств.

На заседаниях ИС принимают решения:

- в отношении новых методологий для построения базовых линий выбросов от проектов МЧР и планов мониторинга сокращений выбросов;
- регистрации проектов МЧР;
- аккредитации аудиторских компаний (т. н. оперативных органов);
- о внесении поправок в существующие правила и процедуры по МЧР;
- о разработке новых правил и процедур.

Решения Исполнительного совета утверждаются Конференцией Сторон РКИК/Совещанием Сторон к Киотскому протоколу. В функции Исполнительного совета также входит:

- управление МЧР реестром, включая введение в обращение сертифицированных сокращений выбросов (ССВ);
- управление ССВ счетами, полученными в качестве взносов в адаптационный фонд и на административные расходы;
- управление ССВ счетами по каждой стране.

Согласно принятым решениям Исполнительный совет может создавать комитеты, группы, рабочие группы, помогающие в осуществлении его функций. Основными экспертными группами являются группа по аккредитации оперативных органов и группа по методологическим вопросам. В их задачи входит как разработка руководящих принципов, так и проведение экспертизы. Например, все новые методологии по построению базовой линии выбросов и плана мониторинга сокращений проходят предварительную экспертизу в Группе МЧР по методологиям. По состоянию на май 2005 г. Исполнительный совет утвердил 54 различных методологии, в том числе 9 консолидированных методологий и 16 методологий для маломасштабных проектов МЧР. Группа МЧР по аккредитации проводит экспертизу документов аудиторских фирм, желающих получить аккредитацию в качестве Назначенного оперативного органа. На основании их рекомендаций Исполнительный совет принимает решение одобрить или отклонить предлагаемую методологию или заявление об аккредитации.

Назначенный оперативный орган (НОО). Решения, детально описывающие вопросы реализации Киотского протокола и его механизмов, предусматривают создание института так называемых Назначенных

оперативных органов (НОО), которые утверждают предлагаемые МЧР проекты, верифицируют сокращения выбросов, получаемые в результате реализации проекта, и сертифицируют эти сокращения в качестве ССВ.

Аккредитация НОО проводится Исполнительным советом. Следует заметить, что лишь высококвалифицированные компании, занимающиеся экологическим аудитом и сертификацией, в состоянии преодолеть планку предъявляемых требований. Кроме того, каждая компания должна заплатить взнос в размере 15 000 долл. США за аккредитацию. По состоянию на май 2006 г. 16 компаний уже получили аккредитацию и еще несколько десятков находятся в процессе ее получения.

Национальные институты по МЧР

Реализация проектов по механизму чистого развития весьма привлекательна, так как позволяет развивающимся странам получать дополнительные инвестиции и открывает доступ к новым современным технологиям. Поскольку торговля выбросами – совершенно новая область с достаточно экзотичным, виртуальным товаром (воздухом), существует ряд условий, выполнение которых обязательно для участников проекта.

Назначенный национальный орган. Согласно международным правилам страны, ратифицировавшие Киотский протокол, должны иметь назначенный национальный орган по МЧР (НО МЧР). Специальных требований к тому, каким должен быть НО МЧР, не существует. Определение его роли и функций является предметом обсуждения в каждой отдельно взятой стране.

Сегодня можно выделить несколько моделей, используемых в разных странах при создании НО МЧР:

- на базе существующих министерств и ведомств;
- создание межведомственной структуры;
- создание нового независимого офиса;
- назначение конкретного министра в правительстве.

Назначенный национальный орган по МЧР должен получить от правительства следующие полномочия:

- проводить экспертизу и одобрение МЧР-проектов на национальном уровне;
- подписывать от имени правительства все необходимые документы, связанные с МЧР-инвестициями;
- сотрудничать по вопросам МЧР с международными организациями, местными партнерами и потенциальными инвесторами.

Создание такого органа и официальное уведомление Секретариата РКИК ООН о его создании является обязательным для всех стран, участвующих в проекте по МЧР. На международном уровне основная функция НО МЧР заключается в подписании Письма одобрения по конкретному проекту, что является необходимым условием регистрации проекта как проекта по МЧР в Исполнительном совете.

Как и любой инвестиционной проект, проект по МЧР должен пройти всю необходимую экспертизу и получить заключения, требуемые национальным законодательством (например, оценка воздействия на окружающую природную среду, соответствие инвестиционным законам и т. д.) Национальный орган по МЧР должен подтвердить, что реализация предлагаемого проекта находится в соответствии с национальным законодательством. В связи с этим в принимающей стране для одобрения МЧР-проектов должны быть разработаны эффективные институциональные и правовые рамки, гарантирующие согласованную и

прозрачную оценку. Необходимо, чтобы инвесторы и разработчики МЧР-проектов имели четкую информацию о процедурах, условиях, применяемых для одобрения МЧР-проектов на национальном уровне.

Один из важнейших факторов в создании национального органа по МЧР – его институциональная устойчивость. Такая устойчивость будет гарантирована в случае государственного финансирования, если же создание и функционирование НО МЧР проходит за счет самофинансирования, то все будет зависеть от количества рассматриваемых и одобряемых проектов и, соответственно, от получаемых при этом доходов.

Условия приемлемости МЧР проектов. Киотский протокол определяет несколько критериев, которым должны отвечать предлагаемые проекты по МЧР. К наиболее важным из них относят *устойчивое развитие* и *дополнительность*.

Устойчивое развитие

Согласно Статье 12 Киотского протокола, одна из ключевых задач механизма чистого развития – «помочь сторонам, не вошедшим в Приложение I РКИК ООН, достичь устойчивого развития». Определить, направлена ли деятельность по проекту на устойчивое развитие, входит в компетенцию принимающей страны. Назначенный национальный орган по МЧР должен подтвердить этот факт в письме-одобрении, направляемом в Исполнительный совет по МЧР при регистрации МЧР-проекта.

Существует много подходов, которые можно рассматривать как помощь стране в достижении устойчивого развития. Развивающиеся страны трактуют это понятие прежде всего как доступ к новым экологически чистым технологиям и дополнительным финансовым ресурсам.

Индустриальные страны считают, что вклад в устойчивое развитие должен включать:

- соответствие национальным приоритетам устойчивого развития;
- соответствие международным соглашениям;
- снижение вредного воздействия на окружающую природную среду;
- доступ и передачу современных экологически чистых технологий;
- сокращение вредных выбросов в атмосферу.

Во время переговорного процесса по согласованию текста Киотского протокола было много дискуссий по поводу принятия стандартных индикаторов устойчивого развития. Однако консенсуса по этому вопросу достичь не удалось, и, в конце концов, было решено, что принципы и критерии устойчивого развития должны быть конкретными для каждой страны.

Дополнительность

Статья 12 Киотского протокола устанавливает, что в результате реализации проекта по МЧР должно быть получено «снижение выбросов, дополнительное к любому другому, которое происходило бы в отсутствие деятельности по проекту». МЧР-проекты должны приводить к «реальным, измеримым и долговременным выгодам в отношении смягчения изменения климата».

Оценка дополнительности относится к числу наиболее обсуждаемых и спорных вопросов при подготовке правил и процедур для МЧР-проектов. В 2005 г. на 16-й сессии Исполнительного совета по МЧР принят «Консолидированный инструмент для демонстрации дополнительности». Однако этот документ не является обязательным для разработчиков проекта, и они могут предлагать свои подходы к оценке дополнительности.

Рекомендуется рассматривать как экологическую, так и инвестиционную дополнительность. Не все проекты, имеющие положительный эффект по сокращению выбросов, являются дополнительными. К таким, например, относятся мероприятия, направленные на сокращение выбросов, но финансируемые из государственного бюджета. Разработчики проекта должны аргументированно продемонстрировать, что сокращение выбросов будет дополнительным к сценарию базовой линии.

Проект может демонстрировать дополнительность через инвестиционный анализ, предполагая, что получение сокращенных объемов выбросов, вероятно, должно включать дополнительные затраты по сравнению с базовой линией проекта. Часто проект по сокращению выбросов дает или более низкую норму доходности, или включает более высокие риски, чем в случае обычного инвестиционного проекта такого типа. Для демонстрации дополнительности можно использовать также барьерный, финансовый и экономический анализы.

Согласно Киотскому протоколу, в проектах по МЧР могут участвовать как государственные, так и частные компании и организации. Поскольку правительство несет ответственность за выполнение обязательств по Киотскому протоколу, то любое юридическое лицо, желающее участвовать в проекте по МЧР, должно иметь соответствующее разрешение от правительства своей страны. Стандартных процедур выдачи таких разрешений нет, все определятется условиями конкретной страны. Например, правительство может поручить национальному органу по МЧР выдавать разовые или многоразовые разрешения на участие в проектах по МЧР. Возможны и другие варианты, однако в любом случае, юридическое лицо должно иметь письменное разрешение на участие в МЧР проекте.

В табл. 3.2 приведены наиболее типичные области, где могут быть реализованы проекты по механизму чистого развития.

Таблица 3.2

Типичные области для реализации проектов по МЧР

Энергоснабжение	Замена вида топлива (например, с угля на газ или биомассу)
	Возобновляемые источники энергии
	Модернизация существующих генерирующих мощностей
	Внедрение новых технологий для производства энергии, включая малую гидроэнергетику
	Сокращение потерь при передаче и распределении тепло- и электроэнергии
	Снижение выбросов при добыче, переработке и транспортировке топлива
Потребление энергии	Замещение светового, охлаждающего, нагревающего и транспортного оборудования
	Эффективная эксплуатация существующего оборудования
Транспорт	Улучшение использования транспортных средств
	Использование экологических видов топлива
	Более эффективные технологии
	Замена топлива
Сбор и переработка отходов	Улавливание и использование выбросов метана, выделяющихся на свалках и из сточных вод
Сельское хозяйство	Изменение практики землепользования
	Улавливание и использование выбросов метана, выделяемых из отходов животных
	Улучшение рациона питания жвачных животных для сокращения выбросов метана
Поглощение углерода	Высадка новых лесов
	Восстановление лесных массивов
	Защита лесов
	Управление лесом

По состоянию на май 2006 г. по всему миру зарегистрировано 194 проекта по МЧР, которые в период до 2012 г. приведут к сокращению выбросов парниковых газов более чем на 350 млн. т CO_2-эквивалента.

Проектный цикл МЧР. Проектный цикл по механизму чистого развития можно представить как следующую последовательность шагов:

Шаг 1	Планирование проекта по МЧР участниками проекта
Шаг 2	Подготовка проектно-технической документации по проекту, включая построение базовой линии выбросов и составление плана мониторинга сокращений
Шаг 3	Получение одобрения от национальных органов стран, участвующих в проекте
Шаг 4	Независимая оценка (валидация) проектно-технической документации оперативным органом, аккредитованным при Исполнительном совете по МЧР
Шаг 5	Регистрация проекта как проекта по МЧР в Исполнительном комитете
Шаг 6	Мониторинг фактических сокращений выбросов парниковых газов, которые достигаются в период эксплуатации проекта
Шаг 7	Верификация и сертификация оперативным органом, аккредитованным при Исполнительном совете по МЧР, достигнутых сокращений выбросов
Шаг 8	Введение в обращение Исполнительным комитетом сертифицированных сокращений Выбросов (ССВ) в объеме, равном количеству реально достигнутых сокращений выбросов, верифицированным и сертифицированном оперативным органом
Шаг 9	Распределение ССВ между участниками проекта в соответствии с ранее достигнутыми договоренностями

3.3.2. Деятельность по адаптации

В 2001 г. в Марракеше были подготовлены руководящие нормы и правила по исполнению положений Киотского протокола, которые было окончательно приняты в декабре 2005 г. на Первом совещании Сторон Киотского протокола. Важно, что были сформулированы все требования и правила, необходимые для участия в Киотском протоколе, включая механизмы гибкости и помощь развивающимся странам. В соответствии с Марракешскими договоренностями принято решение об образовании двух специальных фондов для поддержки развивающихся стран: Специального фонда изменения климата и Фонда для наименее развитых стран для поддержки передачи технологий, реализации проектов по адаптации к изменению климата и других видов деятельности. Как было объявлено на Девятой конференции Сторон РКИК в Милане (2004 г.), Европейский союз, Канада, Исландия, Новая Зеландия, Норвегия и Швейцария выразили предварительное желание вносить в эти фонды ежегодно 410 млн. долл. США.

В настоящее время РКИК разрабатывается «Пятилетняя программа работы в области воздействий, уязвимости и адаптации к изменению климата». На Одиннадцатой конференции Сторон РКИК в Монреале (2005 г.) эта программа была в общих чертах принята, и теперь предстоит наполнить ее практическим содержанием. Будут определены виды деятельности и условия осуществления проектов в конкретных странах. Также должен быть составлен список международных организаций (включая организации ООН), которые на практике будут выполнять и финансировать проекты по адаптации к изменению климата.

3.3.3. Деятельность по Статье 6 РКИК

Важным правовым инструментом международной помощи развивающимся странам является Статья 6 РКИК «Просвещение, подготовка кадров и информирование общественности», которая предполагает на национальном уровне:

I) разработку и осуществление программ просвещения и информирования общественности по проблемам изменения климата и его последствий;

II) доступ общественности к информации об изменении климата и его последствиях;

III) участие общественности в рассмотрении вопросов изменения климата и его последствий и в разработке соответствующих мер реагирования;

IV) подготовку научного, технического и управленческого персонала.

На международном уровне должна проводиться:

I) разработка материалов для целей просвещения и информирования общественности по вопросам изменения климата и его последствий и обмене такими материалами;

II) разработка и осуществление программ в области образования и подготовки кадров.

В 2002 г. на Восьмой конференции Сторон РКИК в Дели была принята программа работы по Статье 6 Конвенции на следующие пять лет. Программа должна содействовать осуществлению всех элементов статьи 6 Конвенции, включая просвещение, подготовку кадров, информирование общественности и пр. Именно в рамках данной программы Программа ООН по охране окружающей среды (ЮНЕП) оказала поддержку в подготовке и издании данного учебного пособия.

Каждая сторона РКИК должна выполнять обязательства по Статье 6 Конвенции с учетом своих возможностей и приоритетов в области устойчивого развития. Это значит, что развитые страны должны предоставлять определенные средства для образовательных и информационных проектов в развивающихся странах.

Среди основных направлений деятельности по Статье 6 в Делийской программе можно выделить следующие: просвещение, подготовку кадров и информирование общественности:

- активизировать усилия по разработке учебных программ и подготовке преподавателей;
- изыскивать возможности для широкого распространения информации об изменении климата, особое внимание следует уделить материалам Третьего, а со второй половины 2007 г. – Четвертого оценочных докладов МГЭИК;
- информировать общественность о причинах изменения климата и источниках выбросов парниковых газов, а также о мерах по их снижению;
- информировать общественность о содержании национальных сообщений и внутренних климатических программах.

3.3.4. Перспективы будущих соглашений по климату

Среди недостатков Киотского протокола называли и ограниченный срок его действия – пятилетний период (2008–2012 гг.), что не позволяет государствам и компаниям планировать долгосрочную деятельность по реализации Протокола. Киотский протокол заканчивает свое действие 31 декабря 2012 г. В декабре 2005 г. на Одиннадцатой конференции Сторон РКИК ООН и Первом совещании Сторон Киот-

ского протокола – КС-11/СС-1 в Монреале был начат переговорный процесс по будущим обязательствам. Договоренности включали и сохранение применения рыночных механизмов, в том числе разработку новой системы квот на выбросы до начала этого периода выполнения обязательств. Определить формат и сроки переговоров было очень непросто, особенно при нежелании США даже обсуждать будущее соглашение.

В рамках Киотского протокола можно начать переговоры, но они будут без США. В рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата США не позволят принять никакого документа, где прямо упоминается Киотский протокол. Многие развивающиеся страны выступали против расширения числа стран с численными обязательствами по снижению выбросов парниковых газов. Заседания КС-11 (194 стран Рамочной конвенции ООН об изменении климата) и СС-1 (157 стран Киотского протокола: все развитые страны, кроме США и Австралии; крупнейшие развивающиеся страны: Китай, Индия, Бразилия; почти все страны СНГ) шли в одном и том же зале попеременно.

Европейский союз привержен идее сильных и «жестких» обязательств. Например, для развитых стран предлагается снижение выбросов парниковых газов к 2020 г. на 15–30% (от уровня 1990 г.). Такие обязательства отвечали бы достижению стратегической цели – остановить глобальное изменение климата на уровне 2–3 °С. Япония, Канада, Норвегия и другие развитые страны (кроме США) также планируют создание и развитие национальных систем торговли квотами на выбросы, а также организацию «связующих» окон для международной торговли. Примером такого «окна» является доступ единиц снижения выбросов, полученных в проектах механизма чистого развития и совместного осуществления.

Ведущие развивающиеся страны, такие как Китай, Бразилия, Мексика, ЮАР, Аргентина, Индия, Южная Корея, признают необходимость наличия соглашения после 2012 г. и рыночные методы регулирования. Однако они неоднократно подчеркивали, что обязательства не должны тормозить их экономический рост или создавать им социальные проблемы. Для большинства стран характерно стремление к активному развитию механизма чистого развития, желание получения помощи на меры по адаптации к изменениям климата. Наименее развитые страны настаивают на прямой финансовой поддержке.

США – крупнейший в мире эмиттер парниковых газов – не участвуют в Киотском протоколе и не собираются этого делать до конца срока его действия. С другой стороны, в США предпринимаются все более активные внутренние действия по снижению выбросов парниковых газов. Имеются соответствующие инициативы более 20 отдельных штатов, не ставится под сомнение поддержка рыночных методов регулирования – торговли квотами. Есть сдвиги в понимании роли Киотского протокола и на уровне президентской администрации: США не хотели бы остаться в международной изоляции, особенно после тайфуна «Катарина», когда президент Буш признал наличие серьезной угрозы антропогенного изменения климата и необходимость снижения выбросов парниковых газов. США инициировали подписание так называемого Азиатско-Тихоокеанского пакта (см. п. 3.2.3), целью которого является не разрушение Киотского протокола, а демонстрация всему миру своих действий по противодействию глобальному изменению климата.

Таким образом, на деле США делают совсем немало, но они категорически против обсуждения будущих обязательств как продолжения Киотского протокола. Важно учесть и то, как на США смотрят другие страны. У Великобритании, Канады, Австралии и ряда других стран установилось твердое мнение, что новое соглашение обязательно должно включать США.

На конференции были достигнуты четкие договоренности о выработке нового международного соглашения, которое должно заработать с 2013 г. Это чрезвычайно важный вопрос, без его решения вряд ли можно будет говорить о долгосрочной деятельности по снижению выбросов парниковых газов, о проектах и долгосрочных адаптационных мерах. Были образованы три переговорных площадки, по каждой из которых принято соответствующее решение.

- Переговоры в рамках РКИК ООН – проведение официальных семинаров, сбор мнений Сторон. Соответствующее решение выдержано в мягких формулировках, устраивающих США. В нем нет прямого упоминания Киотского протокола и указывается как на многосторонние, так и на двусторонние инициативы стран. В данном контексте можно отметить, что в Азиатско-Тихоокеанском пакте прямо записано, что он является частью деятельности по РКИК ООН. Все это в целом говорит о хороших перспективах будущих переговоров.
- Переговоры по Статье 3.9 Киотского протокола, предписывающей начать переговоры по второму периоду обязательств по протоколу за семь лет до окончания первого (то есть в 2005 г.). Здесь образован специальный орган – Переговорная группа, в решении специально указано, что между нынешним и будущим периодами обязательств не должно быть «окна», т. е. углеродный бизнес и торговые системы смогут работать без перерыва на вступление в силу новых обязательств. Конечно, будет непросто закончить переговоры и ратифицировать будущее соглашение до 2013 г.
- Переговоры по Статье 9 Киотского протокола, предусматривающей на Втором совещании Сторон Киотского протокола (2006 г.) начать анализ и пересмотр обязательств по Киотскому протоколу с целью выработки будущих обязательств.

Пока переговоры будут параллельно идти и среди стран РКИК ООН, где будут участвовать США, и среди стран – участников Киотского протокола, которые будут работать в переговорной группе по статье 3.9 Киотского протокола, а с 2006 г. начнут переговоры по Статье 9 Киотского протокола. Сейчас рано говорить о том, какими будут будущие обязательства. Развивающиеся страны неоднократно подчеркивали, что начало переговоров не означает, что участвующие в них развивающиеся страны возьмут новые обязательства. Однако уже сейчас можно сделать вывод, что нет серьезного риска прекращения процесса снижения выбросов парниковых газов после 2012 г. Нет риска ликвидации рыночных механизмов и возврата к административным методам регулирования на международном уровне. Однако масштабы и эффективность проектов и адаптационных мер по помощи развивающимся странам, а также любого вида «углеродного» бизнеса зависят от типа обязательств, которые будут взяты на период после 2012 г. – важно понимать, что слабые обязательства – это и слабые ответные действия.

Киотский протокол вместе с Рамочной конвенцией являются наиболее важными и масштабными международными договоренностями в области охраны окружающей среды как по серьезности решаемых проблем, так и по прямому и потенциальному воздействию на все сферы мировой экономики и международных экономических отношений. Безусловно, будущие договоренности усилят тенденцию углубления международного экологического регулирования и смещения акцента регулирования экологических проблем на международный уровень и позволят перейти к качественно новому этапу развития институциональной основы процессов глобализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВМО, 2003. Всемирная метеорологическая организация. Наш будущий климат.

2. Бердин В. Х., Васильев С. В., Данилов-Данильян В. И., Кокорин А. О., Кураев С. Н. Киотский протокол – вопросы и ответы. WWF России, Российский региональный экологический центр, Национальное углеродное соглашение. – М., 2003. С. 24. www.wwf.ru

3. Кокорин А. О., Бердин В. Х., Грицевич И. Г., Федоров Ю. Н., Парниковые газы – глобальный экологический ресурс. Справочное пособие. WWF России. – М., 2004. С. 136. www.wwf.ru.

4. Кокорин А. О., Грицевич И. Г., Сафонов Г. В. Изменение климата и Киотский протокол – реалии и практические возможности. WWF России. – М., 2004. С. 64.

5. Ануфриев В. П., Чазов А. В., Энергоэффективность и проблема изменения климата / Учебный курс для студентов энергетических специальностей высших учебных заведений. WWF России. – М., 2006. – 192 с.

6. Пискулова Н. А. Киотский протокол: возможности для России. МГИМО. – М.: WWF России, 2006.

7. Первые десять лет РКИК. Секретариат РКИК. – Бонн, Германия, 2004 www.unfccc.int, www.wwf.ru.

8. ЮНЕП Изменение климата – справочные материалы. 2004 www.unep.ch.

9. Родина Е. М., Абайханова З. О., Ильясов Ш. А. и др. Киотский протокол и Кыргызстан. – Бишкек, 2004. – 15 с.

10. Первое национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек, 2002. – 97 с.

11. Первое национальное сообщение Республики Казахстан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Алматы, 1998. – 73 с.

12. Первое национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Ташкент, 1999. – 112 с.

13. Первое национальное сообщение Туркменской Республики по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Ашгабад, 1999. – 94 с.

14. Резюме доклада об изменении климата. Таджикистан. – Душанбе, 2001. – 31 с.

15. Влияние изменения климата на экосистемы. Охраняемые природные территории России. WWF. – М.: WWF, 2001. С. 146. www.wwf.ru.

16. Голуб А. А., Струкова Е. Б., Сафонов Г. В. (ред.) Сборник материалов Российско-американского семинара по торговле квотами на выбросы парниковых газов, USAID, ISC, Государственный комитет РФ по охране окружающей среды. – М., 1998. С. 121.

17. Голуб А. А., Захаров В. М., Сафонов Г. В. (ред.) Управление парниковыми газами в России: региональные проекты и инициативы бизнеса. Центр экологической политики России. – М., 2004. С. 86.

18. Грабб М., Вролик К., Брэк Д. Киотский протокол. Анализ и интерпретация. Пер. с англ. Ред. русского издания Л. Скуратовская, А. Кокорин. – М.: Наука, 2001. С. 303. www.wwf.ru.

19. Грабб М. и др. Стратегический анализ Киото-марракешской системы. Пер. с англ. Ред. русского издания Л. Скуратовская, А. Кокорин. WWF России, RIIA, Imperial College London, World Council of Churches. – М., 2003. С. 12. www.wwf.ru.

20. Зинченко А. В. Международная методика инвентаризации выбросов парниковых газов. – Спб.: НПК «Атмосфера», 2003. С. 99.

21. Израэль Ю. А, Груза Г. В., Катцов В. М., Мелешко В. П., Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий. «Метеорология и гидрология», 2001, №5. С. 5–21.

22. Киотский протокол: политика и практика. Международный журнал «БИЗНЕС». Спецвыпуск, 2003. С. 98. www.ruscarbon.ru.

23. МГЭИК (IPCC): Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов (Международная методика 1996 г.). Т. 2. Рабочая книга по инвентаризации парниковых газов, 1997. www.ipcc.ch.

24. МГЭИК (IPCC): Изменения климата 2001. Третий оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC). Резюме для лиц, определяющих политику. Т. 1. Научные аспекты. С. 109. Т. 2. Последствия, адаптация и уязвимость. С. 107. Т. 3. Смягчение последствий. С. 103. www.ipcc.ch.

25. МГЭИК (IPCC): Руководящие указания по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов (Международная методика наилучшей практики, 2001 г.). www.ipcc.ch.

26. Третье национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со Статьями 4 и 12 Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата, – М., 2002. С. 123. www.unfccc.int

27. Сценарии выбросов. Резюме для лиц, определяющих политику / Специальный доклад рабочей группы III МГЭИК, ВМО/ЮНЕП. – Женева, 2000. – 20 с.

28. Техническое руководство МГЭИК по оценке воздействий изменения климата и адаптации / ВМО. – Женева, 1995. – 65 с.

Список сайтов

Рамочная конвенции ООН об изменении климата и Киотский протокол

www.unfccc.int – Секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК). Архив документов и решений Конвенции, новости, данные о выбросах парниковых газов в разных странах, официальные государственные доклады по проблеме изменения климата, информация о Киотском протоколе и ходе его ратификации.

www.oecd.org – Организация по экономическому сотрудничеству и развитию, объединяющая все развитые страны. Информация о деятельности в области изменения климата в странах – членах ОЭСР и странах с переходной экономикой. Методические материалы по нормам, политике и мерам по снижению выбросов парниковых газов.

www.iea.org – Международное энергетическое агентство. Информация по вопросам эффективного использования энергии, возобновляемой энергетики и др.

www.eea.eu.dk – Европейское агентство по охране окружающей среды, методика учета выбросов парниковых газов CORINAIR, данные по странам Европейского союза.

www.panda.org – Всемирный фонд дикой природы – WWF International. Информация о климатических событиях, влиянии изменений климата на экосистемы, программе WWF «Новая энергетика – новая жизнь» (PowerSwitch!).

www.wwf.ru – Всемирный фонд дикой природы – Россия (WWF России). Библиотека публикаций, новости, сведения о климатической программе WWF, текст Киотского протокола на русском языке, глоссарий.

www.rusrec.ru – Российский региональный экологический центр. Новости и аналитические материалы. Экономика окружающей среды. Проблемы изменения климата и Киотский протокол.

www.climatechange.ru – Образовательно-информационный сайт по проблеме изменения климата на русском языке. Проблема изменения климата, деятельность по Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

www.environmentaldefense.org – Американская организация «Защита природы». Материалы по экологическим проблемам, включая и изменения климата. Публикации и материалы о деятельности, связанной с парниковыми газами, в США и других странах.

www.pewclimate.org – Pew Center on Global Climate Change объединяет бизнесменов, политиков и ученых, обеспокоенных проблемой изменения климата. Материалы по климатической политике, новости, публикации.

http://accord.cis.lead.org – «Эко-Согласие» – Центр по проблемам окружающей среды и устойчивого развития. Хроника событий. Новости. Информация о международных экологических соглашениях. Рассылка материалов по экологическим проблемам, включая изменение климата и Киотский протокол.

www.nwl.net.ru – Крупнейшая электронная сеть экологических организаций. Обмен информацией, рассылка материалов, дискуссии по злободневным вопросам.

www.unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php – Секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК). Здесь помещены все подготовленные Национальные сообщения различных стран по изменению климата, в том числе Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана и Туркменистана.

www.climate.uz – Официальный сайт Узгидромета, где помещены материалы по изменению климата на территории Узбекистана.

www.climatechange.undp.kg – Официальный сайт Кыргызстана по подготовке Национального сообщения по Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

Торговля квотами и проекты совместного осуществления

www.unfccc.int – Секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК). Архив документов и решений Конвенции, новости, данные о выбросах парниковых газов в разных странах, официальные государственные доклады по проблеме изменения климата, информация о Киотском протоколе и ходе его ратификации.

www.gefweb.org – Global Environment Facility – Глобальный экологический фонд (природоохранные проекты, в том числе по развитию энергетики и снижению выбросов парниковых газов).

http://europa.eu.int/scadplus/leg – Решения Евросоюза по выполнению Киотского протокола и снижению выбросов парниковых газов.

www.defra.gov.uk – Инициативы и решения Великобритании по выполнению Киотского протокола и снижению выбросов парниковых газов, в частности по углеродному рынку.

www.rusrec.ru – Российский региональный экологический центр. Новости и аналитические материалы. Экономика окружающей среды. Проблемы изменения климата и Киотский протокол.

www.environmentaldefense.org – Американская организация «Защита природы», материалы по экологическим проблемам, включая и изменения климата. Публикации и материалы о деятельности, связанной с парниковыми газами, в США и других странах.

www.nopppu.ru – Некоммерческое партнерство «Национальная организация поддержки проектов поглощения углерода». Новости и аналитические материалы. Энергоэффективность и Киотский протокол. Регионы РФ и стабилизация выбросов парниковых газов.

www.cenef.ru – Центр по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ), г. Москва. Материалы по энергоэффективности и энергосбережению. Публикации, в том числе по проблемам учета и снижения выбросов парниковых газов и Киотского протокола.

www.natcarbon.ru – Национальное углеродное соглашение – ассоциация российский компаний, заинтересованных в экономически эффективном решении проблемы изменения климата.

www.pewclimate.org – Pew Center on Global Climate Change объединяет бизнесменов, политиков и ученых, обеспокоенных проблемой изменения климата. Материалы по климатической политике, новости, публикации.

www.prototypecarbonfund.org – Экспериментальный углеродный фонд Всемирного банка. Информация о деятельности и проектах по Киотскому протоколу.

www.carbonmarketsolutions.com – Сайт для консультаций по практическому использованию механизмов Киотского протокола, торговли квотами, проектов совместного осуществления и чистого развития.

www.pointcarbon.com – Информация и аналитические материалы по состоянию мирового углеродного рынка.

www.carbonfund.ru – Энергетический углеродный фонд РАО «ЕЭС России», информация о деятельности, материалы по проблеме парниковых газов.

www.carboncredits.nl – Голландская программа ERUPT по закупке единиц снижения выбросов парниковых газов. Информация о текущем тендере проектов, а также выполняемых и планируемых проектах.

www.climate-strategies.org – Climate Strategies – европейская сеть исследовательских организаций по проблемам климатической политики. Проекты и отчеты. Материалы по целевым экологическим инвестициям.

www.npaf.ru – Российская программа организации инвестиций в оздоровление окружающей среды. Материалы по проблеме изменения климата. Материалы по проекту ГЭФ/МБРР «Российская программа развития возобновляемых источников энергии»

www.bp.com – Углеродная программа «Бритиш Петролеум».

www.shell.com – Углеродная программа «Шелл».

Лекция 4. Водные ресурсы Земли в условиях меняющегося климата

4.1. Изменения климата и проблема водных ресурсов земного шара

В марте 2003 г., накануне Третьего всемирного форума по водным вопросам (Киото, 2003), специальной комиссией ООН был опубликован «Доклад о развитии всемирного водного хозяйства: вода для людей, вода для жизни». В соответствии с его положениями мир стоит на пороге беспрецедентного кризиса в области водных ресурсов, обусловленного стремительным ростом населения, загрязнением окружающей среды и изменениями климата. В ходе форума было установлено, что на 2003 г. 40% человечества живет в регионах, испытывающих недостаток питьевой воды. К 2025 г. их численность может достигнуть 5,5 млрд. человек, что составит около 70% населения того времени, а к 2050 г. из 9,3 млрд. человек – около 7 млрд. (примерно 75%) в 60 странах мира будут страдать от дефицита воды.

В резолюциях Йоханнесбургского саммита 2002 г. «Повестка дня на XXI век» отмечено, что к наиболее серьезным последствиям изменения климата относится их влияние на гидрологический цикл и на системы использования водных ресурсов и, следовательно, на социально-экономические системы. Неопределенность, имеющая место при прогнозировании изменений климата в глобальных масштабах, значительно возрастает для региональных, национальных и местных уровней. Вместе с тем, установленные тенденции к повышению температуры и уменьшению атмосферных осадков могут привести к уменьшению возможностей водоснабжения при возрастании спроса на водные ресурсы. На территориях, где возможно увеличение количества атмосферных осадков, нет уверенности в том, что они выпадут в тот сезон года, когда они наиболее необходимы.

Наблюдения показали, что самое сильное за последние 1 000 лет потепление климата, наблюдавшееся в XX в. в Северном полушарии, сопровождалось серьезными гидрологическими последствиями. Оно вызвало явное уменьшение протяженности распространения снежного и ледяного покрова на 10–15%, сокращение на две недели ежегодной продолжительности покрытия льдом озер и рек, увеличение количества и мощности наводнений, селей и селевых паводков. Наблюдается повсеместное отступление языков горных ледников, толщина льда в Арктике сократилась почти на 40%. Повысился уровень Мирового океана. Соленые морские воды проникают в устья рек и производят там существенные, часто нежелательные, изменения экологических условий.

Изучение взаимосвязи между изменениями характеристик климата и водных ресурсов на глобальном и региональном уровнях становится насущной необходимостью для студентов гуманитарных и естественных специальностей.

4.2. Роль воды в жизнедеятельности организмов. Гидросфера и водные ресурсы Земли

Две трети организма преобладающего большинства земных животных и растений состоит из воды. В их жизнедеятельности вода используется непрерывно как важнейший компонент процесса обмена веществ. Как известно, на земле обнаружены анаэробные микроорганизмы (дрожжи, простейшие и черви), способные жить без атмосферного кислорода, но не определен ни один животный или растительный организм, который мог бы жить без потребления воды. Другими словами, нельзя представить биологическую жизнь на нашей планете без участия воды.

Установлено, что объем воды, ежегодно используемый живыми организмами биосферы Земли для своей жизнедеятельности, составляет 1/1 000 часть Мирового океана, имеющего объем водной массы, равный 1340 млн. м^3. Т. е. всего за 1 000 лет вся масса воды Мирового океана проходит через биологические организмы. Если учесть, что жизнь на Земле появилась несколько сот миллионов лет назад, то получится, что воды земного шара прошли через ее биосферу сотни тысяч раз. Естественно, что такое продолжительное взаимодействие воды и живых организмов не прошло бесследно для них, а оказало влияние на их состав и свойства.

Особенно интересны взаимосвязи человека и животных с водой. Оказалось, что клетка человека и животных на 70% состоит из воды, а их кровь содержит до 80% воды. Человек и животные за период эволюционного развития приобрели способность при нехватке пищи и воды расщеплять жировые накопления и выделять из собственного организма воду для поддержания своей жизни.

Каково же влияние человечества как частицы биосферы, на водную оболочку – гидросферу Земли?

Если принять численность населения земли равной 6 млрд. человек, то их вес составит примерно 420 млн. т, что занимает около 1% общей массы биосферы. Общий объем воды, содержащейся в организмах всех людей, будет равным примерно, 280 млн. м^3, что в 6 000 раз меньше объема озера Иссык-Куль. При среднесуточной биологической потребности человека в воде, равной 2,5 л, человечество потребляет 15 млрд. л. воды в сутки, или около 5,5 км^3 в год, что в 20 раз меньше стока рек Сырдарья и Амударья в средний по водности год. По данным Третьего всемирного водного форума, в настоящее время из рек и подземных источников забирается питьевой воды 50 м^3/год на человека (137 л/чел. в день), значительная часть которой затрачивается на хозяйственно-бытовые нужды. Общее изъятие воды для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд человечества в целом составило около 300 км^3/год. По прогнозам М. Львовича (1986), на данное время человечество должно было на эти нужды забирать воду из природных источников в объеме 480 км^3/год при расходовании ее на душу населения 65 м^3/год. Целый ряд негативных природных и социально-экономических факторов развития мирового водного хозяйства не дали возможности для осуществления этих прогнозов.

Но, как известно, связь человека с водой не ограничивается только ее биологическим потреблением. В настоящее время объем воды, используемой человечеством для своей хозяйственной деятельности, в сотни тысяч раз превысил уровень питьевого водопотребления. Оно сегодня использует не только воды рек, озер, болот и ледников, но выкачивает большие объемы подземных вод, из атмосферной влаги осаждает искусственные дожди, поливая растения и пополняя высыхающие озера.

На что и в каком объеме затрачивает природную воду человек для поддержания своей жизнедеятельности?

С древнейших времен и до наших дней орошаемое земледелие является наиболее водоемкой отраслью хозяйства. Как 5 000 лет назад в Древнем Египте, 1 500 лет назад в Хорезме, так и сегодня для производства 1 т орошаемой пшеницы расходуется 1 000–2000 т. воды в зависимости от местных условий района орошения, для получения 1 т хлопка – от 3 000 до 4 000, 1 т риса – более 5 000 т.

Здесь следует отметить, что, по данным С. Брука (1981), к середине текущего века население планеты достигнет примерно 9 млрд., а к концу века – 11–12 млрд. человек и на этом уровне стабилизируется. Исходя из этого, нижеприводимые прогнозы по предельному водопользованию отраслей хозяйства ориентированы на эти цифры.

Непрерывный рост численности населения Земли предполагает такую же тенденцию роста его потребностей в сельскохозяйственной продукции. Это, в свою очередь, определяет необходимость наращивания площадей орошаемого земледелия. По расчетам М. Львовича (1986), максимально возможный рост таких площадей на земном шаре ограничен 500 млн. га, для орошения которых потребуется около 4 250 км^3/год воды при условии уменьшения норм орошения, при сокращении безвозвратного расхода воды на единицу продукции за счет агротехнического прогресса.

Промышленность, обеспечивая человека большим количеством разнообразных жизненно необходимых вещей, для своего функционирования требует значительные объемы воды. Причем промышленное водопользование растет не только из-за быстрого развития самого промышленного сектора мирового хозяйства, но и из-за увеличения расхода воды на производство единицы новых искусственных видов продукции. Если на производство 1 т хлопчатобумажной ткани предприятия расходуют около 250 м^3 воды, то на производство 1 т синтетического волокна используется от 2 500 до 5 000 м^3 воды. Для получения 1 т аммиака затрачивается 1 000 т воды, 1 т синтетического каучука – 2 000 т, 1 т никеля – 4 000 т.

По расчетам М. Львовича, в отдаленной перспективе потенциальная потребность мировой промышленности в водных ресурсах, при оборотном водоснабжении, может составить 5 000 км^3/год, что должно обеспечиваться ежегодным забором 400 км^3 воды из природных источников. Животноводство, способное обеспечить продукцией 10 млрд. человек, будет расходовать воды в объеме 245 км^3/год, безвозвратный расход воды и потери на испарение с гидроэнергетических водохранилищ составят 500 км^3/год.

Вся водная масса Земли сосредоточена в гидросфере, которая включает в себя совокупность водных объектов земного шара: океаны, моря, озера, ледники, реки, болота, подземные воды, снежный покров и водохранилища, воду в атмосфере и живых организмах. Текущее состояние и тенденции изменений их морфометрических характеристик, основным из которых является объем содержащейся в них воды, зависят от целого ряда природных и антропогенных факторов, определяющих процесс круговорота воды в природе. Круговорот воды обеспечивает единство и взаимную связь составляющих гидросферы, включая каждую каплю воды в бесконечное движение по ним. Главным механизмом этого процесса является климат Земли и ее отдельных частей, точнее, пространственно-временные изменения его характеристик.

В настоящее время существует целый ряд текущих оценок распределения водной массы Земли по составляющим гидросферы. Мы сочли целесообразным использование данных монографии «Мировой

водный баланс и водные ресурсы Земли» (1974) Р. Клиге (1982) и М. Львовича (1986). Следует отметить, что эти расчеты наиболее полно учитывают действительные условия с методической точки зрения и относятся к состоянию гидросферы и климата Земли на 1970–1980-е гг. XX столетия.

Общий объем воды в водных объектах на земном шаре составляет около 1 390 млн. км^3, при этом на долю Мирового океана приходится 96,4%. Из водных объектов суши наибольшее количество воды содержат ледники – 25,8 млн. км^3 (1,86% всех вод на Земле). Из этого количества воды на долю ледников Антарктиды (21,6 млн. км^3), Гренландии (2,3 млн. км^3) и островов Арктики (83 500 км^3) приходится соответственно 89,8; 9,7 и 0,3%. Горные ледники содержат всего около 0,2% (40 000 км^3) вод суши.

В гидрологии признано, что подземные воды, расположенные до уровня 2000 м под земной поверхностью, подвержены влиянию климата и участвуют в круговороте воды в природе, и поэтому их относят к гидросфере. По «Мировому водному балансу.., 1974» они оцениваются в объеме 23,4 млн. км^3 (1,68% вод Земли). По расчетам Р. Клиге, их объем равен 34,2 млн. км^3 (2,47% гидросферы), по М. Львовичу – 60 млн. км^3, по А. Макаренко – 86, 4 млн. км^3. Имеющие место различия связаны с чрезвычайной сложностью оценки распространения данного вида природных вод в земной коре.

Представленные выше характеристики составляющих гидросферы определены для конкретного отрезка времени при конкретных климатических условиях. Очевидно, однако, что с течением времени происходит периодическое перераспределение воды в самой гидросфере. Основой такого перераспределения служат воздействия изменений климатических условий, обусловленные особенностями поступления на земную поверхность солнечной радиации и формированием тепловых процессов. Глобальные по времени и пространству изменения в объемах вод происходят в таких элементах гидросферы, как Мировой океан и ледники. В эпохи потеплений, называемые межледниковьями, ледники тают и увеличивают объем воды в Мировом океане, в ледниковые периоды происходит обратный процесс – влага в виде льда накапливается в ледниках, уменьшая объем Мирового океана. Так, за последние 18 000 лет уровень Мирового океана повысился приблизительно на 100 м, что соответствует приращению объема на 37,5 млн. км^3, или на 2,8%. В XX столетии, в связи глобальным потеплением, материковые запасы вод сократились на 46 400 км^3, соответственно, увеличился объем вод в Мировом океане. Это привело к повышению его уровня на 11,4 см, или на 1,5 мм/год.

Движение воды в пределах гидросферы обусловлено воздействием тепловой энергии Солнца и силы тяжести Земли. На поверхности Мирового океана 90% радиационного баланса (3,43 млрд. Дж/м^2) затрачивается на испарение, испаряя при этом ежегодно 505 000 км^3 воды. Из них 458 000. км^3 выпадает на его поверхность в виде атмосферных осадков. 47 000 км^3 переносятся на сушу, выпадают в виде атмосферных осадков и возвращаются речным стоком. На поверхности суши испаряется 72 000 км^3 воды, на что затрачивается 1,13 млрд. Дж/м^2 тепла (54% ее радиационного баланса). Из него и воды, поступающей с океана, слагается ежегодный объем атмосферных осадков над сушей, равный 119 000 км^3. Расходуется тепло и на таяние ледников, сток с которых составляет около 3 000 км^3. Очевидно, что описанное движение вод в гидросфере предполагает постоянное обновление воды в каждой из ее частей.

Такая достаточно упрощенная схема водообмена между частями гидросферы показывает, что его скорость должна быть различной в ее разных звеньях. Время, в течение которого должна произойти полная замена вод в водном объекте, называется периодом условного возобновления вод. Так, например,

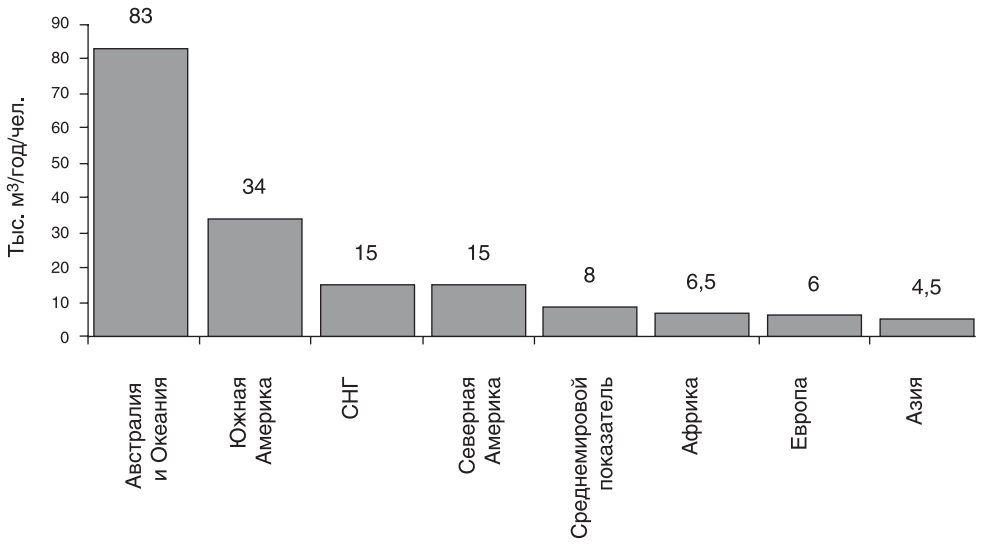


Рис. 4.1. Условная обеспеченность ресурсами речного стока различных регионов земного шара, на душу населения.

ежегодно 505 км³ воды Мирового океана, или 0,04% его объема, принимает участие в процессе водообмена. Период условного возобновления вод для него составит 1 337 млн. км³/ 505 000 км³ = 2 650 лет (табл. 1). Годовой сток всех рек мира (41 700 км³) почти в 20 раз больше объема воды, которая находятся в них единовременно (2 120 км³). Поэтому воды в реках мира в среднем возобновляются за 2 120/ 41 700 = 0,051 года, т. е. за 19 дней. Наиболее быстро возобновляются воды в атмосфере – 8 дней, а медленно воды ледников и подземных льдов: 9 700–10 000 лет. Изменения климата непосредственным образом повлияют на скорость возобновления вод в водных объектах, что приведет к перестройке всего механизма водообмена в гидросфере Земли.

Биологическая жизнь и хозяйственная деятельность человека нуждаются в использовании воды определенного качества, которое должно соответствовать санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям. Количество воды должно обеспечивать потребности человека в оптимальной организации своей жизнедеятельности. Однако, как сказано выше, из общего количества воды на Земле, составляющего около 1 390 млн. км³, 96,4% приходится на соленые воды Мирового океана, которые не могут быть использованы без специальной очистки. Человек может использовать для своей жизнедеятельности только пресные воды, т. е. такие воды, в которых содержание растворенных минеральных веществ не превышает 1 г/л. Пресные воды в гидросфере занимают объем, равный 36,7 млн. км³, что составляет всего 2,64% общего количества. Но из этого объема пресных вод не все виды доступны для использования в настоящее время.

Введем понятие о водных ресурсах – наиболее ценном для человека природном ресурсе.

Водные ресурсы – это пригодные для употребления и доступные для изъятия пресные воды, заключенные в реках, озерах, ледниках и подземных горизонтах. Величина водных ресурсов изменяется в зависимости от технической и технологической оснащенности человеческого общества. Научно-технический прогресс определяет рост возможностей для забора воды из ранее недоступных источников.

Пары атмосферы, воды подземных и полярных льдов, снежного покрова, глубинных слоев земной коры пока используются человечеством из-за их технологической труднодоступности в несущественных объемах. Они представляют собой потенциальные водные ресурсы. В отдаленной перспективе, при развитии технологии опреснения, соленые воды океанов и морей также станут важными составляющими водных ресурсов.

В соответствии с материалами Третьего всемирного водного форума (Киото, 2003), на настоящее время объем воды, пригодной для непосредственного использования человеком, определен равным 9 000 км^3. Из них потребляется человечеством 4 000 км^3. Основным источником этих вод являются реки, незначительная часть водозабора обеспечивается из подземных вод.

Водные ресурсы мира, основная часть которых обеспечивается речным стоком, распределены по материкам, частям света и отдельным регионам весьма неравномерно. При среднемировом показателе обеспеченности ресурсами речного стока в расчете на душу населения, равном 8 000 м^3/год, его самое высокое значение имеют Австралия и Океания – 83 000 м^3/год, самое низкое принадлежит Азии – 4 500 м^3/год (рис. 4.1).

Прирост населения является основным фактором снижения уровня водообеспеченности. Так, за счет увеличения населения Земли за 25 лет (1970–1994 гг.) на 2 млрд. человек водообеспеченность снизилась в 1,7 раза – с 13 000 м^3/год до 8 000 м^3/год. При этом больше всего уменьшилась водообеспеченность населения Африки (в 2,8 раза), Азии (в 2 раза), Южной Америки (1,7 раза), в то время как водообеспеченность населения Европы уменьшилась всего на 16%. В густонаселенных регионах Азии, Центральной и Южной Европы, Африки современная водообеспеченность находится в пределах 1 200–1 500 м^3/год, а на севере Африки и Аравийском полуострове она составляет всего 200–300 м^3/год. Отметим, что водообеспеченность меньше 2 000 м^3/год считается очень низкой, а меньше 1 000 м^3/год – катастрофически низкой.

4.3. Изменения климата и их влияние на водные ресурсы Земли

4.3.1. Изменения климата и возможные изменения круговорота воды в природе

Влагооборот является важным фактором образования климата. Он тесно связан с солнечной радиацией, циркуляцией атмосферы и особенностями подстилающей поверхности. Поэтому любые изменения характеристик климата сказываются на элементах процесса круговорота воды на земном шаре. Чтобы судить о возможном влиянии изменений климата на круговорот воды, следует обратиться к результатам палеоклиматических исследований, которые показывают поведение отдельных звеньев гидросферы Земли при потеплениях и похолоданиях, повышении увлажненности и росте засушливости в целом на планете или ее отдельных частях. Ход климата за последние 10 000 лет, называемые послеледниковой эпохой, совершал неоднократные колебания, наиболее заметные в температуре высоких широт, а в увлажнении – от полярных широт до субтропических. Причем от 10 000 до 6 000 лет назад ход температуры характеризовался постепенным повышением, 5 000 лет назад сменившийся похолоданием. Увлажнение в наиболее теплые и холодные эпохи было повышенным, а промежуточные эпохи были сухими. XVIII и частично XIX в. находились на конечном отрезке малой ледниковой эпохи и были холодными и влажными. Во

второй четверти XIX в. наблюдалось слабое потепление; 30-е и 50-е гг. XX в. были очень теплыми и сухими. В теплые фазы циклов колебаний климата в умеренных широтах преобладало пониженное увлажнение и увеличение засушливости, в субтропических и субполярных широтах – повышенное увлажнение и уменьшение засушливости.

Ожидается, что в будущем, когда совпадут тенденции изменений климата, обусловленные естественными и антропогенными факторами с возрастанием роли последних, потепление будет расти, особенно в высоких широтах. При этом среднее потепление в умеренных широтах должно сопровождаться понижением увлажнения и увеличением засушливости, сильное потепление (более чем на 1,5 °С) – увеличением увлажнения. В субтропических и субполярных широтах Северного полушария должно преобладать повышенное увлажнение.

Глобальное потепление климата обусловит повышение интенсивности таяния ледникового покрова планеты. Уменьшение площадей арктических ледовых покровов может привести к существенным изменениям круговорота воды в природе. Освобождение Северного Ледовитого океана ото льда и последующее потепление в арктическом регионе может вызвать изменение существующего взаимодействия между подстилающей поверхностью и атмосферой всего Северного полушария, а следовательно, и всей планеты. В целом изменится механизм влагооборота между океанами и континентами. Из-за уменьшения градиента температуры между полюсами и экватором понизится интенсивность зональной циркуляции атмосферы. Возрастет роль разницы температуры между морем и сушей, что усилит муссонную циркуляцию, в особенности на побережьях Евразии, где они и при нынешних условиях проявляются наиболее заметно. Уменьшение скоростей зональных переносов воздушных масс и интенсивности циклонической деятельности в связи с уменьшением градиента температуры в системе «полюс – экватор» обусловит увеличение количества атмосферных осадков вблизи морей и его уменьшение внутри континента, особенно зимой.

При ожидаемых условиях потепления климата планеты весьма мала вероятность разрушения льдов Антарктиды. Поэтому они будут способствовать и в дальнейшем сохранению в умеренных широтах Южного полушария существующие контрасты температур и циклоническую деятельность.

Широкомасштабное влияние изменений климата земного шара прежде всего отражается на состоянии его ледников, морей Мирового океана и снежного покрова Земли. В период развития похолоданий мировой водный баланс изменяется в сторону увеличения увлажненности континентов, наблюдается рост массы ледников. Водный баланс океанов становится отрицательным, и их уровень понижается. В периоды потеплений, наоборот, отрицательный водный баланс устанавливается на континентах – тают ледники, увеличивается сток с них в океан, водный баланс которого становится положительным.

Наблюдающееся ныне глобальное потепление климата вызвало соответственные изменения в системе «ледниковый покров Земли и Мировой океан». Характер реакции составляющих водного баланса этой системы на колебания элементов климата отражен на рис. 4.2. Обнаружено, что заметное влияние потепление оказало на оледенения ледяного покрова Северного Ледовитого океана, Арктических о-вов, Гренландии, даже Антарктиды. Это влияние выразилось в сокращении ледников северо-западной части о. Западный Шпицберген, ледника Шокальского на о. Новая Земля, ледникового купола Академии наук на о. Северная Земля. Установлено также, что толщина льдов Арктики за последние 45–50 лет сократилась

на 40%. В приатлантической части Восточной Антарктиды и на Антарктическом п-ве в XX в. наблюдалось увеличение расходной составляющей баланса массы ледников. Инструментальными измерениями было установлено сокращение объема ледникового купола на о. Галиндез. Ежегодное суммарное уменьшение объема ледников Земли, преобладающая часть которого приходится на морские льды, на настоящее время достигло 430 км^3.

Существование устойчивой тенденции сокращения горного оледенения Земли на фоне глобального потепления признано на XIII гляциологическом симпозиуме «Сокращение гляциосферы: факты и анализ», который состоялся в мае 2004 г. в Санкт-Петербурге. Колебания горных ледников Европы характеризуются отрицательным балансом их массы во всех районах, за исключением Скандинавии, где сохраняется относительно равновесное состояние баланса вещества ледников. Особенно сильное сокращение ледников наблюдалось в 2003 г., который отличался исключительно высокими температурами воздуха в теплый период года. Развитие процесса деградации оледенения в горах Южной Америки установлено при гляциологических наблюдениях на карово-долинном леднике Де-лос-Трес, расположенном на восточном склоне Патагонских Анд. За период с 1963 по 1998 г. этот ледник отступал со скоростью 3,1 м/год, а за период с 1998 по 2003 г. скорость отступания возросла до 7 м/год.

Наблюдения российских ученых за динамикой оледенения в разных регионах России показали имевшее место отступание ледников в горах Сунтар-Хаята, Боурдахского массива гор Черского со времени малого ледникового периода и с 70-х гг. прошлого столетия. Сохранение тенденции устойчивой деградации ледников Алтая, наблюдающейся с конца XIX в., в ближайшие 10–20 лет может привести к полному распаду ледниковых комплексов на более простые структуры. В горах Полярного Урала продолжается сокращение ледников, наибольшая интенсивность которого наблюдалась до середины 1960-х гг. Из-за отрицательного баланса вещества толщина кавказского ледника Джанкуат за 1968–2002 гг. сократилась на 5 м, выраженном в слое воды. За 1987–1997 гг. замедлились темпы сокращения на ледниках Эльбруса, причем отмечается уменьшение массы ледников на восточных склонах при небольших увеличениях на западных и северных склонах.

Состояние ледников в горах Центральной Азии будет рассмотрено в отдельном разделе настоящего учебного курса.

Глобальное потепление климата оказывает влияние на количество и режим снежного покрова Земли. По наблюдениям, за последние 30 лет в арктических морях – Карском, Лаптевых, Восточно-Чукотском – установлена тенденция к более позднему образованию и раннему разрушению снежного покрова. Увеличивается количество атмосферных осадков в виде снега в бассейнах Волги, Оби, Енисея и Лены, на Кавказе, в Предкавказье, на Тянь-Шане и архипелаге Шпицберген, но в связи с потеплением климата ухудшились условия для их накапливания, что приводит к уменьшению его запасов.

Естественно, что такие изменения в мировом водном балансе способствовали повышению уровня Мирового океана, которое, по данным Р. Клиге (1985), основанным на анализе материалов 1 500 морских гидрометеорологических станций, составляет порядка 1,4–1,5 мм/год. Суммарное повышение уровня океанов в XX столетии составило от 10 до 20 см. При этом рост уровня океанов происходил за наблюдавшимся потеплением, запаздывая относительно него на 19 лет (рис. 4.2). Прогнозы, выполненные для различных сценариев накопления парниковых газов в атмосфере и соответствующего потепления клима-

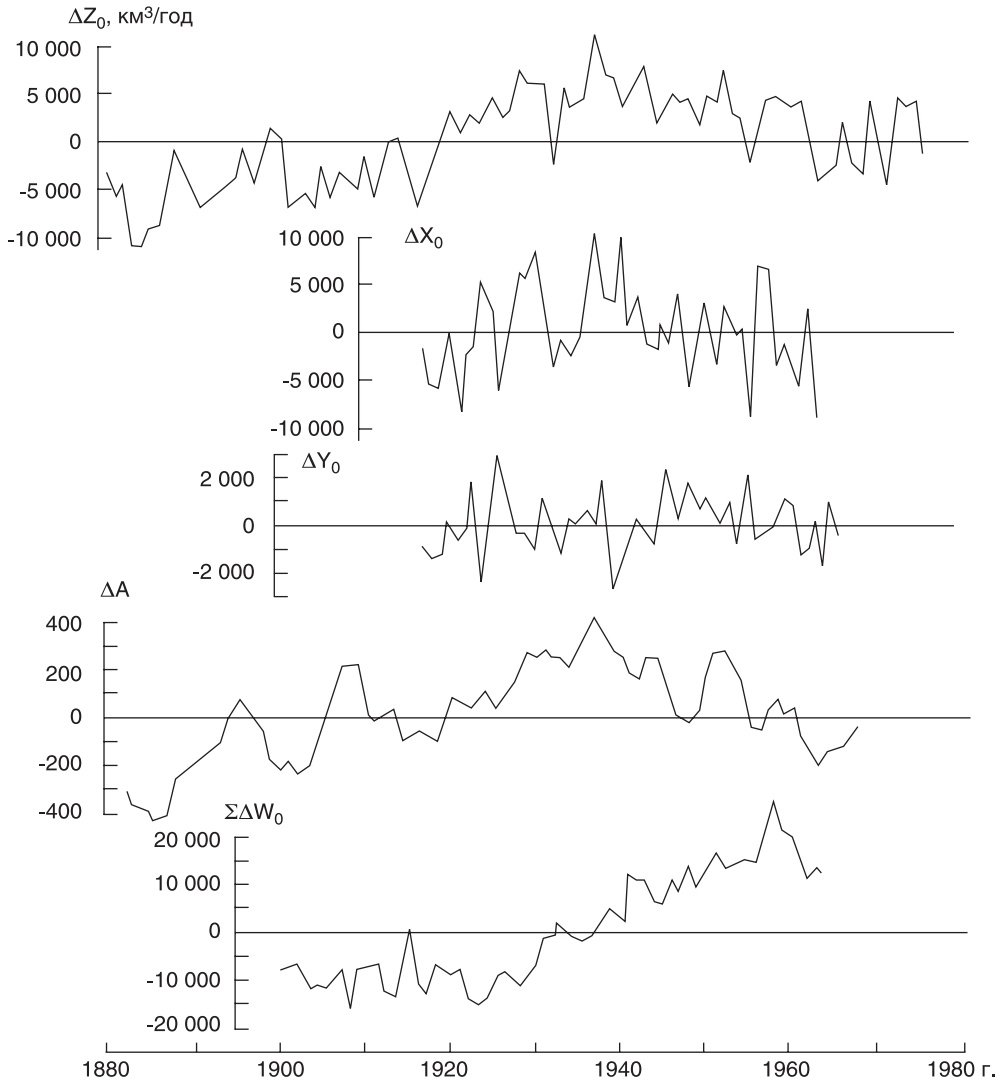


Рис. 4.2. Изменения испарения с поверхности океанов ΔZ_0; осадков на океаническую поверхность ΔX_0; суммарного речного стока, поступающего в океан с континентов и островов ΔY_0; абляции ледниковых покровов ΔA и приращения водной массы океана $\sum \Delta W_0$.

та, показывают возможное повышение в дальнейшем уровней океанов на 9–88 см за счет таяния ледников, полярных льдов и теплового расширения собственных водных масс.

Потепление климата в прошлом столетии на 1 °С привело к возрастанию интенсивности процессов водообмена на земном шаре. По данным Р. Клиге (1985), испарение с океанической поверхности возросло приблизительно на 4%. Одновременно на 10% увеличилось количество облачности над океанами. На морскую поверхность стало выпадать атмосферных осадков на 3% больше.

4.3.2. Влияние глобальных антропогенных изменений климата последних десятилетий на речной сток, уровень бессточных водоемов, подземные воды и природные катастрофы

Речной сток является важным звеном круговорота воды в природе и представляет собой интегральную характеристику водного баланса территории, с которого он стекает. Анализ его динамики, рассчитанной на основе инструментальных наблюдений для отдельных континентов и для всей территории суши в целом, показал, что в континентальном стоке периодически происходили заметные изменения (Мировой

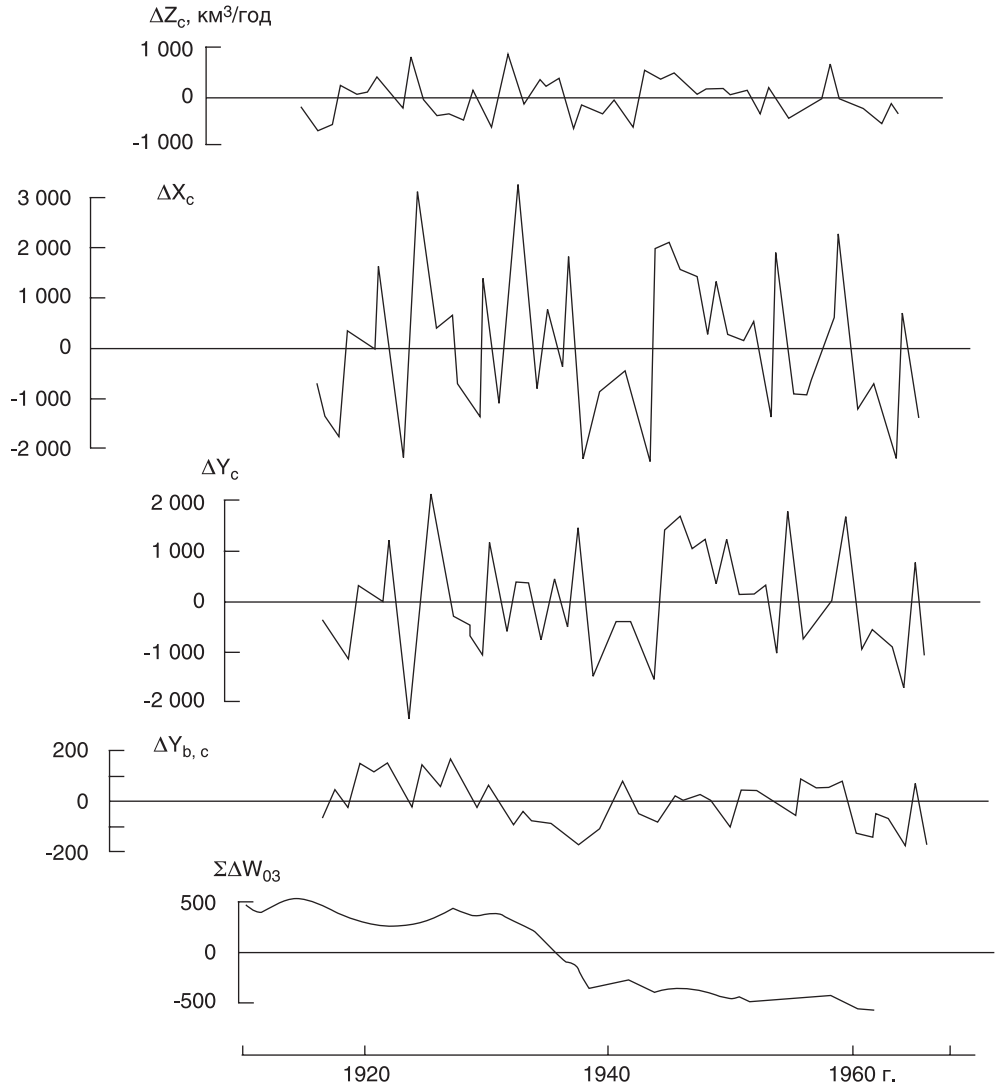


Рис. 4.3. Изменения испарения с поверхности континентов ΔZ_c; осадков, выпадающих на территории суши, ΔX_c; суммарного речного стока суши ΔY_c; речного стока внутренних областей суши $\Delta Y_{b,c}$ и приращения объема бессточных озер $\sum \Delta W_{03}$.

водный баланс.., 1974). Тенденции их изменений в отдельные периоды времени были достаточно близки к тенденциям изменения суммарных осадков, которые выпадали на континентах, и тесно связаны с изменениями температуры. Резкое снижение речного стока наблюдалось в период максимального потепления XX в., которое пришлось на 1940–1950 гг. (рис. 4.3).

Так, в целом для территории суши, включая острова и внутриматериковые области, в период с 1918 по 1967 г., мировой годовой речной сток уменьшился от 49 659 км^3 (1927 г.) до 43 730 км^3 (1940 г.), т. е. амплитуда изменения величины стока достигла 5 920 км^3. Существенные изменения произошли в многолетнем ходе речного стока внутриматериковых районов, особо низкие значения которого наблюдались в период максимального потепления. Поверхностный сток бессточных областей Азии сократился на 150 км^3 (или на 34% его среднемноголетних значений), Европы – почти на 50 км^3 (16%). Значительно, на 23%, снизился речной сток внутренних областей Австралии (2 км^3). В стоке рек Атлантического побережья Северной Америки отмечается тенденция увеличения, водность рек ее внутриматериковых районов относительно стабильна, а на реках Тихоокеанского побережья преобладают тренды уменьшения стока.

Многолетний ход испарения с поверхности всей суши, рассчитанный по среднегодовым температурам воздуха и их аномалиям за 50-летний период (с 1918 по 1967 г.), показывает, что оно могло изменяться от 66 573 (1925 г.) до 68 063 км^3 (1935 г.). Как видно из рис. 4.3, выделяются ряд характерных периодов с повышенным испарением в 1921–1927, 1935–1939, 1946–1954 гг., и с пониженным – 1918–1920, 1929–1933, 1940–1945, 1957–1960, 1962–1967 гг. Эти изменения в суммарном испарении определялись характером соотношения тепловых и водных ресурсов суши в отдельные периоды времени.

По прогнозам российских гидрологов, при сохранении на территории России существующей тенденции изменений климата и повышении среднегодовой температуры воздуха на 3–5 °С, увеличении количества атмосферных осадков на 10–20% в бассейнах Волги и Днепра будет наблюдаться увеличение объема годового стока на 25–40%, Енисея – на 15–20%. В ближайшие 20–40 лет в бассейне реки Лены ожидается повышение среднегодовой температуры воздуха на 1–2 °С в южной части бассейна, на 0,8–1,2 °С – в северной, которое будет сопровождаться увеличением притока из нее в Северный Ледовитый океан на 60–100 км^3/год (10–20%).

Сравнение хода уровней крупных бессточных озер Земли с колебаниями температуры воздуха показало, что они тесно связаны между собой. Уровень озер понижается тем больше, чем больше сумма положительных температур в его регионе. Сокращение стока внутренних районов, в которых располагаются бессточные озера, происходит как за счет увеличения испарения с этой территории, так и за счет определенного снижения количества атмосферных осадков, отражающих заметное сокращение общей увлажненности этой территории (Шнитников, 1975). Положение уровня бессточных озер в каждый момент времени является результирующим показателем характера увлажнения в его бассейне за ряд предыдущих лет. Поэтому в ходе уровня озера наблюдается некоторое запаздывание относительно изменений термических условий. Срок запаздывания зависит от размеров водоема и его бассейна, физико-географических условий, объема поступающего стока и ряда других факторов, составляя в среднем около 6 лет (Клиге, 1976). С начала XX в. до 70-х гг. уровень таких озер, как Каспий, Арал, Балхаш, Большое Соленое, Чаны, Иссык-Куль, Мертвое море и др. в среднем снизился на 1,5 м (рис. 4.3). Изменение гидрологи-

ческих циклов в последние десятилетия в регионах Каспия и Иссык-Куля обусловили интенсивный подъем их уровней.

В XX столетии на Земле происходило сокращение запасов подземных вод, оцениваемое в 300 км^3 (Ковалевский, 1976). При этом общее уменьшение их запасов в глобальном масштабе сопровождалось подъемами уровней подземных вод в отдельных регионах земного шара, приуроченных к областям развитого орошаемого земледелия. Эти факты свидетельствуют только о низком уровне агромелиоративной и ирригационной технологии, но не о естественном увеличении запасов подземных вод на этих территориях.

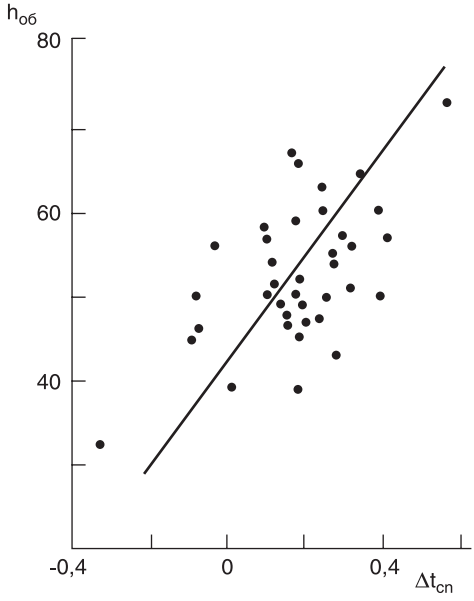


Рис. 4.4. Связь обобщенных для Северного полушария уровней подземных вод и аномалий температур воздуха.

Повышение температуры воздуха в Северном полушарии на 0,1 °С вызывает относительное уменьшение меридионального градиента температур на 0,5% для среднегодовых условий (Будыко М. И., Винников К. Я., 1973). Такие изменения климата естественным образом определяли изменения в интенсивности и количестве испарения, в характере атмосферной циркуляции, режиме и количестве атмосферных осадков, что отражалось в изменении режима подземных вод.

Сопоставление величин многолетних изменений, обобщенных для Северного полушария, уровней подземных вод с аномалиями температур воздуха показало существование у них одновременных, но противоположных по тенденциям, колебаний (рис. 4.4, Клиге, Ковалевский, 1982).

Этими же исследованиями определено, что 80–90% многолетних изменений запасов подземных вод связаны с климатическими факторами, 10–20% обусловлены мировым водопотреблением из подземных горизонтов, и запаздывание хода уровней подземных вод относительно изменений температуры составляет 12 лет.

Стало очевидным фактом то, что «…Во всем мире ураганы и наводнения являются наиболее распространенными стихийными бедствиями, которые с точки зрения экономического и застрахованного ущерба обходятся наиболее дорого» (Документ ЕАОС, 2002). В этом же документе показано, что увеличение частоты стихийных явлений, связанных с потеплением климата, в последние десятилетия сопровождается ростом не только наносимых ими экономических потерь, но и человеческих жертв. Наводнения в странах Центральной Европы в 1997 г. нанесли ущерб, исчисляемый в 2 млрд. долл., а число погибших от них людей в Польше достигло 52 человек, в Чешской Республике – 39 человек. При наводнениях 2002 г. в Краснодарском крае Российской Федерации погибли 114 человек и 335 000 были эвакуированы. Экономический ущерб был оценен в 484 млн. долл. (Осипов, 2004). Ущерб, нанесенный промышленности и населению от подъема уровней на реках Лаба и Влтава в Чешской Республике, оценивался многими миллиардами евро, в их бассейнах возникла реальная угроза экологической катастро-

фы из-за разрушений большого количества очистных сооружений. Прямые экономические потери для Соединенных Штатов Америки от урагана Катрин и последующего за ним наводнения в августе 2005 г. превысили 100 млрд. долл., а ущерб от перерыва экономической деятельности в регионе действия урагана оценивался в 100 млн. долл. в сутки. По данным Института экологии РАН, среднегодовое количество наводнений в мире возросло от 50 в год за период 1975–1979 гг. до 150 в год за 2000–2001 гг.; при этом ущерб от них вырос примерно от 2 млрд. долл. до 20 млрд. долл. в год (Осипов, 2004).

Исключительно важным катастрофическим процессом, которым будет сопровождаться повышение температуры атмосферы Земли, является деградация земной поверхности в зоне распространения многолетнемерзлых пород – криолитозоны. Этот процесс, имеющий сильные последствия для всех высокоширотных и высокогорных регионов Земли, особо сильно будет проявляться в России, 64% территории которой относится к криолитозоне. По данным геокриологов, в условиях Западной Сибири повышение температуры многолетнемерзлых пород вызовет перемещение сплошной мерзлоты на север к 2020 г. на 50–80 км, а к 2050-му – на 150–200 км. Стаивание мерзлых пород и связанное с ним понижение поверхности в высоких широтах Земли будет способствовать отступлению береговой линии арктических морей вглубь континента. Исходя из палеогеографических реконструкций, можно ожидать, что Северный Ледовитый океан проникнет в бассейнах Северной Двины и Вычегды на 600 км внутрь России, а в бассейне Печоры – на 500 км (Осипов, 2001). Перестройки природно-территориальных систем и природного облика северных регионов от разрушений криолитозоны могут нанести России колоссальный социально-экономический ущерб. Такие же сценарии следует ожидать и в северных регионах Северной Америки, где также широко распространены многолетнемерзлые породы.

Каждое катастрофическое явление оказывает разностороннее отрицательное воздействие на социально-экономическую и природную среду территории своего проявления. Данные Всемирной метеорологической организации показывают интенсивный непрерывный рост мирового экономического ущерба в последние десятилетия от негативных процессов, связанных с глобальным потеплением. Так, его величина за 60-е гг. прошлого века составила 50 млрд. долл., в 80-е гг. – уже 100 млрд. долл., а в 90-е гг. – около 300 млрд. долл. (Бобылев, Гриневич, 2005).

В последние несколько лет суммарные экономические потери от природных катастроф, существенную часть которых составляют наводнения и водные катастрофы различного генезиса, значительно возросли, превышая 300 млрд. долл. ежегодно.

Литература

1. Бобылев С. Н., Гриневич И. Г. Глобальное изменение климата и экономическое развитие. Уч. пособие для курса экономики природопользования ВСУЗов. – М., 2005.

2. Будыко М. И., Винников К. Я. Современные изменения климата. Метеорология и гидрология, 1973, №9.

3. Брук С. И. Население мира. Этнодемографический справочник. – М., 1981.

4. Документ Европейского агентства по охране окружающей среды (ООН, Экономический и социальный совет, ЕАОС). Специальная сессия Специальной рабочей группы по мониторингу окружающей среды. – Киев, 2002.

5. Изменение климата, 2001 г.: Последствия, адаптация и уязвимость. Третий доклад об оценках Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). – Женева, 2001.

6. Клиге Р. К. Изменение водных ресурсов бессточных озер. В сб.: «Формирование водных ресурсов». – М., 1976.

7. Клиге Р. К. Ковалевский В. С. Многолетние изменения ресурсов подземных вод Северного полушария. Водные ресурсы, 1982, №3.

8. Клиге Р. К. Изменения глобального водообмена. – М.: Наука, 1985.

9. Ковалевский В. С. Многолетние колебания уровней подземных вод и подземного стока. – М.: Наука, 1976.

10. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974.

11. Львович М. И. Вода и жизнь. – М.: Мысль, 1986.

12. Осипов В. И. Природные катастрофы на рубеже XXI века. Вестник РАН, т. 71, №4, 2001.

13. Осипов В. И. Оценка и прогнозирование рисков природных катастроф на территории России. Доклад на заседании Президиума РАН 17 февраля 2004 г.

14. Шнитников А. В. Уровень озер земного шара как показатель изменчивости во времени общей увлажненности их бассейнов. В сб. «Гидрология озер и водохранилищ». – М., МГУ, 1975.

Лекция 5. Водные ресурсы стран Центральной Азии в условиях меняющегося климата

5.1. Водные объекты и водные ресурсы Центральной Азии

Центральная Азия, рассматриваемая в данном учебном курсе, представляет собой не классическое географическое понятие, а геополитическое пространство, которое включает в себя бывшие среднеазиатские республики СССР – Кыргызстан, Узбекистан, Таджикистан, Туркменистан, южную часть Казахстана, западную часть Синьцзян-Уйгурского Автономного Района (СУАР) Китая, северную часть Афганистана. С гидрографической точки зрения страны Центральной Азии тесно связаны между собой речными системами Амударьи, Сырдарьи, Тарима и Иртыша. В настоящее время этот природный факт приобрел очень большое социально-экономическое и политическое значение, не только затронувшее интересы стран региона, но и обратившее на себя внимание мировой общественности.

Река Амударья, образующаяся от слияния реки Вахш, берущей начало в горах Кыргызстана и реки Пяндж, начинающейся в Афганистане, представляет собой крупнейший водоток региона, прибрежными странами которого являются Кыргызстан, Таджикистан, Афганистан, Узбекистан, Туркменистан и Иран. При длине 2 620 км и площади водосбора 227 000 км^2 она формирует среднемноголетний сток, равный 78, 5 км^3/год, ежегодные значения которого изменяются в пределах от 47 до 108 км^3.

Вторая по величине река региона, Сырдарья, образуется при слиянии киргизских рек Нарын и Кара-Дарья, принимает в себя сток рек, стекающих с юго-западных склонов Ферганского хребта и северных склонов Алайского и Туркестанского хребтов. Она имеет длину 2 860 км, площадь водосбора 136 000 км^2 и среднемноголетний сток 37 км^3/год. Ежегодные объемы стока изменяются в пределах от 21 до 54 км^3. Река протекает через территории Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана и Казахстана.

Третья гидрографическая система образуется притоками Тарима, стекающими на китайскую территорию с гор Кыргызстана (реки Сарыжаз, Узенгюкууш, Аксай, Кызылсуу – общим объемом стока более 7,1 км^3) и Таджикистана (Маркансуу, сток около 0,5 км^3).

Казахстан связан с Китаем реками Черный Иртыш (около 10 км^3), Или (около 10 км^3) и двумя десятками малых рек, втекающих с территории КНР. Из Кыргызстана в Казахстан стекают реки Чу (3,6 км^3), Талас (1,6 км^3) и Каркыра (около 0,3 км^3).

В Центральной Азии расположено более 4 000 водоемов – озер и водохранилищ. Самыми крупными из них являются высыхающее озеро-море Арал, одно из глубоких озер мира – Иссык-Куль (668 м), озеро Балхаш с пресноводной западной и соленой восточной частями. На реке Нарын сооружено Токтогульское водохранилище емкостью 19,5 км^3, на реке Вахш – Нурекское водохранилище объемом 10,5 км^3. Наряду с ними имеется более 3 000 очень мелких высокогорных приледниковых озер, десятки водохранилищ сезонного регулирования, тысячи бассейнов и прудов декадного и суточного регулирования.

Ледники Центральной Азии, занимающие площадь, равную 17 950 км^2, представляют собой важнейший источник стока рек в теплый период года (Диких, 2001). По территориям стран региона они распределены неравномерно. В пределах Кыргызстана насчитывается 8 200 ледников общей площадью 8 169,4 км^2, занимающих 4,2% территории страны. Водный запас ледников Кыргызстана оценивается в 650 км^3. Количество ледников в Таджикистане составляет 8 492 общей площадью 8 476,2 км^2, или около 6% территории республики. Запас воды в них около 500 км^3. Остальная часть ледников сосредоточена в Казахстане, на хребтах Заилийский Алатау, Джунгарский, Кунгей и Тескей Алатоо. Для территории Узбекистана оледенение не характерно.

Суммарные водные ресурсы Центральной Азии состоят из речного стока, формирующегося за счет вод атмосферных осадков, талых ледниковых вод и подземного питания, и подземных вод, выкачиваемых скважинами.

Распределение водных ресурсов по странам Центральной Азии, для которых имеются относительно достоверные сведения, приводятся в табл. 2 и 3. Следует отметить, что в табл. 2, в отличие от многочисленных работ по водным ресурсам региона, приводятся данные ресурсов речных вод и для замкнутых гидрографических систем Балхаша и Иссык-Куля, которые не оказывают практического влияния на водохозяйственную ситуацию основной территории Центральной Азии.

Таблица 5.1

Водные ресурсы рек Центральной Азии в разрезе стран (км^3/год)

Государство	Басс. Амударьи	Басс. Сырдарьи	Басс. Балхаша	Басс. Иссык-Куля	Басс. Тарима	Всего	%
Казахстан	–	4,5	23,8	–	–	28,3	17,9
Кыргызстан	2,0	34,0	0,3	3,7	7,1	47,1	29,8
Таджикистан	62,9	1,1	–	–	0,5	64,5	41,0
Туркменистан с Ираном	2,8	–	–	–	–	2,8	1,8
Узбекистан	4,7	4,1	–	–	–	8,8	5,6
Афганистан	6,2	–	–	–	–	6,2	3,9
Всего	78,6	38,2	29,3	3,7	7,6	157,4	100
%	49,9	24,3	18,6	2,4	4,8		100

Как видно из табл. 5.1, половина речных водных ресурсов региона формируется на водосборе Амударьи, около четверти – Сырдарьи, в замкнутых бассейнах озер Балхаш и Иссык-Куль – 21%. Основная часть стока формируется на территории Таджикистана (41%), существенная часть – в пределах Кыргызстана (29,8%).

Отметим, что водные ресурсы для Казахстана приведены в границах его территории, которая тяготеет к географическому понятию Средняя Азия, принятому в экономико-географическом районировании бывшего СССР.

Табл. 5.2 составлена на основе материалов той части Центральной Азии, на которой формируются водные ресурсы бассейна Аральского моря, где в последние десятилетия проводятся тщательные исследования по формированию, использованию и охране водных ресурсов, достоверность материалов которых высокая. Из нее следует, что преобладающая часть подземных вод Аральского бассейна принадле-

Таблица 5.2.

Ресурсы подземных вод Аральского бассейна (км³/год)

Государство	Год оценки	Региональные ресурсы	Утвержденные эксплуатационные запасы
Казахстан	1990	1,845	1,224
Кыргызстан	1990	0,992	0,688
Таджикистан	1994	6,654	2,196
Туркменистан	1994	3,358	1,222
Узбекистан	1990	19,679	6,781
Всего		32,459	12,112

жит Узбекистану, существенная часть сформирована в Таджикистане (Основные положения водной стратегии.., 1997).

5.2. Влияние изменений климата на водные ресурсы Центральной Азии

Согласно книге «Изменение климата, 2001 г.: Последствия, адаптация и уязвимость» к Третьему докладу об оценках Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), многие регионы мира «характеризуются четко выраженными тенденциями объема водотока, а именно его уменьшением или увеличением». В ней подчеркивается, что достоверность того, что эти тенденции отражают изменения климата, является низкой в силу таких факторов, как природная изменчивость гидрологического режима рек во времени, недостаточность частоты наблюдений и влияние других факторов на формирование стока. «Напротив, существует высокая достоверность того, что наблюдающееся широко распространенное и ускоренное отступание ледников во многих областях связанно с наблюдаемыми повышениями температуры. Высокая достоверность этих выводов объясняется тем фактом, что эти изменения вызваны повышением температуры и на них не влияют те факторы, которые оказывают воздействие на объемы водотока. Отступание ледников будет продолжаться, и многие небольшие ледники исчезнут (высокая достоверность)» (Изменения климата, 2001). Также в ней отмечается, что увеличение речного стока в высоких широтах, а также уменьшение стока в Центральной Азии в значительной степени совпадают во всех моделях климата. В регионах, где в настоящее время существенная часть речного стока формируется от талых снеговых вод, максимальные значения стока будут смещаться от весеннего к зимнему периоду ввиду того, что большая часть осадков там выпадет в жидком виде из-за высоких температур воздуха.

Как согласуется реально наблюдаемая гидрологическая ситуация в Центральной Азии с выводами высококвалифицированных экспертов МГЭИК? Рассмотрим это на примерах, отражающих исследования, проводимые специалистами региона по водным проблемам.

Наблюдения за ледниками Тянь-Шаня показывают, что происходящее потепление климата приводит к их устойчивому сокращению и уменьшению их ледниковых коэффициентов, которые показывают отношение площадей аккумуляции ледникового вещества ко всей площади ледников. Как известно, малые ледниковые коэффициенты характерны для деградирующих ледников, где приход ледового вещества не компенсирует его расходование. Так, отмечается углубление процесса распада оледенения в бассейнах

рек Малый Нарын, Талас и Асса, на южном склоне Кунгей Ала-Тоо, где ледниковые коэффициенты составили 0,45. Наиболее неблагоприятные условия для существования современного оледенения приурочены к нижней части бассейна реки Нарын, где ледниковый коэффициент снизился до 0,18. На леднике Туюксуу, расположенном в отрогах северного Тянь-Шаня, и леднике Кара-Баткак (горное обрамление Иссык-Кульской котловины) понижение поверхности с 1957 по 1997 г. составило 16,5 и 18,0 м, или более 1/3 толщины ледника в его средней части. Крупнейший ледник Кыргызского Ала-Тоо – ледник Голубина – с 1972 по 1993 г. понизился на 6 м (Подрезов, Диких, Бакиров, 2003). В массиве Ак-Шыйрак за период 1943–1977 гг., в интервалах высот 3 700–3 900 м понижение поверхности ледников составило 13,3–14,4 м, в пределах 4 800–5 000 м – 3,7–6,0 м при среднегодовом отступании концов ледников 3–5 м (Кузьмиченок, 1989).

Гидрометеорологические наблюдения показали, что асинхронность хода атмосферных осадков и температуры воздуха в высокогорной зоне Тянь-Шаня негативно сказывается на балансе ледников и отражается на общей водности рек со значительным оледенением водосборов (>10%). При отрицательных трендах осадков и положительных трендах температур на реках северных склонов Кыргызского Ала-Тоо, Тескей Ала-Тоо и крупных притоков реки Сары-Жаз сток периода 1963–1990 гг. по сравнению со стоком 1930–1960 гг. в июле возрос на 11,0–28,6%, а годовые величины повысились на 11,3–17,1%.

Выполненная оценка изменения объемов ледникового стока реки Нарын, главной составляющей Сырдарьи, к 2010 г., в условиях продолжающегося потепления, показала, что они возрастут в бассейнах всех ее главных притоков, что приведет к росту и общего стока (Подрезов, Диких, Бакиров, 2003). Этот вывод был основан на анализе гидрометеорологических условий 1991–2000 гг., когда средние за лето температуры высокогорной зоны были выше нормы на 0,6 °С, а июльские – на 0,9 °С. Осадков здесь было меньше нормы на 22%, в среднегорной зоне они были около нормы. При этих условиях тепла и увлажнения годовой сток реки Нарын у г. Нарын за 1991–1996 гг. превысил среднюю водность на 15,7%, таким образом здесь ярко проявилась компенсирующая роль ледникового стока. Прогнозируется увеличение водности рек Сары-Жаз, Какшаал, Узенгю-Кууш северных склонов хребтов Тескей Ала-Тоо и Кыргызского Ала-Тоо.

Прошлые и будущие изменения водных ресурсов Таджикистана также связываются с изменениями климата – уменьшением атмосферных осадков и ростом температуры воздуха (Водные ресурсы Таджикистана, 2003). Съемки фронта Зеравшанского ледника показали, что с 1908 по 1986 г. он активно деградировал и отступил почти на 1 км. Нижняя граница ледника Абрамова с 1850 по 1984 г. поднялась на 80 м, а объем льда на языке уменьшился на 630 млн. м^3. По самым скромным подсчетам, ледники Таджикистана в XX в. потеряли более 20 км^3 льда. Интенсивно деградируют небольшие ледники с площадями менее 1 км^2, которые составляют 80% всех ледников. Среднегодовой сток рек республики за последние 30 лет ежегодно уменьшался на 110 млн. м^3 в год. Прогнозы таджикских специалистов и ученых показывают, что до 2050 г. в Таджикистане исчезнут тысячи мелких ледников, площадь его оледенения сократится на 20%, объем льда уменьшится на 25%. Это приведет к сокращению ледникового питания рек на 20–40%. Суммарный сток рек Зеравшан, Кафирниган, Вахш и Пяндж уменьшится на 7%. Прогнозируемое увеличение количества атмосферных осадков на 14–18% существенного влияния на сток не окажет, так как большая часть выпавших осадков будет израсходована на испарение с поверхностей водосборов (Изменение климата.., 2002).

В горных системах Казахстана также наблюдается сокращение количества и размеров ледников. Наиболее интенсивно оледенение республики уменьшалось с середины 1950-х гг. до начала 1980-х гг. с максимумом в первой половине 70-х гг. В период с 1956 по 1990 г. оледенение гор Юго-Восточного Казахстана сокращалось со средней интенсивностью 0,85% в год по площади ледников и 1,0% по объему льда. Согласно материалам вышеупомянутого XIII гляциологического симпозиума (Материалы гляциологических исследований, 2004), в XX в. в Средней Азии и Казахстане оледенение сокращалось настолько сильно, что уже к середине XXI в. сохранение выявленной тенденции может привести к исчезновению ледников Южной Джунгарии. По прогнозам, в течение ближайших десятилетий вследствие глобального потепления климата водные ресурсы основных рек Казахстана могут сократиться на 20–40%. Экспедиция гляциологов Казахстана, совершенная летом 2005 г., подтвердила продолжающееся сокращение ледников Северного Тянь-Шаня. Связывая этот процесс с глобальным потеплением климата, ее участники отмечают, что, если темпы таяния ледников сохранятся, то в течение ближайших 10–15 лет сток горных рек сократится вдвое.

5.3. Водные проблемы Центральной Азии, связанные с изменениями климата и чрезмерным использованием водных ресурсов

Изменения количества и режима водных ресурсов Центральной Азии связаны как с глобальным потеплением климата, так и с интенсивным развитием орошения в бассейнах рек региона. На протяжении XX в. эти факторы стали причиной формирования ряда проблем, которые наиболее ярко проявились в режиме уровней бессточных водоемов – Аральского моря, озер Иссык-Куль и Балхаш.

Следует иметь в виду то, что климатические условия Центральной Азии определяют развитие интенсивного сельского хозяйства только на основе орошаемого земледелия. Орошаемые пашни, сенокосы и обводненные пастбища обеспечивают продуктами питания человека, кормами животноводство, сырьевой продукцией многие отрасли промышленности. Поэтому изменения таких главных климатических характеристик, как температура воздуха и количество атмосферных осадков, влияющих на тепловой и водный баланс территории, в конечном итоге влияют и на условия жизни населения региона.

Среди климатических факторов ведущее место в формировании водных проблем Центральной Азии занимает испарение. Оно способствует расходованию больших величин воды с поверхностей естественных и искусственных водоемов, орошаемых земель. В настоящее время площадь орошаемых земель в регионе достигла почти 8 млн. га. Из них более 3 млн. га были введены в сельскохозяйственный оборот в 1967–1987 гг. При этом водопользование в орошаемом земледелии составляет в среднем 12 900 $м^3$/га, а эффективно используется только 21% этого объема (Отчет Всемирного банка, 2004). Засушливость климата определила, что здесь после поливов на орошаемых полях величина испарения приближается к испаряемости, которая в основной зоне орошения Центральной Азии имеет большие значения, достигающие 1 500–2 000 мм/год.

5.3.1. Проблема Аральского моря

Пристальное внимание научной общественности мира привлекает проблема Аральского моря, уровень которого стал стремительно понижаться с 1961 г. Средняя интенсивность этого понижения была в

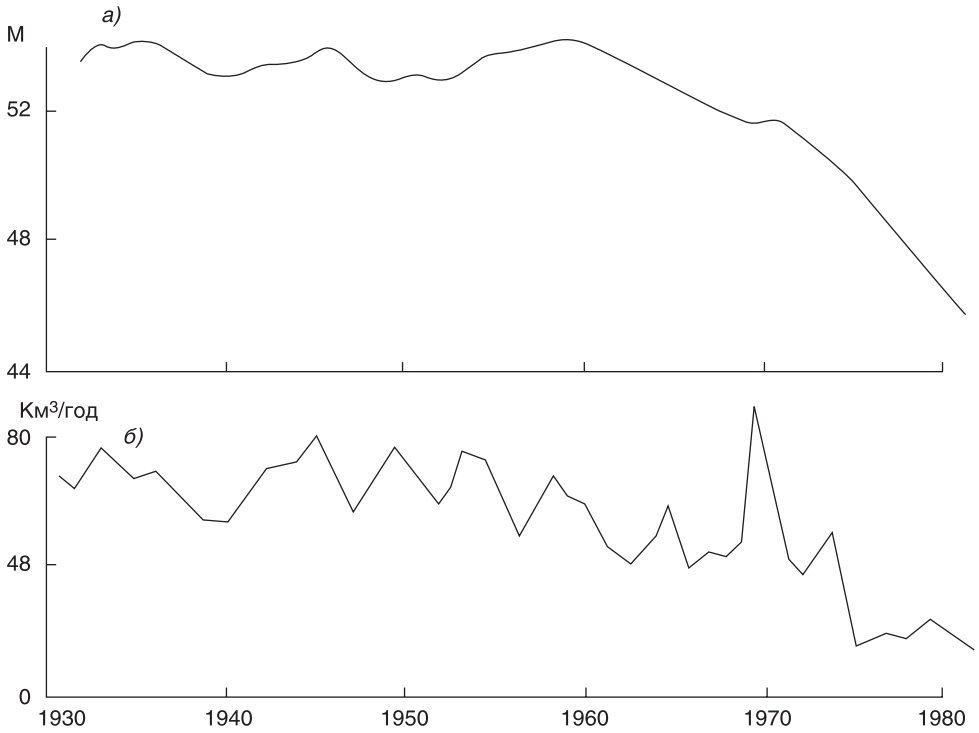


Рис. 5.1. Изменение уровня Аральского моря (а) и притока в него стока рек Амударья и Сырдарья (б).

1961–1970 гг. 20 см в год, которая в 1971–1980 и 1981–1990 гг. увеличилась до 57 и 72 см в год соответственно (рис. 5.1).

В состоянии до 1960-х гг. Аральское море представляло собой четвертый по размерам акватории водоем мира, занимая площадь 68 500 км^2 при среднегодовом уровне 53 м над уровнем Балтийского моря. Объем воды в море составлял 1 093 км^3. С 1961 по 1990 г. уровень моря снизился на 14,8 м. В связи с этим существенно сократились объем воды в нем – до 330 км^3, т. е. на 763 км^3 (более чем в 3 раза), площадь его поверхности – до 36 500 км^2, т. е. на 32 000 км^2 (почти вдвое). Средняя глубина уменьшилась с 16 до 9 м. К 1995 г. уровень водоема упал еще приблизительно на 2 м. Таким образом, за 35 лет уровень Арала снизился почти на 17 м (Михайлов, 1999). Изображение Аральского моря, известное по географическим картам, издаваемым и по настоящее время, отражает его облик до 1960-х гг. В настоящее время оно представляет собой два озера – Большой и Малый Арал, окончательно сформировавшиеся в 1988–1989 гг., которые отличались глубоким маловодьем.

Причины обмеления Аральского моря исследуются учеными гидрологами, климатологами и практиками водного хозяйства практически непрерывно в течение последних 45 лет. Несомненным выводом, общим для всех, является уменьшение притока в Арал речных вод Амударьи и Сырдарьи. Естественные водные ресурсы этих рек, без учета стока Чу и Таласа, составляют около 112 км^3/год. Вследствие потерь на испарение и инфильтрацию к устью рек этот объем уменьшался в естественных условиях наполовину,

и в море поступало в среднем 50–60 км^3 воды. Из них на долю Амударьи приходилось около 80%, на долю Сырдарьи – 20%. Такой приток, совместно с притоком подземных вод, поддерживал уровень Арала в относительно стабильном состоянии.

По мнению большинства исследователей, уменьшение притока в Аральское море объясняется на 20% естественным маловодьем, определяемым климатическими условиями, а на 80% антропогенным фактором – безвозвратным изъятием воды на орошение.

На рост безвозвратных потерь стока рек в регионе повлияло не только расширение площадей орошения, но и увеличение интенсивности самого орошения, недостаточные меры по борьбе с потерями воды, а иногда и абсолютно неразумные действия водопользователей. Так, в зоне Каракумского канала в 1970 г. на 1 га орошаемой земли расходовалось 25 000 м^3/год воды, а в среднем и нижнем течении Амударьи – 27 000 м^3/год. А на фильтрацию и испарение Каракумского канала ежегодно теряется 2,8 км^3, в Сарыкамышскую котловину ежегодно сбрасывается около 3 км^3 воды. В многоводном 1969 г. во избежание разливов в низовьях рек в Арнасайскую впадину был сброшен 21 км^3 сырдарьинской воды (Проблема Аральского моря, 1973). К сожалению, такие губительные для Арала потери и сбросы имеют место и в настоящее время.

Наиболее показательны экономические последствия опустынивания, постигшего бассейн Аральского моря. Здесь, в результате грубейшего просчета в политике природопользования, менее чем за 30 лет оказалась практически разрушенной экономика древнейшего хозяйственного района. Она базировалась на рыбном промысле, орошаемом земледелии и животноводстве, охотничьем хозяйстве, дополнявшихся народным ремеслом и другими промыслами. Так, до 1970-х гг. в Приаралье действовали 13 рыболовецких хозяйств, в Аральске был судоремонтный завод, в порту Уч-Сай – судоремонтная мастерская. С отступлением Аральского моря более 10 000 человек оказались безработными, что в пересчете на одну среднюю семью из 5 человек составляет 50 000 населения.

В действительности территория экологического кризиса, связанного с гибелью Арала, чрезвычайно обширна и охватывает четыре республики Центральной Азии и юг Казахстана.

К числу негативных экологических последствий Аральского кризиса следует отнести чрезвычайно опасный для природных систем всего региона, включая и горные экосистемы Памира и Тянь-Шаня, удаленные от моря на тысячи километров, вынос огромного количества песка и соли с обнажившегося дна бывшего моря. Ежегодно ветрами поднимается около 75 млн. т песка и соли и переносится на сотни километров вокруг. Катастрофически уменьшилось разнообразие видов живой природы. Если ранее в регионе моря обитало 178 видов животных, то теперь это количество сократилось до 38.

Вода в реках, стекающих в Арал, и в самом море чрезвычайно загрязнена остатками ядохимикатов и минеральных удобрений. Это следствие чрезмерной химизации сельского хозяйства региона. Уровень использования пестицидов здесь в десятки раз превышает этот показатель по СНГ и является одним из самых высоких в мире. При этом до последнего времени применялись ядохимикаты, опасные для здоровья и запрещенные во многих странах мира. По оценкам международных экспертов, вода в Аральском регионе является одной из худших в мире по уровню загрязнения.

Ухудшение экологической ситуации сопровождается тяжелыми социальными последствиями. Прежде всего это касается повсеместного ухудшения здоровья населения. К этому приводит и загрязненная

химией и солью питьевая вода, и высокое содержание вредных веществ в продуктах питания, производимых в регионе, и загрязнение воздуха во время химических обработок полей. В результате детская смертность достигает 80 детей на 1 000 новорожденных. Это в 5–7 раз выше, чем в России, Беларуси, на Украине. Более 70% взрослых и 80% детей страдают от одной или нескольких болезней. До 90% рожениц больны малокровием и анемией. Все это приводит к постоянному снижению средней продолжительности жизни в регионе. Неслучайно для характеристики экологической и социальной ситуации в Аральском регионе часто употребляется слово экоцид – геноцид природы и человека.

Наряду с прямым экономическим ущербом деградация моря наносит и огромный косвенный экономический ущерб. Особенно велик ущерб, который наносится сельскому хозяйству. Засоление огромных сельскохозяйственных территорий вследствие выноса соли со дна бывшего моря, применение нерациональных оросительных технологий приводит к резкому снижению естественного плодородия земель, ухудшению их качества, становится причиной большого недобора продукции. Урожайность сельскохозяйственных культур на засоленных угодьях снижается до 50%. Процессы засоления земель приводят к их полной деградации, превращая аграрные оазисы в пустыни.

Среди других негативных последствий экологического кризиса следует отметить осложнение политических отношений между странами Центральной Азии из-за больших противоречий в позициях по использованию водных ресурсов. Аральский кризис стал глобальным феноменом, затрагивающим коренные экономические интересы всех республик Центральной Азии. Их экономическая отсталость и отсутствие у них опыта совместного поиска взаимовыгодных решений острых вопросов затруднили координацию усилий по решению Аральской проблемы.

Ситуация осложняется быстрыми темпами роста численности населения в Центральной Азии. Здесь уже в настоящее время наблюдается острый недостаток водных ресурсов для нужд развивающихся сельского хозяйства, населенных пунктов, промышленности. При сохранении в дальнейшем сложившихся экономических и социальных тенденций водный дефицит увеличится.

Как известно, надвигающийся кризис в Центральной Азии стал очевиден еще в 1960-е гг. И с этого времени стали разрабатываться проекты спасения Аральского моря (Шульц, 1968; Проблемы.., 1973; Львович, 1986; Соколов, 1986). Эти ученые были едины во мнении о невозможности сохранения Аральского моря в том состоянии, в котором оно было до 1960-х гг. Они предполагали возможность стабилизации его уровня на какомто предельном положении в целях сохранения экологической системы моря, используя для этого необходимый объем стока Амударьи и Сырдарьи, и переброской стока сибирских рек. «Не приходится сомневаться, что переброска вод сибирских рек со временем будет осуществлена, и если это произойдет тогда, когда Аральское море хотя бы частично уже будет осушено, то вряд ли будет рационально вновь наполнять его до современных размеров или даже повышать его уровень против настоящего его положения» (Шульц, 1975). «С экономической точки зрения использовать для этой цели воду из других бассейнов было бы, разумеется, неразумно. Слишком дорога эта вода, чтобы испарять ее с поверхности Аральского моря… Но и сейчас уже ясно, что нежелательные и отрицательные экологические и социально-экономические последствия снижения уровня Аральского моря будут тем меньше, чем на более высокой отметке удастся его стабилизировать. Для достижения этой цели планируются и осуществляются меры по всемерной экономии водных ресурсов, уменьшению безвозвратных потерь. Но коренным

образом положение Арала может быть улучшено лишь при заимствовании стока из других бассейнов» (Соколов, 1986). «Аральское море нужно сохранить, но эту проблему необходимо решить, расходуя минимальное количество водных ресурсов на питание Арала. Такой результат может быть достигнут не сохранением его в том виде, в каком море существовало веками, а путем преобразований Арала, сделав режим его управляемым» (Львович, 1986).

Вышеприведенные ссылки на мнения видных гидрологов СССР, которые определенным образом влияли на формирование позиций своих современников, отражают дух отношения как к самой Аральской проблеме, так и к перспективам ее решения.

Большинство научных и изыскательских проектов базировалось на необходимости увеличения водных ресурсов Аральского региона за счет внешних источников. Самый известный проект в этом отношении разрабатывался Минводхозом СССР в 1980-х гг. по переброске части стока сибирских рек в Центральную Азию, который был отклонен под мощным напором общественного мнения, сформированного экологическим движением России. Отметим, что эта идея вновь становится предметом обсуждения в общественно-политических кругах России с подачи мэра Москвы Ю. Лужкова.

Существуют и другие подходы к решению эколого-экономических проблем бассейна Аральского моря. Ниже приведем основные положения одного из них (Стеценко, 2006). Он оперирует понятием «природно-продуктовая цепочка», подразумевая всю систему водопользования от головного водозаборного сооружения на источнике орошения до конечной сельскохозяйственной продукции.

Для условий Центральной Азии нужно определить потребность в воде всех направлений производства сельскохозяйственной продукции. Главной идеей проектов обеспечения водой стран Центральной Азии должно быть положение о том, что экономия воды может осуществляться на всех этапах природно-продуктовой цепочки, связывающей водные ресурсы с конечным использованием продукции орошаемых земель. Реализация подобного программно-целевого подхода даст возможность значительно сократить водопотребление в регионе.

Среди наиболее перспективных в экологическом и экономическом отношении альтернативных вариантов решения проблемы водного дефицита можно выделить следующие: развитие инфраструктуры и перерабатывающей промышленности, замена хлопкового волокна химическими волокнами, сокращение экспорта хлопка. Первое и второе направления связаны со структурной перестройкой экономики Центральной Азии. Только нерациональное использование и потери сельскохозяйственной продукции в Аральском регионе эквивалентны потерям свыше 40 км^3 воды и непродуктивному функционированию почти половины всех орошаемых земель. При продуманной и экономной системе использования и распределения продукции мелиорированных угодий потребности в них будут удовлетворяться расходованием гораздо меньших объемов водных ресурсов и площадей земельных ресурсов, чем сейчас. При этом прогнозируется сохранение и увеличение необходимого уровня конечного потребления продукции сельскохозяйственного происхождения.

Анализ потерь воды в звеньях природно-продуктовой цепочки показал, что самый большой резерв для ее экономии заключается в ликвидации потерь воды в мелиоративных системах. Сейчас более половины забираемой на орошение воды испаряется и просачивается в этих системах, не доходя до полей. Для бассейна Аральского моря объем таких потерь воды составляет 30–40 км^3 в год. Для использования

этих резервов воды необходима кардинальная реконструкция действующих оросительных систем, применение только прогрессивных технологий полива. Сейчас свыше 90% протяженности каналов региона имеют обыкновенное земляное покрытие. О возможном эффекте технологических мероприятий говорит тот факт, что для орошения староорошаемых угодий с земляными каналами требуется до 30 000–4 000 м^3 воды на 1 га в год, а для земель с новыми и реконструированными оросительными системами – только 6 000–10 000 м^3.

В целом, если просуммировать по природно-продуктовым цепочкам имеющиеся резервы и потери воды в Центральноазиатском регионе, то возможный объем резервов может составить около 70 км^3 воды. Конечно, далеко не все эти водные ресурсы могут быть сейчас сэкономлены, но это именно тот источник, который можно постепенно, по частям использовать для улучшения обеспеченности региона водой. Такой объем воды почти в 2,5 раза превышает потенциально возможный объем переброски воды из сибирских рек.

Концепция улучшения обеспечения водой стран Центральной Азии, позволяющая избежать переброски воды из Сибири, должна предусматривать следующие направления:

- изменение структуры экономики региона, включая развитие инфраструктуры, перерабатывающей промышленности, сокращение потерь сельскохозяйственной продукции;
- изменение структуры земледелия, уменьшение площадей под хлопком и рисом, вывод деградировавших земель из оборота, посев новых менее водоемких культур;
- реконструкция оросительных систем, введение современных технологий орошения.

Для выполнения программ экономии воды, осуществления структурных изменений в хозяйственных системах стран Центральной Азии большое значение имеет разработка эффективных механизмов реализации, прямое и индикативное государственное регулирование, использование рыночных и стимулирующих инструментов. Крайне важно разработать достаточно жесткие экономические и правовые регуляторы, обеспечивающие надежную экологическую защиту земельных и водных ресурсов в регионе. Такая система должна включать плату за использование водных и земельных ресурсов; денежную оценку этих ресурсов; механизм действенных штрафных санкций за нарушение нормативов природопользования, в частности за превышение норм полива; усиление контроля над содержанием вредных веществ в сельскохозяйственной продукции.

Механизм реализации программы структурной перестройки экономики и экологизации ее развития должен предусматривать существенное изменение системы цен, дотаций, кредита, льгот в направлении стимулирования природоохранных мероприятий. На этом направлении должны стимулироваться сокращение удельного и общего водопотребления, охрана земли, производство биологически чистой сельскохозяйственной продукции.

Введение адекватных оценок природных ресурсов кардинальным образом меняет систему принятия решений в развитии орошаемого земледелия. Водный кризис во многом является следствием игнорирования экономической ценности водных и земельных ресурсов, что привело к сверхизбыточному потреблению воды, к быстрому увеличению площадей орошаемых земель.

М. Хорст (2005) отмечает, что проблема бассейна Аральского моря «особую остроту приобрела в последнее десятилетие в связи с наметившимся и прогнозируемым в перспективе изменением клима-

та. Ни один из апробированных Госкомгидрометом климатических сценариев, отражающих «потепление климата», не предполагает увеличения стока рек Амударьи и Сырдарьи, напротив, ожидается существенное сокращение стока в вегетационный период. Предпринятая специалистами Госкомгидромета оценка стока основных рек бассейна Аральского моря на перспективу показала, что по самым пессимистичным прогнозам в связи с общим потеплением климата и уменьшением запасов снега и льда в горах на 15–20% уменьшится сток реки Сырдарьи и на 20–30% сток реки Амударьи». Учитывая, что численность населения только в Узбекистане к 2050 г. может возрасти, по разным оценкам, от 37 до 55 млн. человек (а в регионе – от 75 до 100 млн. человек), Хорст предлагает следующие меры смягчения здесь водной проблемы:

- поэтапный переход на водосберегающую технологию полива;
- повышение продуктивности использования оросительной воды;
- использование некапиталоемких методов водосбережения;
- улучшение эксплуатационных характеристик бороздкового полива;
- снижение водопотребления за счет применения засухоустойчивых сортов хлопчатника;
- планирование целесообразных затрат воды на фактический уровень урожая.

Таким образом, проблема Аральского моря, переросшая в целом в проблему его бассейна и получившая международный резонанс, пока еще далека от оптимального решения. Потребуется немало усилий ученых, практиков водного хозяйства, общественных и политических деятелей, руководителей государств для достижения взаимопонимания и результатов, отвечающих общим интересам всех народов региона.

5.3.2. Или-Балхашская проблема

Балхаш – одно из крупнейших бессточных озер Центральной Азии, занимающее площадь более 18 000 км^2, расположено среди обширной Балхаш Алакольской впадины на высоте около 341 м над уровнем моря. Оно является остаточным водоемом древнего Ханхайского моря, занимавшего всю эту впадину, включая смежные с ним озера Сасыкколь и Алаколь. Современный объем воды в нем оценивается в 106 км^3. Приход воды в него складывается из притока речных вод – Или, Каратала, Аксу, Лепсы, Аягуза, Баканаса, стока поверхностных и подземных вод с прибрежной полосы и атмосферных осадков, выпадающих на его поверхность.

Особо следует отметить, что вся вода, поступающая в озеро различными путями, расходуется на испарение. В связи с этим, учитывая, что одним из главных факторов испарения с водной поверхности является температура воздуха и воды, ожидаемое потепление климата может стать причиной дальнейшего обмеления Балхаша.

Главным притоком озера является река Или, впадающая в него с западной оконечности. Ее сток обеспечивает 67% его питания. Остальные реки, питающие восточную часть Балхаша, приносят в него около 20% притока (Турсунов, 1998). Доля подземного питания оценивается в 2%, остальную часть прихода составляют осадки (184 мм).

Уникальной особенностью Балхаша является то, что узким полуостровом Узун-Арал он делится на две обособленные части: западную, большую по площади (более 10 000 км^2), но более мелководную (до 11 м), и восточную – площадью более 7 000 км^2 и глубиной до 26 м.

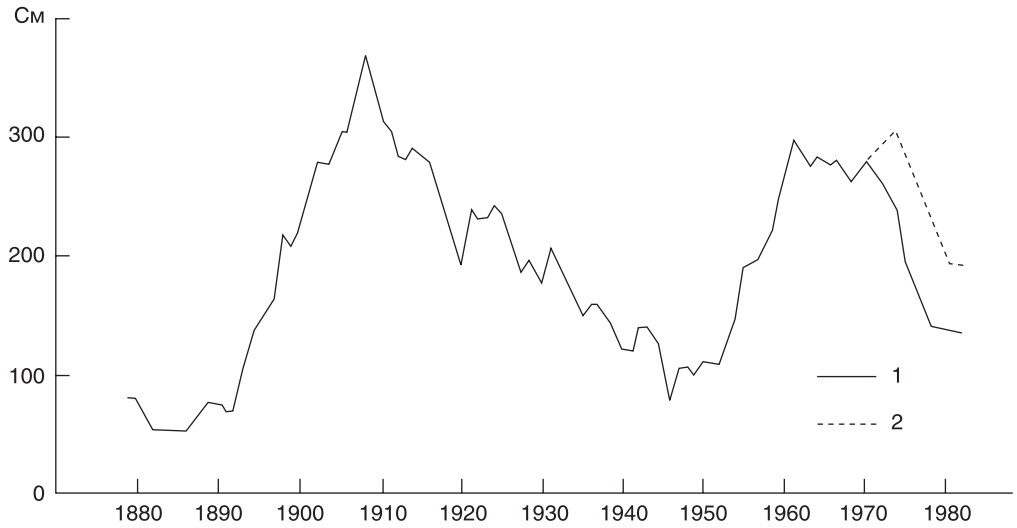


Рис. 5.2. Многолетний ход колебаний уровня оз. Балхаш (нуль графика равен 340 м). 1 – наблюденный уровень, 2 – восстановленный, с учетом изъятия стока на заполнение Капшагайского водохранилища.

Вторая особенность озера заключается в том, что, как было сказано выше, практически вся поступающая в него вода расходуется на испарение. В условиях затрудненного водообмена между западной и восточной частями Балхаша, через узкий пролив Узун-Арал, расположенный между одноименным полуостровом и северным берегом, в них создается различный солевой режим и разная степень минерализации воды. В естественном состоянии режима водоема, что сохранялось до 1970-х гг., в восточной части минерализация воды достигала 4 г/л. Западная часть под влиянием обильного притока слабоминерализованных вод реки Или сильно опреснялась, и минерализация здесь не превышала 0,5–1,5 г/л.

Проблема Или-Балхашского региона возникла в конце 1960-х гг. в связи с проектированием и строительством на реке Или Капшагайского водохранилища объемом 27 км^3, наполнение которого началось в 1970 г. Уже в первые годы обнаружилось, что забор воды для заполнения нового водохранилища, составивший 2,7 км^3/год, или 18% из притока в озеро, равного 14,9 км^3/год, повлекло за собой неблагоприятные последствия для его режима. При поверхностном притоке, равном 12,2 км^3/год, и испарении с поверхности озера, равном 18,13 км^3/год, уровень озера стал непрерывно падать с интенсивностью 15,6 см/год, и в 1986 г. он достиг самой низкой отметки – 340, 46 м над уровнем моря (рис. 5.2). Минерализация воды стала повышаться и в западном Балхаше достигла значения 2,05 г/л, то есть резко ухудшилось качество воды, которая использовалась на хозяйственно-бытовое, питьевое и промышленное водоснабжение региона. Произошло опустынивание дельты Или, начался вынос солей с обсохшей части дна озера, сократилось количество ценных промысловых рыб и т. д. Существенный вклад в Или-Балхашскую проблему внесло развитие экстенсивного сельскохозяйственного производства, путем непрерывного расширения площадей орошаемых земель, которые во второй половине 1980-х гг. достигли 580 000 га. Водозабор на эти цели достиг 7 км^3/год. Чрезвычайно велик водозабор на выращивание риса, достигающий на отдельных массивах 70 000 м^3/га.

Усугублению уже существующей проблемы способствует все нарастающее изъятие части стока реки Или Китайской Народной Республикой для расширения орошаемых площадей в Или-Казахской автономной области СУАР. По оценкам казахстанских экспертов, изъятие воды из реки и потери стока в настоящее время составляют около 4,5 км^3/год. Дополнительный забор воды еще в объеме 10–15% приведет к обмелению и засолению Балхаша. Так как Балхаш играет определяющую роль в климатическом балансе юго-восточной и центральной частях Казахстана, эти процессы могут стать основой экологической катастрофы, аналогичной Аральской, с чрезвычайно серьезными социально-экономическими последствиями.

Учитывая то, что Китай намерен продолжать освоение новых орошаемых земель на водосборе реки Или, целесообразно разработка собственных мер по рациональному использованию водных ресурсов Или и других рек бассейна Балхаша. В первую очередь необходимо усовершенствование норм и режима орошения, реконструкция магистральных и внутрихозяйственных каналов для существенного повышения их КПД, которые сейчас редко превышают 30%. Следует обновить разработанную в конце 1980-х гг. схему комплексного использования водных ресурсов Или-Балхашского бассейна с учетом планов КНР по предельному изъятию воды из Или. При этом конечной целью схемы необходимо определить поддержание оптимального уровня озера и необходимой для питьевого и бытового потребления минерализации воды в Западном Балхаше.

5.3.3 Проблема озера Иссык-Куль

Озеро Иссык-Куль расположено в центре горной системы Тянь-Шаня, на высоте 1608 м над уровнем моря. С севера и юга котловину озера окаймляют горные хребты Кунгей и Тескей Ала-Тоо, вершины которых достигают отметок 4 000–4 500 м. По своим размерам Иссык-Куль входит в ряд крупнейших озер мира. При площади зеркала 6 240 км^2 его котловина вмещает 1 738 км^3 воды. Наибольшая глубина, при-

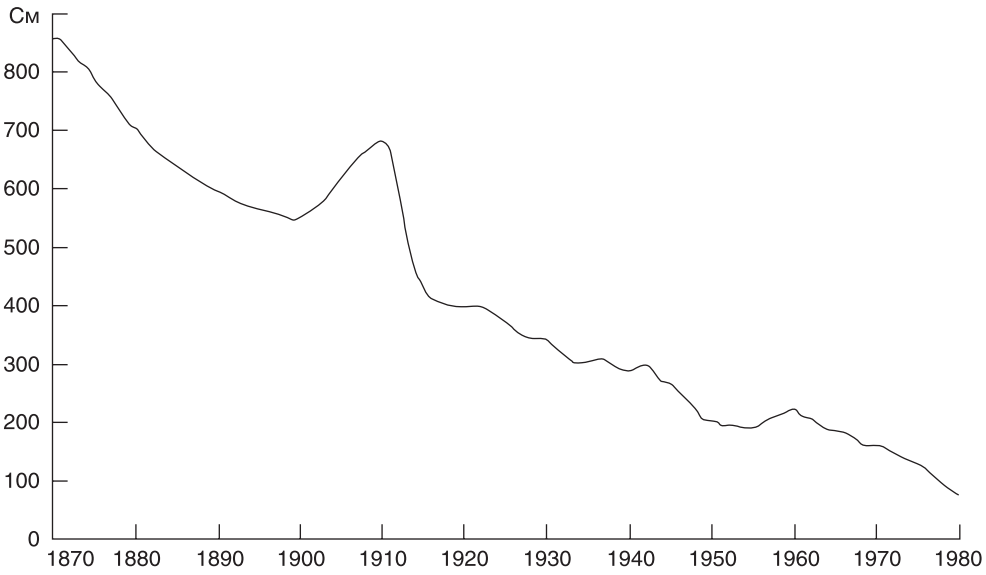


Рис. 5.3. Многолетний ход уровня озера Иссык-Куль.

уроченная к южному берегу, определена равной 668 м; средняя глубина составляет 278,4 м. Вода озера солоноватая (5,8‰), ее прозрачность высокая и в открытой части водоема достигает 12–16 м.

Иссык-Куль как бессточное озеро является испарителем большой массы поступающих в него речных вод и выпадающих на его поверхность атмосферных осадков. Этот фактор накладывает свой отпечаток на методы исследований причины его обмеления. Известно, что в 1928 г., во время экспедиционных исследований АН СССР под руководством Л. Берга, в озеро впадало 117 рек с общим объемом годового стока 3,7 км^3. По нашим обследованиям, летом 1969 г. до него доходил сток только 18 рек.

Проблема озера Иссык-Куль возникла в связи с происходящим уже в течение 100 лет падением его уровня, причина которого, несмотря на многочисленные исследования, остается неясной и является предметом научных споров (рис. 5.3).

Интерес к проблеме обострился в связи с планами интенсивного освоения побережья озера для развития курорта регионального, а затем и мирового значения. Для инвесторов большое значение имели ответы на вопросы об истинных причинах падения уровня озера и его продолжительности. Ведь можно вложить большие финансовые средства на строительство санаторно-курортных комплексов, создание их инфраструктуры, которые через некоторое время окажутся в большом удалении от озера, что самым неблагоприятным образом отразится на условиях их эксплуатации.

Относительно причин понижения уровня озера Иссык-Куль исследователями предложено несколько гипотез. Климатическая гипотеза связывает понижение уровня с колебаниями климата – наступлением его маловодной фазы в конце XIX – начале XX в. и последующими изменениями температуры воздуха, испарения и атмосферных осадков. Одна из геологических гипотез объясняет падение уровня тектоническими процессами, которые могли вызвать систематический отток воды за пределы котловины озера по трещинам и разломам земной коры. Согласно другой геологической гипотезе, понижение уровня происходит из-за прогибания дна озера. По мнению сторонников антропогенной гипотезы, уровень озера понижается из-за систематического развития орошаемого земледелия, что приводит к увеличению объема безвозвратных потерь воды, забираемой из рек, и связанным с этим уменьшением ее притока в озеро.

Наиболее полное исследование проблемы, на основе анализа результатов других ученых и собственных работ, провел В. Романовский (1990). С 1950-х до 1990-х гг.на метеостанции Пржевальск, расположенной в восточной части котловины, температура воздуха повысилась на 0,5 °С при увеличении годовой суммы атмосферных осадков на 55 мм. В то же время из-за возрастания дефицита влажности величина испарения увеличилась на 46 мм.

Статистика свидетельствует, что с 1928 г. по 1980-е г. посевная площадь в котловине увеличилась с 330 га до 170 000 га, т. е. более чем в 500 раз. Потепление климата и непрерывное увеличение забора воды на орошение определили рост испарения с поверхности водосбора озера и его акватории. По водно-балансовым расчетам безвозвратные потери воды в связи с орошением составляют 78 мм, или 0,49 км^3/год. Одна часть испарившейся влаги выпадает на наветренных склонах гор восточного Прииссыккулья, незначительно увеличивая сток рек, другая часть выносится за пределы котловины, определяя скорость падения уровня озера. В то же время повышение температурного фона вызвало рост речного стока за счет активизации таяния ледников.

Совокупный анализ влияния климатического и антропогенного факторов на уровень Иссык-Куля показывает, что их вклад на процесс его колебания очевиден. При этом ведущее значение при формировании отрицательной составляющей водного баланса озера принадлежит безвозвратным потерям воды за счет орошаемого земледелия. Повышенный речной сток, связанный с дополнительным поступлением воды в речную сеть от атмосферных осадков и таяния ледников, оказался недостаточным для компенсации этих потерь.

Доказательных подтверждений геологических гипотез падения уровня озера пока не имеется.

Нельзя в настоящее время представить полноценное социально-экономическое развитие Кыргызской Республики без дальнейшего использования природных ресурсов Иссык-кульской котловины и развития ее природно-хозяйственного потенциала. Это предусматривает расширение орошаемых площадей еще более чем на 60 000 га и рост водозабора из рек до 1,8 км^3/год в перспективе.

Рассмотрим предлагаемые решения проблемы озера Иссык-Куль.

В качестве кардинальной меры по стабилизации уровня озера выдвигаются проекты переброски стока рек из смежных речных бассейнов. Одной из возможных мер рассматривались мероприятия по заимствованию около 2 км^3 стока реки Сарыжаз, которая уносит свои воды в объеме более 4 км^3 в КНР. Однако из-за крайней ограниченности возможностей по их реализации разработки по данному проекту не были доведены до логического конца.

Реальным для выполнения в техническом и финансовом отношениях вариантом частичного восполнения потерь воды озера Иссык-Куль является использование стока реки Каркыра, принадлежащей к Или-Балхашскому бассейну. Из нее можно было взять около 0,18 км^3 воды в год, что позволило бы восстановить примерно третью часть возросших потерь на испарение. В 1980-х гг. были начаты работы по строительству канала «Каркыра – Иссык-Куль» для реализации этой задачи, но с распадом СССР эти работы были прекращены. Учитывая напряженность водохозяйственного баланса Или-Балхашского региона, в современных политических условиях реализация такого проекта может стать предметом межгосударственного спора между Кыргызстаном и Казахстаном.

Институтом водных проблем и гидроэнергетики Академии наук Кыргызской Республики предложен вариант переброски стока реки Арабелсуу в восточную часть котловины по руслу реки Жууку. Из имеющихся водных ресурсов реки, равных 300 млн. м^3, примерно 125 млн. м^3 можно изымать в летнее время (Маматканов и др., 1979).

Любые проекты, основанные на перебросках стока рек, являются высокозатратными. Особенно дорогими они являются для горных условий, в которых трассы искусственных рек пересекают горные хребты и глубокие межгорные долины и котловины. Ожидание того, что в ближайшей перспективе какой-то из предлагаемых проектов по стабилизации уровня озера Иссык-Куль будет реализован, нереально. Поэтому более рациональными и осуществимыми представляются меры по всемерному сокращению безвозвратного водопотребления. Учитывая, что более 90% вод, забираемых из всех видов источников водоснабжения, используется на нужды орошения, большие резервы кроются в усовершенствовании норм и режима орошения. Большая экономия воды может быть достигнута путем повышения коэффициентов полезного действия оросительных систем, значения которых в котловине находятся на уровне 20–30%. Следует воздерживаться от дальнейшего расширения площадей орошаемых

пашень, предоставляя все большие территории под садовые культуры с малым водопотреблением, например, под абрикосы и урюк.

Стратегическое решение проблемы озера Иссык-Куль возможно через разработку и осуществление проекта Единой водохозяйственной системы (ЕВХС) бассейна озера Иссык-Куль (Маматканов, Сысенко, 1979). Предлагаемая схема должна охватывать все структуры водного хозяйства и определять перспективы их развития на основе существующих водных ресурсов бассейна. Конечной целью функционирования этой схемы определяется стабилизация уровня озера на заданной отметке. При изменении условий водообеспеченности, например, при реализации какого-то варианта переброски стока, параметры ЕВХС могут быть оперативно изменены.

Литература

1. Водные ресурсы Таджикистана. – Душанбе, 2003.
2. Диких А. Н. Проблемы и прогноз развития оледенения и водности рек в Центральной Азии. В кн.: Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. – Бишкек, 2001.
3. Изменение климата, 2001 г.: Последствия, адаптация и уязвимость. Третий доклад об оценках Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). – Женева, 2001.
4. Изменение климата – прогнозы таджикских экспертов. ecoasia.ecolink.ru/data/2002.
5. Кузьмиченок В. А. Технология и возможности аэротопографического картирования изменений ледников на примере оледенения Ак-Шийрака. – М., МГИ, вып. 67.
6. Маматканов Д. М., Сысенко В. И., Эрдман О. Д. Водные мелиорации в междуречье Джууку-Ирдык с учетом требований стабилизации уровня озера Иссык-Куль. Мат-лы науч. конф.: Проблемы Иссык-Куля. – Фрунзе. 1979.
7. Маматканов Д. М., Сысенко В. И. Методические вопросы разработки водохозяйственных мероприятий по поддержанию оптимального уровня озера Иссык-Куль. Мат-лы науч. конф.: Проблемы Иссык-Куля. – Фрунзе, 1979.
8. Маматканов Д. М. Комплексное использование и охрана водных ресурсов Центральной Азии. В кн.: Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. – Бишкек, 2001.
9. Материалы гляциологических исследований. – М., 2004, вып. 97.
10. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974.
11. Михайлов В. Н. Почему обмелело Аральское море? journal.issep.rssi/ru, 1999.
12. Львович М. И. Вода и жизнь. – М.: Мысль, 1986.
13. Основные положения водной стратегии бассейна Аральского моря. Книга 1. Разработана творческой группой ИК МГСА при поддержке ВБРР, 1997.
14. Отчет ВБ «Взаимосвязь водных и энергетических ресурсов Центральной Азии». – Вашингтон, 2004.
15. Подрезов О. А, Диких А. Н., Бакиров К. Б. Изменчивость климатических условий и оледенения Тянь-Шаня за последние 100 лет. Известия КРСУ, 2003.

16. Проблема Аральского моря. В сб.: Проблемы регулирования и использования водных ресурсов. – М., 1973.

17. Соколов А. А. Вода: проблемы на рубеже XXI века. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986.

18. Стеценко А. А. Возможное влияние изменений климата на сельское хозяйство. – МГУ, 2006.

19. Романовский В. В. Озеро Иссык-Куль как природный комплекс. – Фрунзе, 1990.

20. Турсунов А. А. Гидроэкологические проблемы Республики Казахстан. Центральная Азия и Кавказ, 1998, №3.

21. Хорст М. Г. Возможные пути повышения уровня рационального водопользования в орошаемом земледелии бассейна Аральского моря в связи с изменениями климата.

22. Шнитников А. В. Уровень озер земного шара как показатель изменчивости во времени общей увлажненности их бассейнов. В сб.: Гидрология озер и водохранилищ. – М.: МГУ, 1975.

23. Шульц В. Л. Проблема Аральского моря. Труды САНИГМИ, вып. 32. – Л., 1968.

Лекция 6. Устойчивое развитие Центральной Азии

6.1. Принципы устойчивого развития

Прежде чем рассматривать вопрос устойчивого развития Центральной Азии, давайте вспомним, опираясь на работы [1–4], некоторые определения и историю развития «устойчивого развития».

Английский термин sustainable переводится как «поддерживающий, длительный, устойчивый, непрерывный», а словосочетание Sustainable development, означает по смыслу «устойчивое развитие».

Такое определение впервые появилось в 1980 г. в докладе «Всемирная стратегия охраны природы», представленном Международным союзом охраны природы и природных ресурсов. В докладе «развитие» определяется как «модификация биосферы и использование людских, финансовых и природных ресурсов для удовлетворения потребностей людей и улучшения качества жизни». Основной вывод доклада – для того чтобы развитие было устойчивым, следует учитывать не только его экономические, но и социальные и экологические факторы.

Однако внимание мирового сообщества было привлечено к понятию «устойчивое развитие» в 1987 г. после публикации доклада «Наше общее будущее», подготовленного комиссией ООН по окружающей среде и развитию. Именно ее выводы составили методологическую основу решений, принятых в рамках Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. «О необходимости для цивилизации выхода на уровень устойчивого развития». Говоря об устойчивом развитии, надо принимать во внимание весь спектр проблем, волнующих цивилизацию, и выход общества на такой уровень жизни, когда глобальные, региональные и национальные процессы обеспечивают качественные и количественные характеристики бытия нынешнего и будущего поколений.

Существуют две основные трактовки термина «Устойчивое развитие» в узком и широком смыслах слова (Е. М. Родина [2]) (в работе С. Н. Бобылева [3] приведены близкие по содержанию модели слабой и сильной устойчивостей):

I. В узком смысле термин «устойчивое развитие» акцентирует внимание преимущественно на экологическую составляющую [2]. Такой подход характерен, например, для организаций ООН по продовольствию и сельскому хозяйству, где полагается выход на уровень устойчивого развития с таким управлением аграрного сектора, который обеспечивал бы удовлетворение основных потребностей настоящих и будущих поколений при сохранении традиционного природно-ресурсного потенциала биосферы. Поэтому для устойчивого развития предполагается осуществление ряда условий:

- темпы и масштабы потребления природно-ресурсного потенциала должны соответствовать естественным условиям регенерации экосистем;
- объем отходов хозяйственной и социокультурной деятельности не должен превышать объема ассимиляционных возможностей биосферы;
- утилизация невозобновляемых ресурсов должна компенсироваться ростом потребления природно-ресурсного потенциала;

- стратегия развития должна исходить из интересов как настоящих, так и будущих поколений.

II. В широком смысле устойчивое развитие трактуется как процесс, обозначающий новый тип функционирования цивилизации, основанный на радикальных изменениях исторически сложившихся экономических, социальных и экологических условий. По существу, ставится задача управления природно-ресурсным потенциалом и всей совокупности социокультурного богатства, которым располагает цивилизация на конкретном этапе исторического развития. Устойчивое развитие рассматривается во взаимодействии всех ресурсов развития – экономического, человеческого и экологического.

1. Экономический ресурс, в соответствии с которым хозяйственная деятельность цивилизации ориентирована не на повышение потребления природно-ресурсного потенциала биосферы, а на его рациональное использование. Экономическое выживание цивилизации предполагает не рост масштабов деятельности материального характера, а акцент на интенсификацию интеллектуального потенциала: научные разработки, информационные системы и др. Остро ставится вопрос о сокращении объемов потребления природных ресурсов и переходе экстенсивного развития производств к интенсивному с использованием новых ресурсосберегающих технологий.

2. Человеческий ресурс вносит в процесс взаимосвязей такие дополнительные составляющие, как социальный, культурный и управленческий аспекты:

- **социальный аспект** предполагает переход общества на демократические принципы управления, сочетание рыночной экономики и социальных функций государства. Подразумевается, что новый тип хозяйственной деятельности приведет к повышению качества жизни людей и преодолению разрыва в уровнях дохода между различными слоями населения, решению проблемы бедности и вовлечению в процесс принятия решений социальных групп: женщин, малочисленных этносов, людей с ограниченными возможностями и др. Принятие любого решения, связанного с антропогенной деятельностью, предполагает учет актуальных и потенциальных социально-экологических последствий. Центральным вопросом социального аспекта устойчивого развития остается слабо контролируемый рост численности людей;
- **культурологический аспект**. Сложившаяся модель «*демонстрационного*», расточительного потребления, закрепленная в сознании людей через средства массовой информации, является мощным негативным стимулом нарастания темпов использования природных ресурсов. Это является механизмом поляризации человеческих сообществ, независимо от типа государственного устройства, на очень богатых и очень бедных. Избыточное потребление концентрируется в пределах круга очень богатых, но именно этот образ жизни становится эталоном подражания для остальных членов общества. Необходимо новое мышление и другой критерий человеческих ценностей. Производство и потребление должно ориентироваться на реальные условия, адекватно отвечающие современным представлениям о статусе человека, общества и природной среды в динамике мировых процессов. *Ставится вопрос о новой культуре потребления и новом гуманном соотношении «человек – природа – развитие»*;
- **управленческий аспект** предполагает выход на такой уровень управления, который сочетал бы локальные, национальные и общечеловеческие подходы. Функционирование рыночных отношений предполагает относительную свободу обмена товарами, услугами, ресурсами и включение меха-

низма управления в сфере взаимоотношений человека, общества и биосферы. В большинстве стран мирового сообщества сформированы централизованные структуры, координирующие проблемы социально-экологического развития на национальном уровне: комитеты, агентства, министерства и т. п. В развитых странах они действуют эффективно, а в развивающихся их деятельность имеет преимущественно формально-бюрократический характер и не оказывает существенного влияния на экологизацию национального развития.

3. Экологический ресурс учитывает влияние человека на природу, поскольку прогресс общества всегда связан с использованием природы для своих нужд, а не наоборот (Гейдельбергский призыв ученых к Саммиту в Рио-92). В концепции устойчивого развития впервые природная среда входит равноправной составной частью процесса развития. Тем не менее, во взаимоотношениях человека и природы сложились три направления: экологопользование, охрана окружающей среды и экологическая безопасность.

- **Природопользование** – это использование человеком окружающей среды для удовлетворения экономических, экологических и культурно-оздоровительных потребностей.
- **Охрана окружающей среды** – это система мер, направленная на сохранение и улучшение природной среды, предотвращение вредных последствий хозяйственной и иной деятельностей человека.
- **Экологическая безопасность** – это система мер, направленных на защиту жизненно важных интересов человека от неблагоприятного воздействия окружающей среды.

Устойчивое развитие в графической форме можно представить в виде треугольной пирамиды (рис. 6.1), углы основания которой представляют главные аспекты современного развития: экономику, экологию и социум [2]. Сбалансированное взаимодействие трех аспектов является основой устойчивого развития. Чтобы обеспечить баланс устойчивого развития, необходима сильная политическая воля и эффективное управление процессами балансирования. Угол при вершине пирамиды представляет собой институциональный аспект, потенциал которого включает политику, нормативно-правовую базу, прозрачную систему управления развитием, информирование и образование общества.

6.2. Общество, экология и их воздействие на устойчивое развитие

XX в. принес новый социально-экологический кризис, симптомы которого стали повсеместно проявляться в 60–70-е гг. Особое потрясение общества вызвали сообщения о разрушении озонового слоя Земли, которое усугубилось информацией о повсеместной деградации земельных и водных ресурсов, сокращением биоразнообразия, изменением климата и т. д. Стало очевидным, что если такими темпами и с такими разрушениями окружающей среды будет развиваться человечество, Земля будет стоять на пороге гибели разумной жизни. Поэтому начинают возникать такие общественные организации, как Римский клуб (1968) и экологическое движения Greenpeace (1971), занятые поиском выхода человечества из глобального кризиса.

В 1972 г. в Массачусетском технологическом институте под руководством специалиста области системной динамики Денниса Медоуза был подготовлен **первый доклад Римскому клубу** «Пределы роста». Результаты исследования давали мрачные прогнозы на будущее: через 75 лет сырьевые ресурсы будут исчерпаны и нехватка продовольствия станет катастрофической, если экономическое развитие не

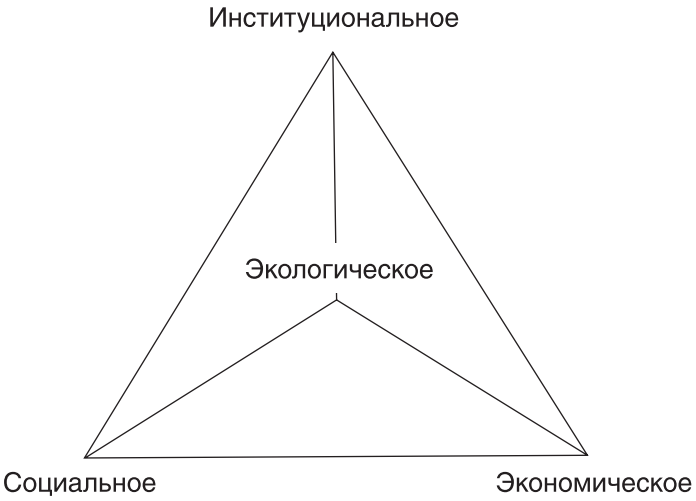


Рис. 6.1. Измерение устойчивости по определению Комиссии ООН по устойчивому развитию (1995 г.).

будет сведено к простому воспроизводству, а прирост населения Земли не будет поставлен под жесткий контроль. Выводы доклада, получившие название «Концепции нулевого роста», вызвали бурную реакцию в обществе, и о нем заговорил весь мир. Кризис 1974–1975 гг., потрясший все сферы человеческого общества, красноречиво показал, что прогнозы Римского клуба не такая уж нелепость и серьезно поколебал популярные теории экономического роста, концепции «постиндустриального» и «информационного» обществ, рисующие будущее человечества в розовых тонах.

Второй доклад Римскому клубу (1974) был подготовлен американским математиком Михайло Мессаровичем, который доказал, что стихийное развитие экономики нерационально и требует планового управления на глобальном уровне. Концепция «нулевого роста» уступает место концепции «органического роста». Окружающий мир рассматривается как живой организм, где каждая страна, каждый регион играет свою особенную роль во взаимосвязанном мировом сообществе.

Третий доклад Римскому клубу (1977) «Перестройка международного порядка» показал, что мировой экономический порядок теряет свою былую устойчивость и стабильность при безуспешных попытках развитых стран изменить положение в лучшую сторону и требований развивающихся стран пересмотреть правила международных отношений. В 1974 г. Генеральная Ассамблея ООН приняла Декларацию об установлении нового международного экономического порядка и Программу действий. Римский клуб решил организовать разработку подобного проекта, который «должен быть, с одной стороны, достаточно всеобъемлющим, а с другой – вполне реалистичным и осуществимым в нынешних условиях». Все предполагаемые меры были ориентированы на то, чтобы обеспечить условия для сбалансированной и устойчивой эволюции развития человеческой системы. По словам Гинбергена, главная цель мирового сообщества состоит в обеспечении «достойной жизни и умеренного благосостояния всем гражданам мира».

Вопросам взаимодействия современной цивилизации и природной среды была посвящена Первая всемирная конференция по окружающей среде в Стокгольме в 1972 г. Генеральный секретарь конферен-

ции Морис Стронг впервые сформулировал понятие экологически ориентированного социально-экономического развития (экоразвития), при котором рост благосостояния людей не должен сопровождаться ухудшением среды обитания и деградацией природных экосистем. Практическая реализация идеи экоразвития – это одна из главных (после устранения угрозы ядерной войны) задач современности. Она предполагает коренное изменение хода мирового развития, стратегии использования и распределения ресурсов, глубокие преобразования в экономике и межгосударственных отношениях. Стокгольмская декларация поставила эти задачи и предложила странам подумать: как жить дальше, как реализовать идею экологически ориентированного прогресса?

В 1983 г. по инициативе Генерального Секретаря ООН создана Международная комиссия по окружающей среде и развитию. Ее возглавила премьер-министр Норвегии Гру Харлем Брунтладнд. В 1987 г. опубликован отчет комиссии под названием «Наше общее будущее». Этот документ обострил вопрос о необходимости поиска новой модели развития цивилизации. В нем, в частности, показана невозможность ставить и решать крупные экологические задачи вне их связи с социальными, экономическими и политическими проблемами. Комиссия заявила, что экономика должна удовлетворять нуждам людей, но ее рост должен вписываться в пределы экологических возможностей. Прозвучал призыв к «новой эре экономического развития, безопасного для окружающей среды». В документах комиссии Брунтланда *устойчивое развитие определяется как развитие, позволяющее на долговременной основе обеспечить стабильный экономический рост, не приводя к деградации природной среды для удовлетворения потребностей как современных, так и будущих поколений*.

Всемирный Саммит по устойчивому развитию в 2002 г. в Иоханнесбурге подтвердил приверженность мирового сообщества Декларации и Принципам Рио-де-Жанейро, глобальной программе развития – Повестке дня на XXI в. Было отмечено, что совершен существенный прогресс по достижению согласия и сотрудничества всех людей планеты. Саммит сосредоточился на целостности человеческого достоинства и ускорении доступа к основным условиям его существования: чистая вода и адекватная санитария, безопасность продовольствия, энергия, здравоохранение и защита биоразнообразия.

6.3. Особенности региона Центральной Азии

Как мы уже отмечали в лекции 2, Центральная Азия расположена в средней части Евроазиатского континента (36–56° северной широты, 46–88° восточной долготы) [4–8], включает территории государств Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Республика Таджикистан, Туркменистан и Республика Узбекистан, которые граничат с Российской Федерацией, Китаем, Афганистаном и с Ираном (рис. 2.1). Общая площадь территории составляет более 4 млн. км^2, а практически все население (55 млн. человек) проживает в долинах рек и оазисах, что составляет 5% территории.

Центральная Азия находится в глубине материка на расстоянии 3 000–4 000 км от океанов, чем обусловлена резкая континентальность климата и относительно большая величина радиационного баланса. Жаркие летние температуры доходят до 45 °С, холодные малоснежные зимы с температурами –30 °С, скудное количество осадков – 200 мм в среднем по региону (см. рис. лекции 2). Территория региона – это расположенные с одной стороны высокие горы – зона вечных ледников и формирование водных ре-

сурсов (государства Кыргызстан, Таджикистан), а с другой стороны – безбрежные степи, голодные пустыни и полупустыни – зона земледелия, использование и перераспределение водных ресурсов (государства Казахстан, Таджикистан и Узбекистан).

Центральная Азия, как единый организм, связана водными ресурсами (см. лекцию 5), без которых не может существовать биоразнообразие, земледелие и животноводство.

Экосистема Центральной Азии – это физико-географическое образование, включающее:

- **горные системы** Памира, Тянь-Шаня, Алтая с высокими снежными вершинами, мощными ледниками, бурными реками и живописными долинами – зона формирования водных ресурсов (рис. 6.2);
- **равнинную часть**, занятую степями, пустынями и полупустынями, – зона распределения и использования водных ресурсов (рис. 6.3);
- **бессточные моря**: Каспийское и Аральское, **озера**: Иссык-Куль, Балхаш и т. д., **реки**: Амударья, Сырдарья, Чу, Иртыш, Талас, Или и др. – зоны обитания уникального биоразнообразия (рис. 6.4).

Рис. 6.2. Горные экосистемы и ледниковые озера Центральной Азии.

Рис. 6.3. Равнинные части Центральной Азии.

Экосистема Центральной Азии выполняет важную роль в поддержании глобального экологического равновесия. Регион известен своим уникальным ландшафтом, богатым разнообразием растительного и животного мира. Многие районы представляют собой естественные места обитания и миграций разных видов флоры. Они являются историческими центрами происхождения плодовых и ягодных растений, являющихся материнскими формами культурных сортов. На территории Центральной Азии сохранились многочисленные реликтовые и эндемичные виды флоры и фауны.

Рис. 6.1. Озеро Иссык-Куль (Кыргызстан).

Страны Центральной Азии имеют древнюю историю. Великий шелковый путь соединял страны Востока и Запада и выступал в роли культурной торгово-экономической трансконтинентальной связи. Обширные равнины традиционно являлись районами кочевого скотоводства. Оседлое земледелие носило мелкоочаговый характер и концентрировалось вокруг источников орошения.

Субрегион богат природными и энергетическими ресурсами, имеются значительные запасы нефти и газа, угля, железных и медных руд, фосфоритов, урана. Например, Туркменистан занимает третье место в мире среди крупнейших поставщиков газа, Узбекистан по добыче золота занимает восьмое место в мире. Значительные мировые запасы пресной воды сосредоточены в горных экосистемах Кыргызстана и Таджикистана, а Казахстан известен своими богатыми углеводородными и минеральными ресурсами.

Центральная Азия расположена на пересечении транспортных магистралей. По территории субрегиона проходит Туркестано-Сибирская магистраль и сеть железных дорог. Через Иран Центральная Азия имеет выход к Персидскому заливу, через Афганистан и Пакистан – к Индийскому океану, через Китай – в Азиатско-Тихоокеанский регион. Развита сеть автомобильных дорог, связь, судоходство и воздушное сообщение.

Отличительной особенностью Центральной Азии является уязвимый характер ее экосистем, что в сочетании с неравномерным распределением водных ресурсов, их дефицитом и аридным климатом накладывает заметное ограничение на социально-экономическое развитие. Зависимость развития цивилизации Центральной Азии от водных ресурсов прослеживается с далеких времен. Вода всегда была и остается основой жизни и главным лимитирующим фактором развития региона. В результате использования огромного количества воды на орошение хлопковых и рисовых полей из рек Сырдарья и Амударья уровень Аральского моря стал катастрофически уменьшаться (рис. 6.5) [4, 5, 9]. Произошло нарушение природно-климатического баланса. Высыхание Аральского моря привело к усилению ветровой

эрозии поверхности высохшего дна и увеличению запыленности воздушного бассейна региона. Образовалась большая соленая пустыня Аралкум.

Быстрый рост населения, развитие индустрии и сельского хозяйства в государствах Центральной Азии требуют **перехода к новым принципам** водопользования, пересмотру структуры посевных площадей в сельском хозяйстве и принятия неотложных мер по охране окружающей среды. Возрастающее **антропогенное воздействие** на природную среду способствовало формированию зоны экологического бедствия. Чрезмерное использование водных и земельных ресурсов привело к экологической катастрофе бассейн Аральского моря. Был нарушен принцип устойчивого развития: **экономическую деятельность государства необходимо вести в пределах экологической емкости имеющихся водных и земельных ресурсов**.

В настоящее время, например, в Казахстане и Туркменистане земель достаточно для удовлетворения национальных потребностей сейчас и в обозримом будущем, а в остальных трех странах Центральной Азии отмечается их недостаток. В то же время запасами водных ресурсов богаты Кыргызстан и Таджикистан, а другие государства региона испытывают большой дефицит в воде.

Центральная Азия может устойчиво развиваться только как единая, веками формировавшаяся, экосистема.

6.4. Оценка устойчивого развития стран Центральной Азии

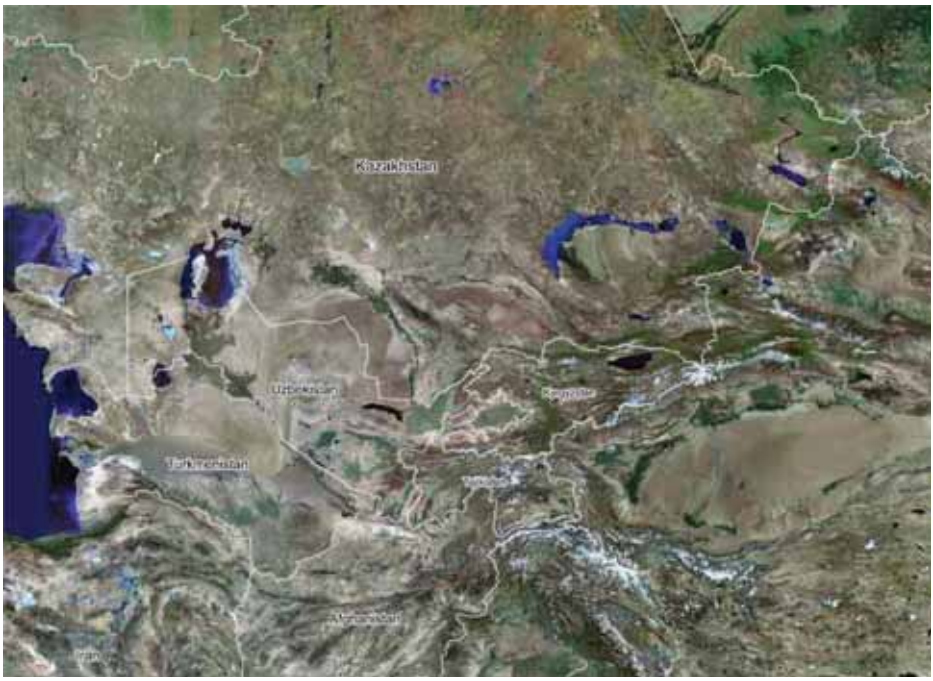
Страны Центральной Азии не были официально включены в Программу Комиссии устойчивого развития ООН по тестированию индикаторов устойчивого развития. В 1999 г. они присоединились к ней и при поддержке Комиссии ООН были представлены в международных мероприятиях по анализу и применению индикаторов устойчивого развития [7].

В рамках проекта ПРООН «**Развитие потенциала бассейна Аральского моря**» эксперты сети устойчивого развития совместно с НИЦ МКУР участвовали в отборе и тестировании индикаторов. Учитывая, что основная задача заключается в применимости индикаторов к оценке устойчивого развития стран Центральной Азии, группа экспертов сконцентрировала свое внимание на анализе водных и земельных ресурсов в **экосистеме бассейна Аральского моря** (БАМ).

Апробация индикаторов устойчивого развития в Центральной Азии для проверки возможных вариантов будущего БАМ проведена на основе компьютерной программы «Глоубсайт», разработанной группой профессора М. Мессаровича (университет Кейс Весторн Резерв, г. Калифорния, штат Огайо, США) в рамках программы ЮНЕСКО «Водное видение БАМ» [8]. Ключевые индикаторы были внесены в динамическую компьютерную модель управления БАМ (развитие модели «Глоубсайт»), реализованную под эгидой проекта ПРООН НИЦ МКВК (г. Ташкент, Узбекистан) и «Ресурс-Анализ» (Нидерланды) для МКУР Центрально-Азиатских стран.

В качестве примера приведены результаты использования индикаторов устойчивого развития для оценки трех сценариев (оптимистический, нейтральный, пессимистический) развития стран бассейна Аральского моря [7, 5] (рис. 6.6, www.grida.no/aral) по вопросам:

1. Достаточно ли воды в бассейне Аральского моря?
2. Достаточно ли продуктов питания у населения бассейна Аральского моря?



Космический снимок территории Центральной Азии.

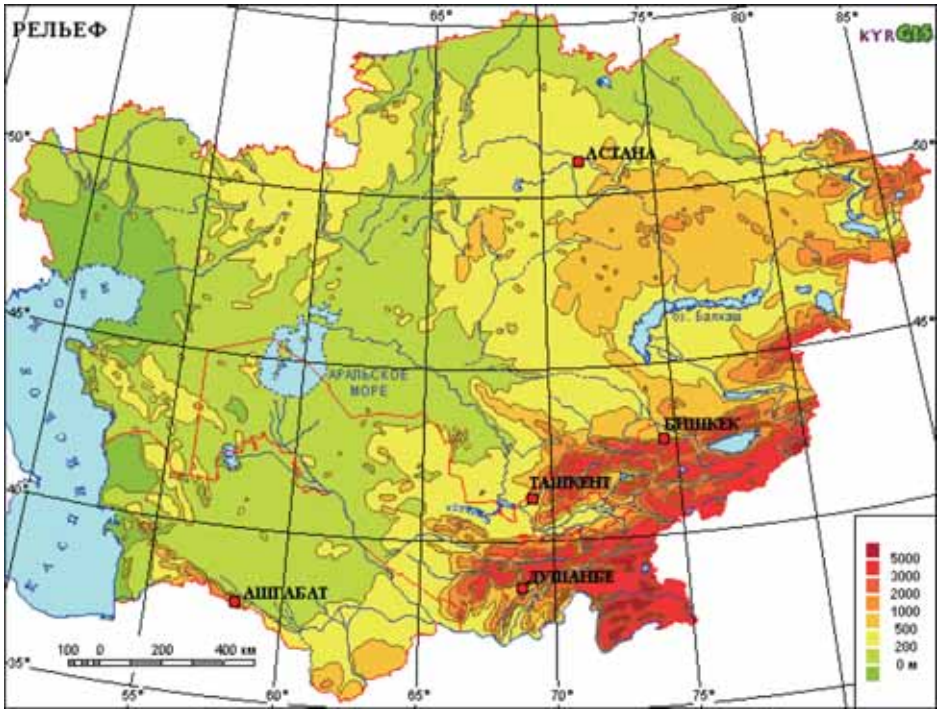


Рис. 2.1. Рельефная карта Центральной Азии (http://enrin.grida.no/aral/aralsea).

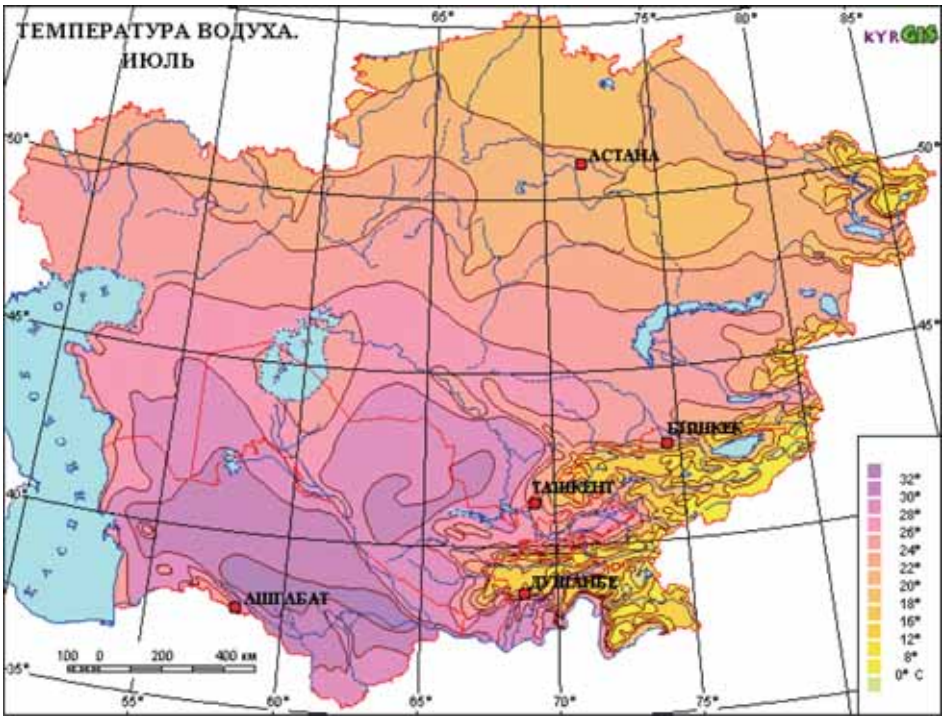


Рис. 2.2. Средние июльские температуры на территории Центральной Азии (http://enrin.grida.no/aral/aralsea).

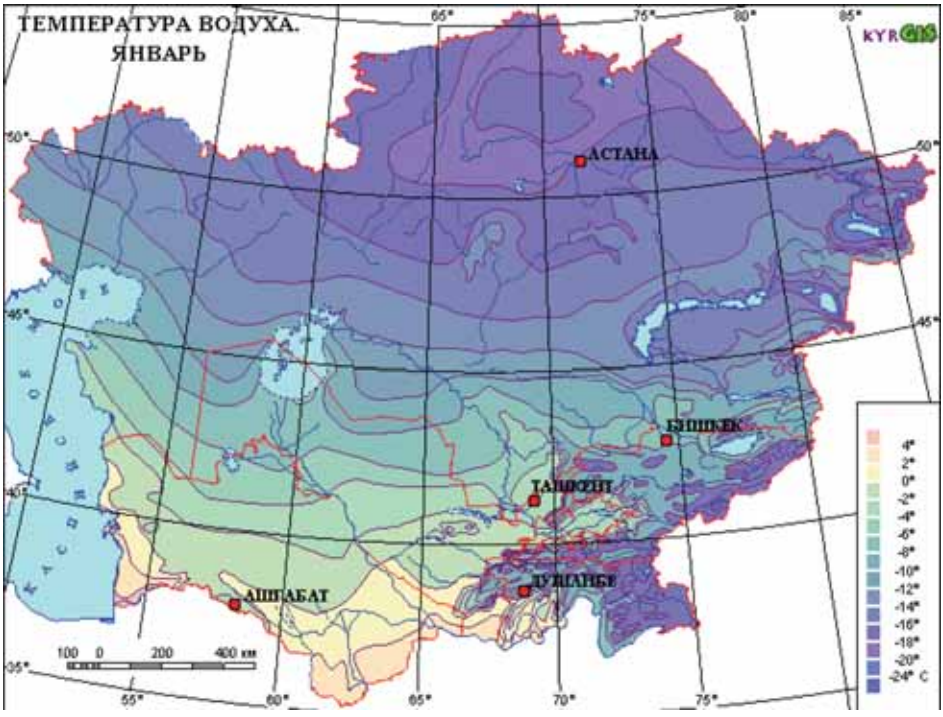


Рис. 2.3. Средние январские температуры на территории Центральной Азии (http://enrin.grida.no/aral/aralsea).

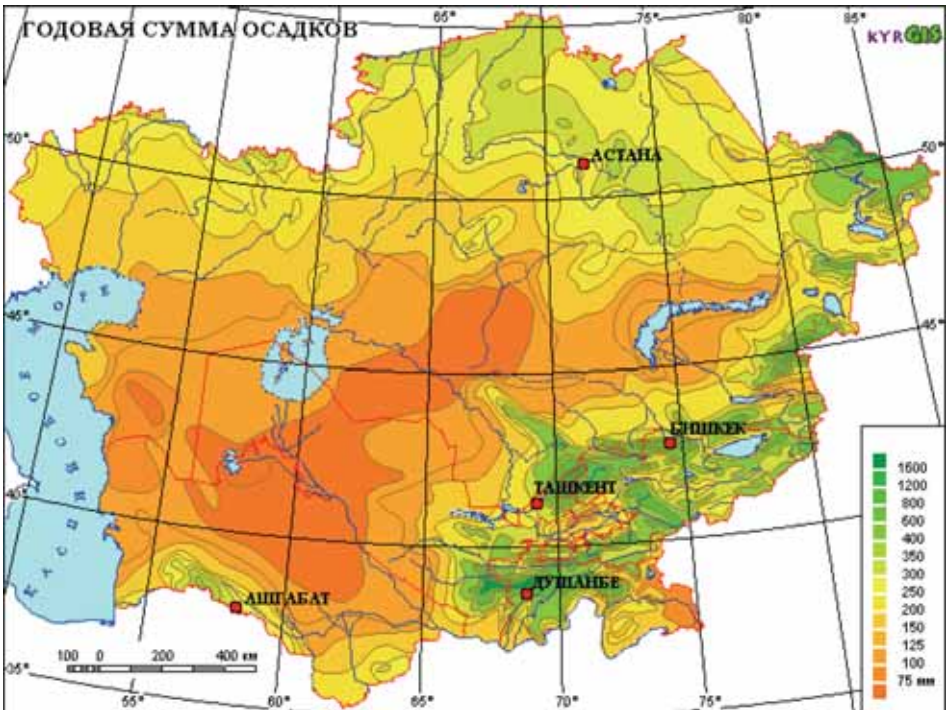


Рис. 2.4. Годовая сумма осадков на территории Центральной Азии (http://enrin.grida.no/aral/aralsea).

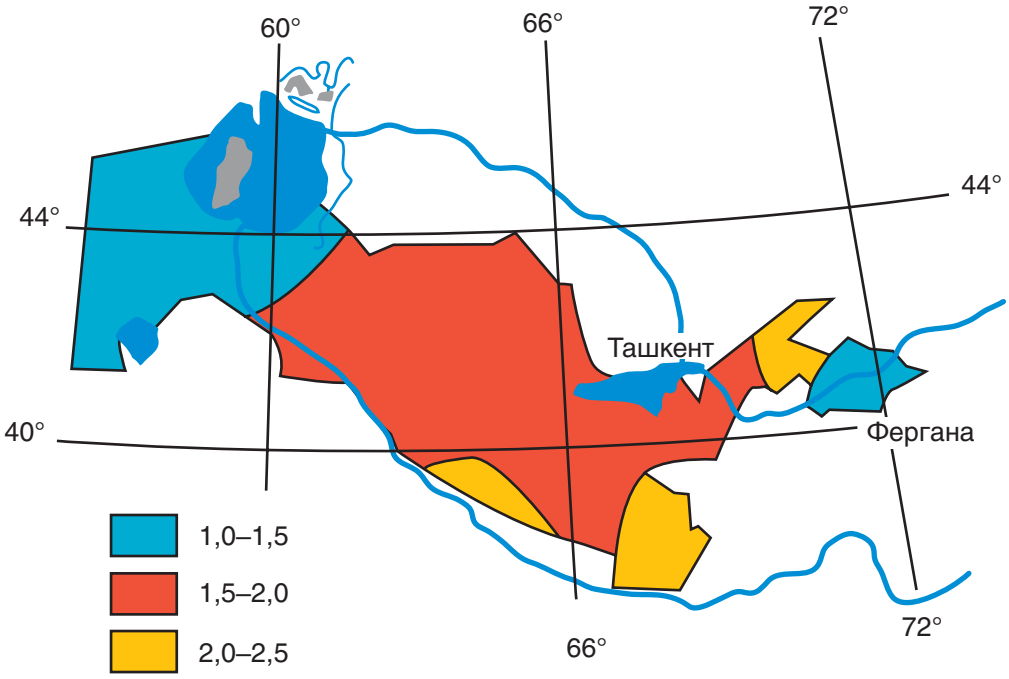


Рис. 2.13. Изменение температуры воздуха (°С) к 2015–2030 гг. в Узбекистане по сравнению с 1961–1990 гг. по составному аналоговому сценарию.

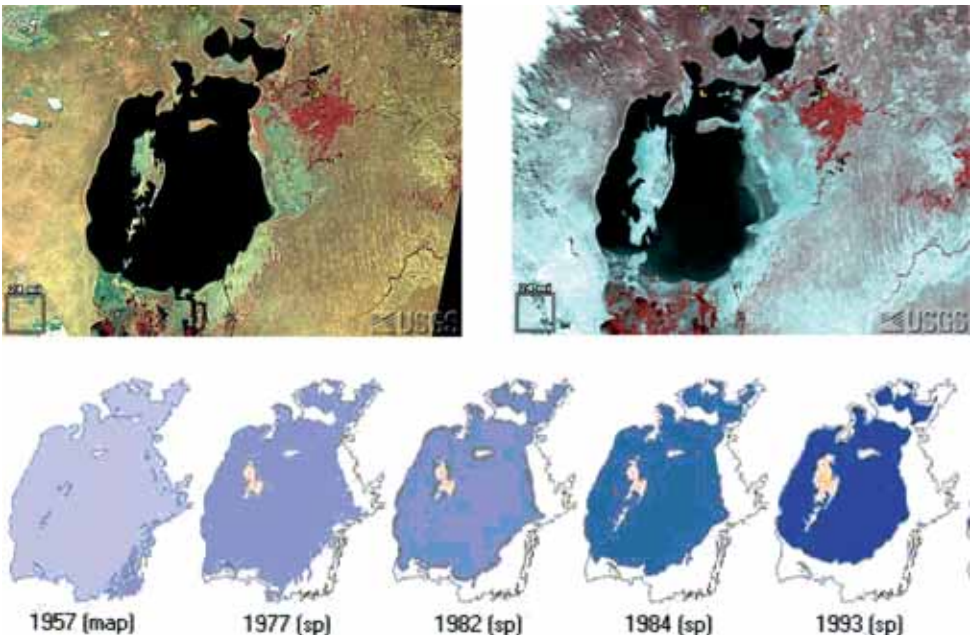


Рис. 6.5. Фотографии Аральского моря из космоса
(вверху фото 1987 г., 1997 г.)

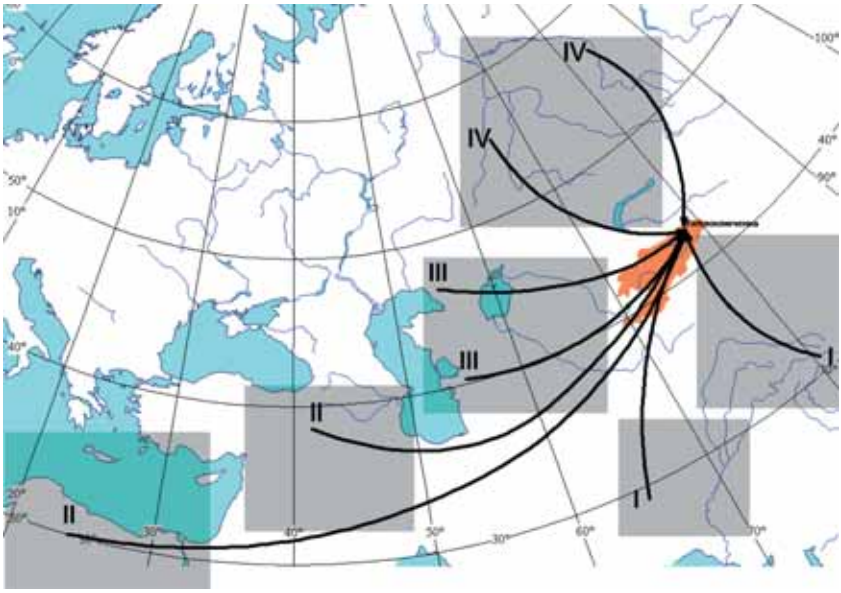


Рис.7.6. Схема траекторий переноса аэрозольного загрязнения перемещением воздушных масс от различных источников загрязнения:
I. Южная Азия, пустыня Такла-Макан (11%);
II. Ближний Восток, пустыни Ливии, Аравии, Иранского нагорья (32%);
III. Аральский бассейн, Западный Казахстан, пустыни Каракум, Аралкум, Кызылкум (37%);
IV. Западная Сибирь, Восточный Казахстан, пустыни Бетпак-Дала, Мойынкум, Таукум (20%).

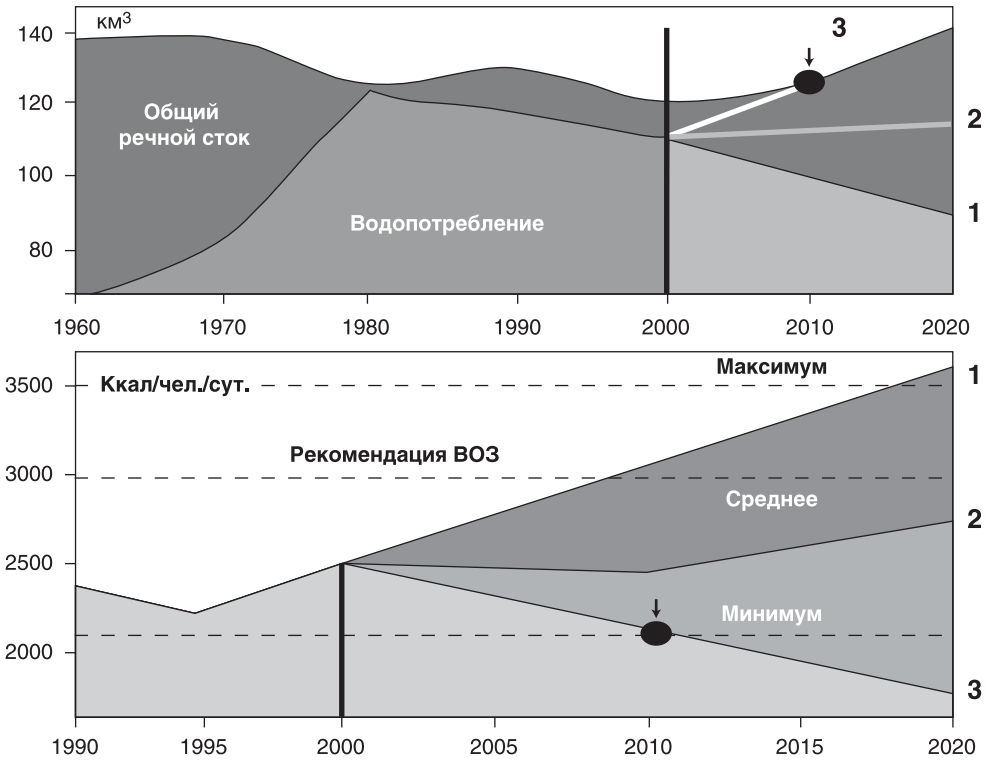


Рис. 6.6. Три сценария развития стран Центральной Азии в бассейне Аральского моря (проекты: ЮНЕСКО, ПРООН, ЮНЕП):
1. Оптимистический (низкий прирост населения – 1,1% высокие темпы экономического роста – 6% ВВП, постоянный сток рек).
2. Нейтральный (средний прирост населения – 1,3%, невысокий темп экономического роста – 4% ВВП, небольшое уменьшение стока рек).
3. Пессимистический (высокий прирост населения – более 1,5%, низкие темпы экономического роста – менее 4% ВВП, существенное понижение годового стока рек.

1. Согласно оптимистическому сценарию объем использования водных ресурсов в 2020 г. не превысит 70% имеющихся. По нейтральному сценарию водозабор составит около 80% и слегка увеличится в связи с ростом населения. По пессимистическому сценарию в условиях постоянного роста водозабора уже к 2010 г. потребительские запросы могут превысить имеющиеся водные ресурсы (точка возможного неустойчивого развития конфликта интересов стран Центральной Азии). В настоящее время из-за нехватки и плохого качества воды неустойчивое развитие БАМ проявляется в виде миграции населения из приаральских районов рек Амударья и Сырдарья.

2. При оптимистическом сценарии регион сам будет производить продукты питания, а ежедневное потребление калорий превысит средний уровень ~ 3 000 ккал на душу населения (рекомендация Всемирной организации здравоохранения [2]) уже в 2005 г. По нейтральному сценарию возможное производство продуктов питания позволит удовлетворить потребность в пище. Пессимистический сценарий предусматривает резкое сокращение производства продуктов питания и недостаток пищи у населения в

бассейне Аральского моря меньше минимального прожиточного суточного уровня 2 100 ккал. Это, возможно, станет одной из причин миграции населения и неустойчивого развития стран бассейна Аральского моря.

Влияние изменения климата на устойчивое развитие стран Центральной Азии рассмотрим в лекции 7.

Литература

1. Глобальная экологическая перспектива 2000: Доклад ЮНЕП о состоянии окружающей среды в конце тысячелетия. – ЮНЕП, 1999. – 398 с.

2. Родина Е. М. Устойчивое развитие эколого-экономических систем. – Бишкек, 2003. – 208 с.

3. Бобылев С. Н., Грицевич И. Г. Глобальное изменение климата и экономическое развитие. – М.: ЮНЕП, WWF России, 2005. – 64 с.

4. Индикаторы устойчивого развития стран Центральной Азии НИЦ МКУР. – Бишкек, 2004. – 79 с.

5. Центральная Азия. Окружающая среда и развитие (в картах и диаграммах). 2002.

6. Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. – Бишкек: Элита, 2001. – 178 с.

7. Касымова В. М., Карасаева А. Х., Родина Е. М. Об устойчивом природопользовании в бассейне Аральского моря. – Бишкек: Илим, 2001. – 272 с.

8. Водное видение бассейна Аральского моря на 2025 год. – ЮНЕСКО, 2000. – 237 с.

9. Аладдин Н. В., Плотников И. С. Изменение уровня Аральского моря, палеолимнологические и археологические доказательства. В сб. Биологические и природоведческие проблемы Аральского моря. РАН, Спб. Т. 262, часть 1.

Лекция 7. Влияние загрязнения атмосферы Центральной Азии на региональный климат и устойчивое развитие

В лекции 7 рассмотрим на отдельных примерах влияние на естественные глобальные изменения климата природных явлений (извержения, вулканы, пылевые бури, пожары) и антропогенной деятельности человека (парниковые газы, боевые действия, ядерные испытания, полеты ракет и авиации).

7.1. Атмосферный воздух

Атмосфера – главная и необходимая составная часть жизнеобеспечения на Земле и в то же время это наиболее чувствительная среда, на которую влияет человек.

Огромное воздействие на загрязнение атмосферы оказывают природные явления, такие как извержения вулканов, землетрясения, пыльные бури, засухи, а также техногенные и антропогенные катастрофы: ядерные испытания, пожары на нефтяных скважинах, вырубка леса, высыхание Аральского моря, промышленное и сельскохозяйственное производства и т. д. Загрязнение воздуха разрушает воздушную среду и приводит к загрязнению почвы, воды, растительности и продуктов питания человека. Последствиями загрязнения атмосферы являются изменение климата, повышение уровня заболеваемости населения, кислотные дожди, озоновые дыры и т. д. (см. обзор [1], ГЕО-3).

Как следствие структурных изменений в промышленности и перехода экономики к рыночным отношениям, в странах Центральной Азии наблюдается тенденция снижения выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от **стационарных источников и парниковых газов**. Если в 1990 г. количество выбросов составляло более 500 млн. т в год, то к 2000 г. эта величина уменьшилась практически вдвое. Доля вклада автотранспорта в общий объем выбросов в атмосферу городов, наоборот, имеет тенденцию роста в связи с увеличением числа автомобилей, изношенностью автомобильного парка и использованием некачественных горюче-смазочных материалов. Максимальный вклад в общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу приходится на Казахстан – 68%, на долю других государств: 18% Узбекистан, 10% Туркменистан, по 2% Кыргызстан и Таджикистан [2–3].

Для стран Центральной Азии характерно наличие таких крупных источников загрязнения атмосферы частыми пылевыми бурями, как пустыни Каракум, Кызылкум и Моюнкум. В связи с усыханием Аральского моря появился еще один источник солепылевых переносов – **пустыня Аралкум**. С территории высохшего дна Аральского моря (около 40 000 км^2) ежегодно выносится на площадь 400 000 км^2 более 1 млн. т соли и песка, содержащих остатки пестицидов и удобрений [4]. Открытость территорий Центральной Азии к северу и северо-западу способствует проникновению холодных воздушных масс арктического происхождения и выносу пыли в горные области. В лесах Северного Казахстана и горных районах Центральной Азии сохраняется естественное поддержание хорошего качества атмосферного воздуха, богатого целебными аэроионами. Горно-долинная циркуляция способствует естественному очищению воздуха в предгорных районах.

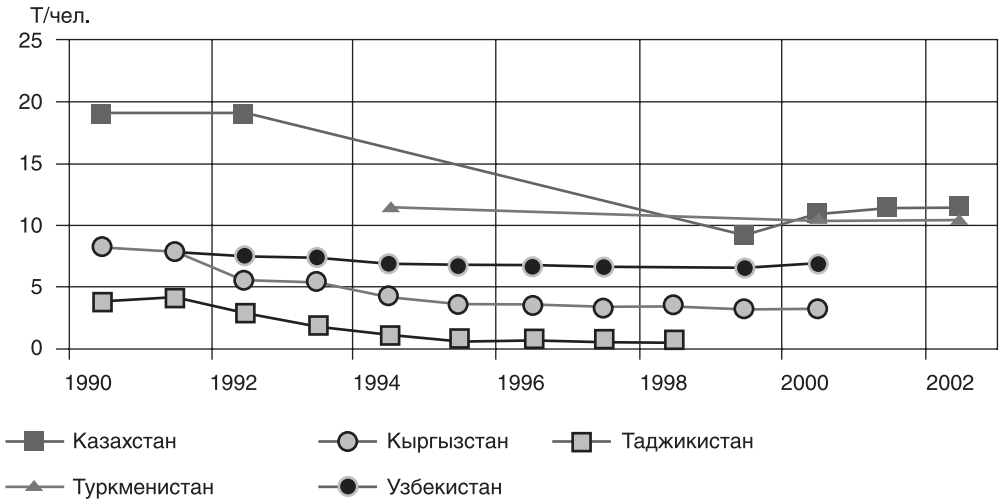


Рис. 7.1. Выбросы общей эмиссии парниковых газов на душу населения. Источник [7].

7.2. Парниковые газы

Парниковые газы и их содержание в атмосфере играют главную роль в формировании и изменении климата [4]. Крупнейшими источниками парниковых газов в Центральной Азии (рис. 7.1) являются предприятия энергетического сектора, на долю которых приходится более 70% всех выбросов, связанных с сжиганием топлива. Источниками парниковых газов (менее 20%) являются сельскохозяйственные почвы и ферментация сельскохозяйственных животных (сельское хозяйство), около 10% приходится на производство минеральных и химических продуктов (промышленные процессы), а отходы вносят порядка 5%. Основной вклад в эмиссию парниковых газов дает углекислый газ (CO_2) – более 70%, метан (CH_4) – около 30% и закись азота (N_2O) – более 10%. Вклад стран Центральной Азии в эмиссию парниковых газов (см. табл. 7.1) незначителен и составляет ~1%. Основными источниками загрязнения являются хозяйствующие объекты государств Казахстана и Узбекистана, а на долю горных стран приходится менее 0,1%.

Таблица 7.1

Эмиссия CO_2 (основной индикатор энергетического сектора). Источник: Key Wold Energy Statistics from the IEA. – 2001 [3]

Регион, страна	Млн. т	%	На душу населения CO_2/чел.	Численность населения, млн. чел.
Мир в целом	22 955,87	100	3,88	6 108
Азия	1 916,43	8,34	1,04	3 666,7
Центральная Азия:	282,02	1,13	5,12	55,1
Казахстан	114,22	0,498	7,67	14,96
Кыргызстан	10,72	0,047	2,20	4,85
Таджикистан	5,71	0,025	0,92	6,10
Туркменистан	33,85	0,147	7,08	5,17
Узбекистан	117,52	0,512	4,82	24,09

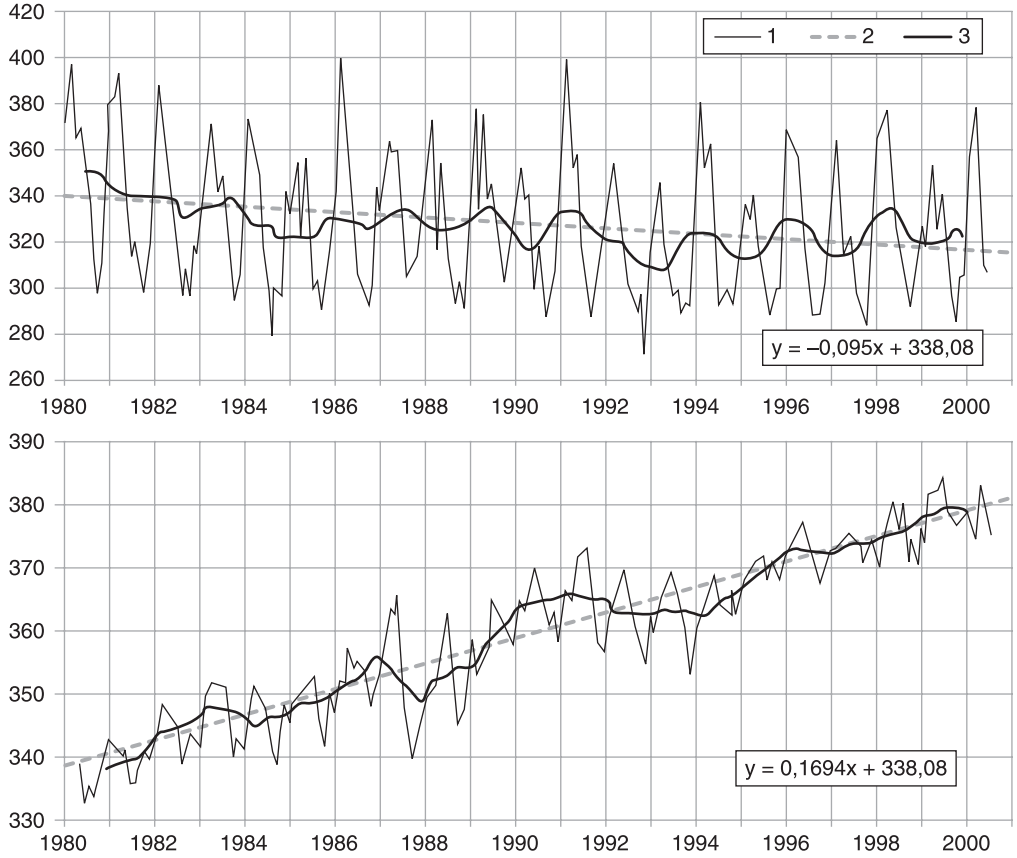


Рис.7.2. Общее содержание озона (в единицах Допсона) и среднемесячные концентрации углекислого газа в атмосфере над озером Иссык-Куль:
1 – измерения на станции, 2 – линейный тренд, 3 – линейная аппроксимация. Источник: С. Ж. Токтомышев, В. К. Семенов [6].

7.3. Озоновый слой

Около 90% озона в атмосфере формируется в стратосфере на высоте 15–55 км над поверхностью Земли. Приземный (смоговый) озон, ~10%, возникает в результате деятельности человека и является вредным для здоровья. Поглощая большую часть ультрафиолетового солнечного излучения, озоновый слой защищает планету от вредного воздействия ультрафиолета и оказывает влияние на температурное распределение атмосферы и регулирование земного климата.

В моменты образования мощных кучевых облаков над горными регионами Центральной Азии происходит выброс в стратосферу молекул водяного пара, что ведет к локальному уменьшению содержания озона. Корреляционные связи изменчивости влагосодержания, озона и концентрации углекислого газа над горным регионом установлены экспериментально (рис. 7.2) на станции Иссык-Куль [6]. Разрушение озонового слоя возможно не только молекулами воды, но и другими малыми составляющими (окись азота, молекулы фреонов, окислов хлора и брома и др.).

При запусках ракет на полигоне «Байконур» (Казахстан) выбрасывается большое количество продуктов сгорания (парниковых газов), и в атмосфере образуются области с сильно пониженной концентрацией озона и электронов диаметром в десятки километров. Наряду с окислами углерода и азота происходит выброс воды и при полетах высотной авиации, что также ведет к разрушению озонового слоя и накоплению парниковых газов и аэрозоля в атмосфере.

7.4. Аэрозоль тропосферы и стратосферы

Регистрация вертикальной структуры, концентрации и оптических характеристик тропосферного и стратосферного аэрозоля (рис. 7.3) проводится в Центральной Азии на лидарной станции Теплоключенка (Кыргызстан), которая расположена на высоте 2 000 м над уровнем моря в юго-восточной части озера Иссык-Куль Центрального Тянь-Шаня (42,5°N, 78,4°E). Результаты исследований приведены ниже [7–9].

Влияние природных катастроф. При извержении вулкана Пинатубо (Филиппины) 15–16 июня 1991 г. в атмосферу выброшено огромное количество веществ в газообразной фазе, например, масса выброшенной двуокиси серы составляла порядка 20 млн. т. Это оказало мощное влияние на радиационные процессы в атмосфере и трансформацию озонового слоя [10]. Окисление сернистого газа привело к формированию в стратосфере мелкодисперсного сернокислого аэрозоля, концентрация которого в течение трех месяцев возрастала, достигла максимального значения в январе 1992 г., а затем стала уменьшаться (рис. 7.3). В течение шести месяцев степень истощения озонового слоя составила 3–4%. Главным следствием влияния вулканического извержения на региональный климат явилась перестройка циркуляционного режима, обуславливающая аномальность климата и влияние на озоновый слой атмосферы [7, 10].

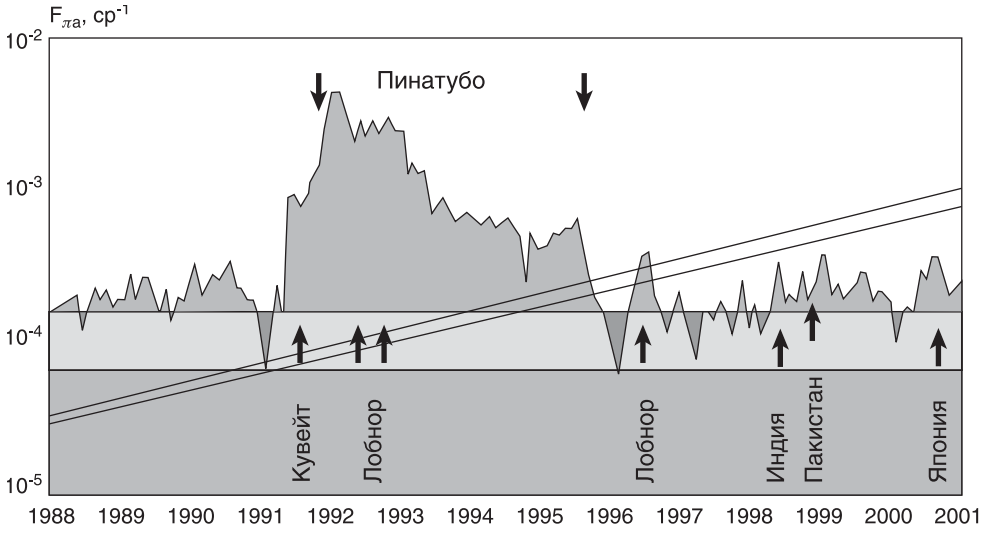


Рис. 7.3. Изменение концентрации стратосферного аэрозоля на высотах 15–30 км над уровнем моря вследствие извержения вулканов (Филиппины (Пинатубо), Япония), нефтяных пожаров (Кувейт), ядерных испытаний (Китай (Лобнор), Индия, Пакистан). Линиями показан теоретический линейный тренд. Источник: B. B. Chen, V. M. Lelevkin [9].

Нефтяные пожары. Обычные фоновые значения концентрации аэрозоля были нарушены в апреле 1991 г. в связи с многочисленными пожарами нефтяных скважин в Кувейте и выносом сажевого аэрозоля в тропосферу (23 марта) и стратосферу (апрель, рис. 7.3, 7.4). Вынос сажевого аэрозоля наблюдается вместе с юго-западными воздушными потоками из зоны Персидского залива до 23 апреля. Далее сажа стала размываться по тропосфере восходящими воздушными потоками до высот 13 км, а в слое 10,6–12,4 км была зарегистрирована перистая облачность. В конце мая 1991 г. измерения фиксировали обычные фоновые значения содержания аэрозоля.

В существенно меньших масштабах аналогичная картина трансформации антропогенного аэрозоля с примесью пыли и песка в атмосфере наблюдалась во время боевых действий в Ираке [8].

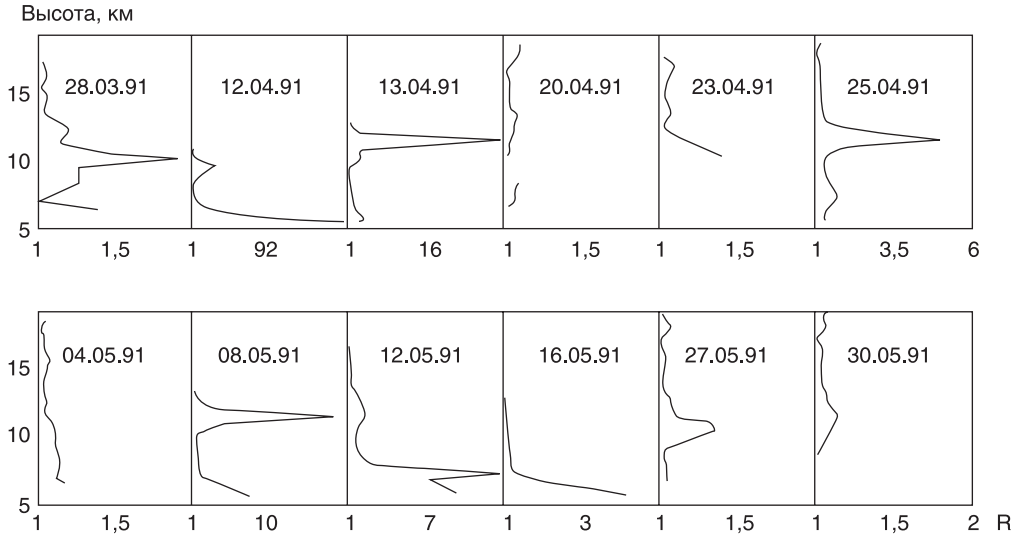


Рис. 7.4. Динамика изменения концентрации (отношение обратного рассеяния R) аэрозольных слоев вследствие нефтяных пожаров в Кувейте. Источник: Б. Б. Чен, В. М. Лелевкин [7].

Ядерные испытания. Проведение Китаем испытания на полигоне Лоб-Нор (15, 19 мая 1992 г.) привело к формированию аэрозольного облака толщиной порядка 2 км на высотах от 4,5 до 6,5 км. Максимум концентрации аэрозоля наблюдался 23 мая на высоте 6,5 км.

После подземного ядерного взрыва в Индии (май 1998 г.) аэрозольное облако было зафиксировано 14 мая толщиной 4,8 км с максимумом концентрации на высоте 12,4 км (рис. 7.5). Аэрозольное облако располагалось на нисходящей антициклональной стороне струйного течения и к 17 мая максимум слоя опустился на высоту 5,6 км.

Атмосферное коричневое облако. В 1999 г. в рамках Программы ЮНЕП в атмосфере над Азией обнаружено устойчивое аэрозольное образование, состоящее из дыма, серы, несгораемых твердых частиц, углерода, токсичных отходов, удобрений и других органических соединений [11], названное Азиатским коричневым облаком (Asian Brown Cloud, сокращенно ABC), которое оказывало воздействие на климат: задерживало до 10–15% солнечного излучения, нарушало обычный цикл сезонных дождей, вызывало засуху в центральных районах и увеличивало количество осадков в прибрежных [11]. В даль-

нейшем появление подобного аэрозольного образования было отмечено над другими континентами, и ЮНЕП изменил название на Атмосферное коричневое облако, сохраняя абревиатуру АВС.

С 2000 г. АВС регулярно регистрируется над Центральной Азией [9, 12]. Установлено, что АВС переносится воздушными потоками на высотах 6–10 км над уровнем моря, изменяет радиационный баланс, вызывает засуху, оказывает влияние на загрязнение атмосферы и ледников. В зависимости от времени года перенос аэрозольного загрязнения атмосферы происходит из разных районов (рис. 7.6) [12]. Видно, что за год наибольший вклад в загрязнение атмосферы (~70%) вносят источники аэрозоля из Ближнего Востока и бассейна Аральского моря. Причем чаще всего воздушные потоки переносят и приземную аэрозольную пыль (азиатская пыль), тяжелые фракции которой загрязняют почву, воду, ледники, а легкие поднимаются вверх восходящими потоками и становятся составной частью АВС.

7.5. Изменение климата в Центральной Азии

Изменение особенно заметно прослеживается за последние 50 лет. Аральское море играло важную роль в смягчении холодных северных ветров осенью и зимой и уменьшении жары летом. При усыхании Аральского моря (рис. 6.5) лето стало более сухим и жарким, а зима – холодной и продолжительной. Усилились пылевые бури, которые особенно интенсивны на западном побережье.

Основной индикатор изменения климата в Центральной Азии – это состояние ледников и снежных покровов. Всего на территории Тянь-Шаня насчитывается более 8 000 ледников. Площадь оледенения составляет 8 169,4 км^2 [13–15]. Запасы пресной воды, консервированные в горных ледниках, оцениваются в 650 млрд. м^3. За период 1960–2005 гг. на Памиро-Алтае исчезло более 1 000 ледников, на Заилийском Алатау – около 100.

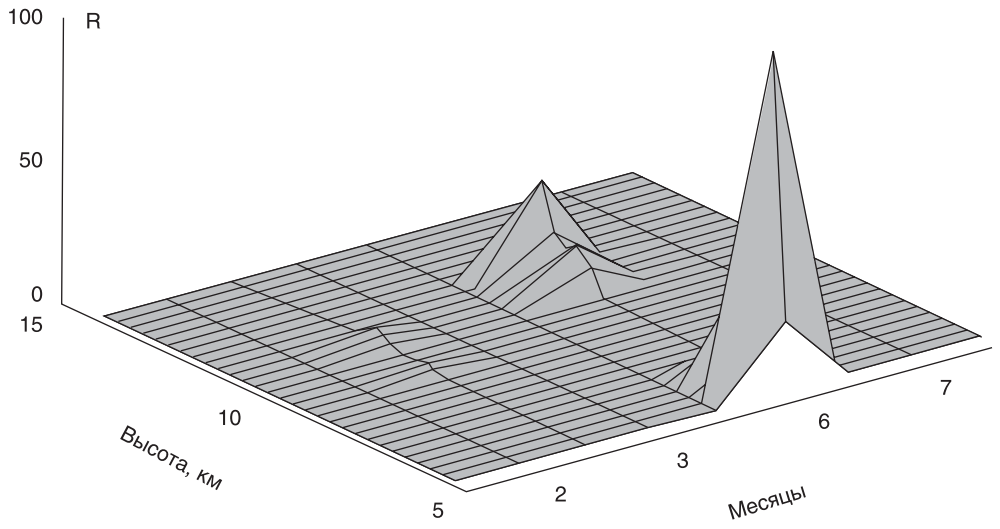


Рис. 7.5. Динамика изменения концентрации аэрозоля (отношение обратного рассеяния R) в тропосфере после подземного ядерного испытания в Индии. Источник: B. B. Chen, V. M. Lelevkin [9].

Причин происходящей деструкции оледенения несколько и главная из них – **глобальное потепление климата** (многовековой естественный циклический процесс с периодом ~200 000 лет, отчет ГЭО, 2000 г. [1]), на которое оказывают влияние природные явления и антропогенная деятельность человека. По данным ЮНЕП, в последние десятилетия произошло повышение приземной температуры воздуха примерно на **0,6 °С**, в горных районах – на **1,6 °С**. К естественным причинам таяния ледников в Центральной Азии относится загрязнение их пылью (за год на ледники оседает до 20 г/м^2 пыли [13–15]), которая переносится пыльными бурями из Ирана, Афганистана, Китая и других пустынных районов.

Антропогенная причина деструкции оледенения связана с воздействием АВС, высыханием Аральского моря и усилением ветровой эрозии поверхности высохшего дна. В составе пылевого облака обнаружены взвешенные частицы с примесью сельскохозяйственных ядохимикатов, удобрений и других вредных компонентов промышленных и бытовых стоков. Песчаные частицы поднимаются ветрами в пустынях Азии (рис. 7.6), частично оседают на ледники Тянь-Шаня и Памира, ускоряя их таяние, другие пересекают Тихий океан и достигают Северной Америки, Атлантического океана и даже Гренландии. Анализ льда свидетельствует о том, что особенно активно частицы «азиатского происхождения» стали поступать в последнее десятилетие [16].

Изменение климата связано с накоплением парниковых газов в атмосфере и влиянием аэрозоля. Наблюдается беспрецедентный антропогенный рост концентрации углекислого газа (главный индикатор изменения климата [4]) даже в удаленной от промышленных источников загрязнения атмосферы курортной горной области озера Иссык-Куль на высоте 1 600 м над уровнем моря (рис. 7.2). Аэрозоль оказывает прямое воздействие на радиационные потоки, поглощая и рассеивая излучение: в фоновые периоды в отдельные месяцы холодного полугодия в атмосфере наблюдается эффект нагревания, а в тропосфере – охлаждения; в теплое полугодие картина обратная – охлаждение стратосферы и нагревание тропосферы. Оценки изменения температуры за счет влияния фонового аэрозоля [7] показывают изменение приземной температуры в среднем на 0,16–0,18 °С в год. Одним из негативных последствий переноса природного и антропогенного аэрозоля является осаждение его на снежные покровы и ледники горных районов. Это вызывает изменение отражательной способности (альбедо) снега и льда, увеличивает количество поглощенной солнечной энергии и усиливает процессы таяния. В Центральной Азии становится заметной продолжительность теплового воздействия (засухи) Атмосферного коричневого облака.

Последствия наблюдаемых климатических изменений выражаются ростом количества и мощности погодно-климатических аномалий. По существующим оценкам, их число возросло за последние 20 лет на 40%. Происходит разбалансировка климатической системы, и ее следствием становится дестабилизация климата Земли. Изменение климата **нарушает устойчивое развитие** стран Центральной Азии и всей экосистемы в целом. Уменьшение площади ледников и снежных покровов горных территорий приведет к дефициту воды в равнинных районных, расширению площади пустынь, сокращению плодородных пашень и пастбищ. Это, в свою очередь, приводит к сокращению поголовья скота и продуктов питания, что ведет к переселению людей в другие, более благоприятные для жизни территории и т. д.

В настоящее время проблема парниковых газов, озонового слоя, АВС и азиатской пыли (надвигающаяся экологическая угроза) выходит за рамки Центральной Азии, так как затрагивает вопросы изменения климата всего континента Азии, а возможно, в будущем это окажет влияние на изменение климата и всей планеты.

Литература

1. Глобальная экологическая перспектива. ГЕО, 2000, 1999.; ГЕО-3. ЮНЕП, 2003. – 504 с.

2. Индикаторы устойчивого развития стран Центральной Азии. НИЦ МКУР. – Ашгабад-Бишкек, 2004. – 79 с.

3. Ильясов Ш. А., Родина Е. М., Якимов В. М. Инвентаризация парниковых газов. Кыргызстан 1990–2000 годы. – Бишкек, ПРООН, ГЭФ, 2003. – 130 с.

4. Водное видение бассейна Аральского моря на 2025 год. – ЮНЕСКО, 2000. С. 237.

5. Изменение климата: обзор состояния научных знаний об антропогенном изменении климата / Кокорин А. О.: РРЭЦ. GOF. WWF России, 2005. – 20 с.

6. Токтомышев С. Ж., Семенов В. К. Озоновые дыры и климат горного региона Центральной Азии. SGAM: Istambul/Turkey, 2001. – 213 с.

7. Чен Б. Б., Лелевкин В. М. Стратосферный аэрозольный слой над Центральной Азией. – Бишкек: КРСУ, 2000. – 228 с.

8. Лелевкин В. М., Чен Б. Б., Свердлик Л.Г. Боевые действия в Ираке и загрязнение атмосферы. Вестник КРСУ. 2003. Т. 3, № 2. С. 69–73.

9. Chen B.B., Lelevkin V.M. Influence of Atmospheric Aerosol Contamination on the Regional Climate in Central Asia. Environmental Simulation Chambers: Application to Atmospheric Chemical Processes Springer. Prented in the Netherlangs / NATO Science Series. IV. Earth and Environmental Science. Vol. 62, 2006. P. 403–414.

10. Вулканы, стратосферный аэрозоль и климат Земли / Под ред. Хмелевцева С. С. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 256 с.

11. The Asian Brown Cloud: Climate and other Environmental Impacts. UNEP, Nairobi, 2002. – 54 p.

12. Chen B. B., Sverdlik L., Zyskova E. Estimation of aerosol mass loading on glaciers of Central Tien-Shan. Proc. SPIE, 2006. Vol. 6160. P. 842–847. XII-th Joint International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics / Atmospheric Physics.

13. Подрезов О. А., Диких А. Н., Бакирова К. Б. Изменчивость климатических условий и оледенения Тянь-Шаня за последние 100 лет // Вестник КРСУ, – Бишкек, 2001. Т. 1, № 3. С. 33–40.

14. Диких А. Н. Проблемы и прогноз развития оледенения и водности рек Центральной Азии // Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. – Бишкек, 2001. С. 88–92.

15. Головин А. В. и др. Исследование запыленности ледников Памира и Тянь-Шаня. – Изв. РГО, 1993 г. № 4. Т. 125.

16. Biscaye P. E., Grousset F. E., Svensson A. M. // Scince. 2000. V.290, 5500. P. 2258. USA.

Приложение 1.

Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН)

РАМОЧНАЯ КОНВЕНЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ОБ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА

Стороны настоящей Конвенции,

признавая, что изменение климата Земли и его неблагоприятные последствия являются предметом общей озабоченности человечества,

будучи озабочены тем, что в результате человеческой деятельности произошло существенное увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере, что такое увеличение усиливает естественный парниковый эффект и что это приведет, в среднем, к дополнительному потеплению поверхности и атмосферы Земли и может оказать неблагоприятное воздействие на природные экосистемы и человечество,

отмечая, что наибольшая доля имевших место в прошлом и нынешних глобальных выбросов парниковых газов приходится на развитые страны, что уровень выбросов на душу населения в развивающихся странах все еще сравнительно низок и что доля глобальных выбросов, производимых в развивающихся странах, будет возрастать в связи с удовлетворением их социальных нужд и потребностей в области развития,

учитывая роль и важность в наземных и морских экосистемах поглотителей и накопителей парниковых газов,

отмечая многочисленные неопределенности прогнозов изменения климата, в частности в отношении их сроков, масштабов и региональных особенностей,

признавая, что глобальный характер изменения климата требует максимально широкого сотрудничества всех стран и их участия в деятельности по эффективному и надлежащему международному реагированию сообразно их общей, но дифференцированной ответственности и реальным возможностям, а также их социальным и экономическим условиям,

ссылаясь на соответствующие положения Декларации Конференции Организации Объединенных Наций по проблемам окружающей человека среды, принятой в Стокгольме 16 июня 1972 года,

напоминая, что в соответствии с Уставом Организации Объединенных Наций и принципами международного права государства имеют суверенное право разрабатывать свои собственные ресурсы согласно своей политике в области окружающей среды и развития и несут ответственность за обеспечение того, чтобы дея-

тельность в рамках их юрисдикции или контроля не наносила ущерба окружающей среде других государств или районов за пределами действия национальной юрисдикции,

вновь подтверждая принцип суверенитета государств в международном сотрудничестве в деле реагирования на изменение климата,

признавая, что государствам следует ввести в действие эффективное законодательство в области окружающей среды, что экологические стандарты, цели и приоритеты в области управления должны отражать те аспекты окружающей среды и развития, в отношении которых они применяются, и что стандарты, применяемые некоторыми странами, могут быть неуместными и необоснованными с точки зрения экономических и социальных издержек для других стран, в частности развивающихся стран,

ссылаясь на положения резолюции 44/228 Генеральной Ассамблеи от 22 декабря 1989 года о Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию и резолюций 43/53 от 6 декабря 1988 года, 44/207 от 22 декабря 1989 года, 45/212 от 21 декабря 1990 года и 46/169 от 19 декабря 1991 года об охране глобального климата в интересах нынешнего и будущих поколений человечества,

ссылаясь также на положения резолюции 44/206 Генеральной Ассамблеи от 22 декабря 1989 года о возможных неблагоприятных последствиях повышения уровня моря для островов и прибрежных районов, в особенности низинных прибрежных районов, и на соответствующие положения резолюции 44/172 Генеральной Ассамблеи от 19 декабря 1989 года об осуществлении Плана действий по борьбе с опустыниванием,

ссылаясь далее на Венскую конвенцию 1985 года об охране озонового слоя и Монреальский протокол 1987 года по веществам, разрушающим озоновый слой, с изменениями и поправками от 29 июня 1990 года, принимая к сведению Декларацию министров, принятую 7 ноября 1990 года на второй Всемирной климатической конференции,

сознавая ценность аналитической работы, которая осуществляется многими государствами в области изменения климата, и важность вклада, вносимого Всемирной метеорологической организацией, Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде и другими органами, организациями и органами системы Организации Объединенных Наций, а также другими международными и межправительственными органами в процесс обмена результатами научных исследований и координации исследований,

признавая, что меры, требующиеся для понимания и решения проблем изменения климата, будут наиболее эффективными с экологической, социальной и экономической точек зрения в том случае, если они будут основаны на соответствующих научных, технических и экономических соображениях и будут постоянно пересматриваться в свете новых результатов, полученных в этих областях,

признавая возможность экономической обоснованности самих мер по решению проблем изменения климата, а также их способность содействовать решению других экологических проблем,

признавая также необходимость незамедлительного принятия в качестве первого шага развитыми странами гибких мер на основе четких приоритетов в направле-

нии разработки всеобъемлющих стратегий реагирования на глобальном, национальном и, в случае согласования, региональном уровнях, которые охватывали бы все парниковые газы с должным учетом их относительной роли в усилении парникового эффекта, признавая далее, что низинные и другие небольшие островные страны, страны с низинными прибрежными, засушливыми и полузасушливыми районами или районами, подверженными наводнениям, засухе и опустыниванию, и развивающиеся страны с уязвимыми горными экосистемами особенно чувствительны к неблагоприятным последствиям изменения климата,

признавая особые трудности тех стран, в частности развивающихся стран, экономика которых особенно зависит от производства, использования и экспорта ископаемых видов топлива, проистекающие из мер по ограничению выбросов парниковых газов,

подтверждая, что меры по реагированию на изменение климата должны быть скоординированы с общим комплексом мер по социально-экономическому развитию, с тем чтобы не допустить неблагоприятного воздействия на него, с полным учетом законных приоритетных потребностей развивающихся стран в деле достижения устойчивого экономического роста и искоренения нищеты,

признавая, что все страны, в особенности развивающиеся страны, нуждаются в доступе к ресурсам, необходимым для достижения устойчивого социально-экономического развития, и что для того, чтобы развивающиеся страны продвинулись в направлении этой цели, их энергопотребление должно возрастать с учетом возможностей достижения более высокой энергоэффективности и борьбы с выбросами парниковых газов в целом, в том числе путем применения новых технологий на условиях, которые делают такое применение выгодным с экономической и социальной точек зрения,

будучи преисполнены решимости защитить климатическую систему в интересах нынешнего и будущих поколений, договорились о следующем:

СТАТЬЯ 1
ОПРЕДЕЛЕНИЯ 1

Для целей настоящей Конвенции:

"Неблагоприятные последствия изменения климата" означают изменения в физической среде или биоте, вызываемые изменением климата, которые оказывают значительное негативное влияние на состав, восстановительную способность или продуктивность естественных и регулируемых экосистем или на функционирование социально-экономических систем, или на здоровье и благополучие человека.

"Изменение климата" означает изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени.

"Климатическая система" означает совокупность атмосферы, гидросферы, биосферы и геосферы и их взаимодействие.

"Выбросы" означают эмиссию парниковых газов и/или их прекурсоров в атмосферу над конкретным районом и за конкретный период времени.

"Парниковые газы" означают такие газообразные составляющие атмосферы – как природного, так и антропогенного происхождения, – которые поглощают и переизлучают инфракрасное излучение.

"Региональная организация экономической интеграции" означает организацию, учрежденную суверенными государствами данного региона, в компетенцию которой входят вопросы, регулируемые настоящей Конвенцией или протоколами к ней, и которая должным образом уполномочена в соответствии с ее внутренними процедурами подписывать, ратифицировать, принимать и утверждать соответствующие документы или присоединяться к ним.

"Накопитель" означает компонент или компоненты климатической системы, в которых происходит накопление парникового газа или прекурсора парникового газа.

"Поглотитель" означает любой процесс, вид деятельности или механизм, который абсорбирует парниковый газ, аэрозоль или прекурсор парникового газа из атмосферы.

"Источник" означает любой процесс или вид деятельности, в результате которого в атмосферу поступают парниковый газ, аэрозоль или прекурсор парникового газа.

СТАТЬЯ 2
ЦЕЛЬ

Конечная цель настоящей Конвенции и всех связанных с ней правовых документов, которые может принять Конференция Сторон, заключается в том, чтобы добиться во исполнение соответствующих положений Конвенции стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Такой уровень должен быть достигнут в сроки, достаточные для естественной адаптации экосистем к изменению климата, позволяющие не ставить под угрозу производство продовольствия и обеспечивающие дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе.

СТАТЬЯ 3
ПРИНЦИПЫ

В своей деятельности по достижению цели Конвенции и осуществлению ее положений Стороны руководствуются, в частности, следующим:

1. Сторонам следует защищать климатическую систему на благо нынешнего и будущих поколений человечества на основе справедливости и в соответствии с их общей, но дифференцированной ответственностью и имеющимися у них возможностями. Соответственно, Сторонам, являющимся развитыми странами, следует играть ведущую роль в борьбе с изменением климата и его отрицательными последствиями.

2. Необходимо в полной мере учесть конкретные потребности и особые обстоятельства Сторон, являющихся развивающимися странами, особенно тех, которые особо уязвимы по отношению к отрицательным последствиям изменения климата, а также тех Сторон, которым в соответствии с настоящей Конвенцией придет-

ся нести несоразмерное или непосильное бремя, особенно Сторон, являющихся развивающимися странами.

3. Сторонам следует принимать предупредительные меры в целях прогнозирования, предотвращения или сведения к минимуму причин изменения климата и смягчения его отрицательных последствий. Там, где существует угроза серьезного или необратимого ущерба, недостаточная научная определенность не должна использоваться в качестве причины для отсрочки принятия таких мер, учитывая, что политика и меры, направленные на борьбу с изменением климата, должны быть экономически эффективными для обеспечения глобальных благ при наименьших возможных затратах. С этой целью такие политика и меры должны учитывать различные социально-экономические условия, быть всеобъемлющими, охватывать все соответствующие источники, поглотители и накопители парниковых газов и меры по адаптации и включать все экономические сектора. Усилия по реагированию на изменение климата могут предприниматься заинтересованными Сторонами на совместной основе.

4. Стороны имеют право на устойчивое развитие и должны ему содействовать. Политика и меры в области защиты климатической системы от антропогенных изменений должны соответствовать конкретным условиям каждой Стороны и быть интегрированы с национальными программами развития, поскольку экономическое развитие имеет ключевое значение для принятия мер по реагированию на изменение климата.

5. Сторонам следует сотрудничать в целях содействия установлению благоприятствующей и открытой международной экономической системы, которая приводила бы к устойчивому экономическому росту и развитию всех Сторон, особенно Сторон, которые являются развивающимися странами, позволяя им таким образом лучше реагировать на проблемы изменения климата. Меры, принятые в целях борьбы с изменением климата, включая односторонние меры, не должны служить средством произвольной или необоснованной дискриминации или скрытого ограничения международной торговли.

СТАТЬЯ 4
ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

1. Все Стороны, учитывая свою общую, но дифференцированную ответственность и свои конкретные национальные и региональные приоритеты, цели и условия развития:

a) разрабатывают, периодически обновляют, публикуют и предоставляют Конференции Сторон в соответствии со статьей 12 национальные кадастры антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями всех парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, используя сопоставимые методологии, которые будут согласованы Конференцией Сторон;

b) формулируют, осуществляют, публикуют и регулярно обновляют национальные и, в соответствующих случаях, региональные программы, содержащие меры по смягчению последствий изменения климата путем решения проблемы антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями всех пар-

никовых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, и меры по содействию адекватной адаптации к изменению климата;
c) оказывают содействие и сотрудничают в разработке, применении и распространении, включая передачу технологий, методов и процессов, приводящих к ограничению, снижению или прекращению антропогенных выбросов парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, во всех соответствующих секторах, включая энергетику, транспорт, промышленность, сельское хозяйство, лесное хозяйство и удаление отходов;
d) оказывают содействие рациональному использованию поглотителей и накопителей всех парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, включая биомассу, леса и океаны и другие наземные, прибрежные и морские экосистемы, а также, в соответствующих случаях, оказывают содействие и сотрудничают в их охране и повышении их качества;
e) сотрудничают в принятии подготовительных мер с целью адаптации к последствиям изменения климата; разрабатывают и развивают соответствующие комплексные планы по ведению хозяйства в прибрежной зоне, водным ресурсам и сельскому хозяйству и по охране и восстановлению районов, особенно в Африке, пострадавших от засухи и опустынивания, а также наводнений;
f) по мере возможности учитывают связанные с изменением климата соображения при проведении своей соответствующей социальной, экономической и экологической политики и принятии мер и используют соответствующие методы, например оценки последствий, составленные и определенные на национальном уровне, с целью свести к минимуму отрицательные последствия для экономики, здоровья общества и качества окружающей среды проектов или мер, осуществляемых ими с целью смягчения воздействия изменения климата или приспособления к нему;
g) оказывают содействие и сотрудничают в проведении научных, технологических, технических, социально-экономических и других исследований, систематических наблюдений и создании банков данных, связанных с климатической системой и предназначенных для углубления познаний, а также уменьшения или устранения остающихся неопределенностей в отношении причин, последствий, масштабов и сроков изменения климата и в отношении экономических и социальных последствий различных стратегий реагирования;
h) оказывают содействие и сотрудничают в полном, открытом и оперативном обмене соответствующей научной, технологической, технической, социально-экономической и юридической информацией, связанной с климатической системой и изменением климата, а также с экономическими и социальными последствиями различных стратегий реагирования;
i) оказывают содействие и сотрудничают в области образования, подготовки кадров и просвещения населения по вопросам изменения климата и поощряют самое широкое участие в этом процессе, в том числе неправительственных организаций; и
j) в соответствии со статьей 12 направляют Конференции Сторон информацию, касающуюся осуществления.
2. Стороны, являющиеся развитыми странами, и другие Стороны, включенные в Приложение I, берут на себя следующие конкретные обязательства:

a) каждая из этих Сторон проводит национальную политику и принимает соответствующие меры по смягчению последствий изменения климата путем ограничения своих антропогенных выбросов парниковых газов и защиты и повышения качества своих поглотителей и накопителей парниковых газов. Такие политика и меры продемонстрируют лидерство развитых стран в изменении долгосрочных тенденций в плане антропогенных выбросов в соответствии с целью Конвенции, признавая тот факт, что возвращение к концу нынешнего десятилетия к прежним уровням антропогенных выбросов двуокиси углерода и других парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, будет способствовать такому изменению, и принимая во внимание различия в отправных точках и подходах этих Сторон, в их экономических структурах и базах ресурсов, необходимость сохранения высоких и устойчивых темпов экономического роста, имеющиеся технологии и другие конкретные обстоятельства, а также необходимость справедливого и надлежащего вклада каждой из этих Сторон в глобальные усилия по реализации данной цели. Эти Стороны могут осуществлять такую политику и меры совместно с другими Сторонами и могут оказывать другим сторонам помощь в деле внесения вклада в достижение цели Конвенции и, в частности, цели настоящего подпункта;

b) в целях содействия прогрессу в этом направлении каждая из этих Сторон в соответствии со статьей 12 представляет в течение шести месяцев после вступления для нее в силу Конвенции, а впоследствии на периодической основе, подробную информацию о своих политике и мерах, о которых говорится в подпункте a выше, а также о прогнозируемых в связи с ними антропогенных выбросах из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, в течение периода, указанного в подпункте a, с тем чтобы индивидуально или совместно вернуться к своим уровням антропогенных выбросов двуокиси углерода и других парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом 1990 года. Конференция Сторон рассмотрит эту информацию на своей первой сессии, а впоследствии будет проводить такое рассмотрение на периодической основе в соответствии со статьей 7;

c) при расчете уровней выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов для целей подпункта b выше следует принимать во внимание наилучшие имеющиеся научные знания, в том числе о фактической емкости поглотителей и соответствующем влиянии таких газов на изменение климата. Конференция Сторон рассматривает и согласовывает методологии таких расчетов на своей первой сессии, а впоследствии рассматривает их на регулярной основе;

d) Конференция Сторон на своей первой сессии рассматривает адекватность подпунктов a и b выше. Такое рассмотрение проводится в свете наилучшей имеющейся научной информации и оценки изменения климата и его последствий, а также соответствующей технической, социальной и экономической информации. На основе такого рассмотрения Конференция Сторон предпринимает соответствующие действия, которые могут включать внесение поправок в обязательства, изложенные в подпунктах a и b выше. Конференция Сторон на своей первой сессии принимает также решения в отношении критериев совместного осуществления, как указано в подпункте a выше. Второе рассмотре-

ние подпунктов a и b проводится не позднее 31 декабря 1998 года, а впоследствии – с регулярной периодичностью, определяемой Конференцией Сторон, до тех пор, пока не будет достигнута цель Конвенции;

e) каждая из этих Сторон:

i) координирует, по мере необходимости, с другими такими Сторонами соответствующие экономические и административные документы, разработанные для достижения цели Конвенции; и

ii) определяет и периодически рассматривает свою собственную политику и практические методы, которые поощряют деятельность, ведущую к более высоким уровням антропогенных выбросов парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, по сравнению с уровнями, которые имели бы место в противном случае;

f) Конференция Сторон не позднее 31 декабря 1998 года рассматривает имеющуюся информацию в целях принятия решений в отношении таких поправок к спискам в Приложениях I и II, которые могут быть уместными, с согласия заинтересованной Стороны;

g) любая Сторона, не включенная в Приложение I, может в своем документе о ратификации, принятии, одобрении или присоединении или в любое другое время впоследствии уведомить Депозитария о своем намерении выполнять обязательства, перечисленные в подпунктах a и b выше. Депозитарий информирует других подписавших Конвенцию участников и другие Стороны о любом таком уведомлении.

3. Стороны, являющиеся развитыми странами, и другие относящиеся к числу развитых Стороны, включенные в Приложение II, предоставляют новые и дополнительные финансовые ресурсы для покрытия всех согласованных издержек, вызываемых выполнением Сторонами, являющимися развивающимися странами, своих обязательств в соответствии со статьей 12, пункт 1. Они также предоставляют такие финансовые ресурсы, включая ресурсы на цели передачи технологий, которые необходимы Сторонам, являющимся развивающимися странами, для покрытия всех согласованных дополнительных издержек, связанных с осуществлением мер, которые охвачены пунктом 1 настоящей статьи и согласованы между Стороной, являющейся развивающейся страной, и международным органом или органами, указанными в статье 11, в соответствии с этой статьей. При осуществлении этих обязательств учитывается необходимость адекватности и предсказуемости потока средств и важность соответствующего разделения бремени между Сторонами, являющимися развитыми странами.

4. Стороны, являющиеся развитыми странами, и другие относящиеся к числу развитых Стороны, включенные в Приложение II, оказывают также помощь Сторонам, являющимся развивающимися странами, которые особенно уязвимы для отрицательных последствий изменения климата, в покрытии расходов на адаптацию к этим отрицательным последствиям.

5. Стороны, являющиеся развитыми странами, и другие относящиеся к числу развитых Стороны, включенные в Приложение II, предпринимают все практические шаги для поощрения, облегчения и финансирования в соответствующих случаях передачи экологически безопасных технологий и ноу-хау или доступа к ним другим Сторонам, особенно Сторонам, являющимся развивающимися странами, с тем чтобы дать им возможность выполнять положения Конвенции. В ходе этого

процесса Стороны, являющиеся развитыми странами, оказывают поддержку развитию и укреплению национального потенциала и технологий Сторон, являющихся развивающимися странами. Другие Стороны и организации, которые в состоянии делать это, могут также оказывать помощь в содействии передаче таких технологий.

6. При выполнении своих обязательств по пункту 2 выше определенная степень гибкости будет предоставлена Конференцией Сторон тем Сторонам, включенным в Приложение I, которые осуществляют процесс перехода к рыночной экономике, с тем чтобы укрепить способность этих Сторон заниматься проблемами, связанными с изменением климата, в том числе принимая во внимание исторический уровень антропогенных выбросов парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, выбранный в качестве точки отсчета.

7. Степень эффективности осуществления Сторонами, являющимися развивающимися странами, своих обязательств по Конвенции будет зависеть от эффективного осуществления Сторонами, являющимися развитыми странами, своих обязательств по Конвенции, связанных с финансовыми ресурсами и передачей технологии, причем в полной мере будет учитываться тот факт, что экономическое и социальное развитие и искоренение нищеты являются главными и доминирующими приоритетами Сторон, являющихся развивающимися странами.

8. При выполнении обязательств, содержащихся в настоящей статье, Стороны в полной мере рассматривают вопрос о том, какие действия в соответствии с Конвенцией необходимо предпринять, включая действия, касающиеся финансирования, страхования и передачи технологии, для учета вызванных отрицательными последствиями изменения климата и/или последствиями осуществления мер реагирования конкретных потребностей и озабоченностей Сторон, являющихся развивающимися странами, особенно:

a) малых островных стран;

b) стран с низинными прибрежными районами;

c) стран с засушливыми и полузасушливыми районами, с районами, покрытыми лесами, и районами, где леса подвергаются деградации;

d) стран с районами, подверженными стихийным бедствиям;

e) стран с районами, подверженными засухе и опустыниванию;

f) стран с районами высокого уровня атмосферного загрязнения в городских районах;

g) стран с районами, имеющими уязвимые экосистемы, включая экосистемы горных районов;

h) стран, экономика которых в значительной степени зависит от дохода, получаемого за счет производства, переработки и экспорта и/или потребления ископаемых видов топлива и связанных с ним энергоемких продуктов; и

i) стран, не имеющих доступа к морю, и транзитных стран.

Впоследствии Конференция Сторон может предпринять, в необходимых случаях, действия в отношении этого пункта.

9. Стороны в полной мере учитывают конкретные потребности и особые условия наименее развитых стран в своих действиях, связанных с финансированием и передачей технологии.

10. Стороны в соответствии со статьей 10 учитывают при выполнении обязательств по Конвенции положение Сторон, особенно Сторон, являющихся развивающимися странами, экономика которых уязвима для отрицательных последствий осуществления мер по реагированию на изменение климата. Это относится главным образом к Сторонам, экономика которых в значительной степени зависит от дохода, получаемого за счет производства, переработки и экспорта и/или потребления ископаемых видов топлива и связанных с ним энергоемких продуктов, и/или такого использования ископаемых видов топлива, при переходе от которого к другим альтернативам такие Стороны испытывают серьезные трудности.

СТАТЬЯ 5
ИССЛЕДОВАНИЯ И СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

При выполнении своих обязательств по статье 4, пункт 1g, Стороны:

a) по мере необходимости поддерживают и укрепляют деятельность международных и межправительственных программ и сетей или организаций, которые имеют своей целью определение, проведение, оценку и финансирование исследований, сбор данных и систематическое наблюдение, принимая во внимание необходимость сведения к минимуму дублирования усилий;

b) поддерживают международные и межправительственные усилия по укреплению систематического наблюдения и национального потенциала и возможностей в области научных и технических исследований, особенно в развивающихся странах, и по содействию доступу к данным и результатам их анализа, полученным из районов, находящихся за пределами действия национальной юрисдикции, и обмена ими; и

c) учитывают особые интересы и потребности развивающихся стран и сотрудничают в укреплении их национального потенциала и возможностей участия в усилиях, упомянутых в подпунктах a и b выше.

СТАТЬЯ 6
ПРОСВЕЩЕНИЕ, ПОДГОТОВКА КАДРОВ И ИНФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННОСТИ

При выполнении своих обязательств по статье 4, пункт 1i, Стороны:

a) на национальном и, при необходимости, субрегиональном и региональном уровнях и в соответствии с национальными законами и нормами и своими соответствующими возможностями поощряют и облегчают:

i) разработку и осуществление программ просвещения и информирования общественности по проблемам изменения климата и его последствий;

ii) доступ общественности к информации об изменении климата и его последствиях;

iii) участие общественности в рассмотрении вопросов изменения климата и его последствий и в разработке соответствующих мер реагирования; и

iv) подготовку научного, технического и управленческого персонала.

b) на международном уровне, используя, где это необходимо, существующие органы, сотрудничают и содействуют в:

i) разработке материалов для целей просвещения и информирования общественности по вопросам изменения климата и его последствий и обмене такими материалами; и

ii) разработке и осуществлении программ в области образования и подготовки кадров, включая укрепление национальных учреждений и обмен персоналом или его прикомандирование для подготовки экспертов в этой области, особенно в интересах развивающихся стран.

СТАТЬЯ 7
КОНФЕРЕНЦИЯ СТОРОН

1. Настоящим учреждается Конференция Сторон.

2. Конференция Сторон, являющаяся высшим органом настоящей Конвенции, регулярно рассматривает вопрос об осуществлении Конвенции и любых связанных с ней правовых документов, которые могут быть приняты Конференцией Сторон, и выносит, в пределах своих полномочий, решения, необходимые для содействия эффективному осуществлению Конвенции. С этой целью она:

a) проводит периодический обзор обязательств Сторон и организационных механизмов, предусмотренных в Конвенции, в свете цели Конвенции, опыта, накопленного в ходе ее осуществления, и развития научных и технических знаний;

b) поощряет и облегчает обмен информацией о принимаемых Сторонами мерах по реагированию на изменение климата и его последствия с учетом различного положения, обязанностей и возможностей Сторон и их соответствующих обязательств по Конвенции;

c) облегчает, по просьбе двух или более Сторон, координацию принимаемых ими мер по реагированию на изменение климата и его последствия с учетом различного положения, обязанностей и возможностей Сторон и их соответствующих обязательств по Конвенции;

d) оказывает содействие и осуществляет руководство в соответствии с целью и положениями Конвенции в деле разработки и периодического уточнения сопоставимых методологий, которые подлежат согласованию Конференцией Сторон, в частности для подготовки кадастров выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов и для оценки эффективности мер по ограничению выбросов и увеличению поглощения этих газов;

e) оценивает на основе всей представленной ей в соответствии с положениями Конвенции информации осуществление Конвенции Сторонами, общие последствия мер, принятых согласно Конвенции, в частности экологические, экономические и социальные последствия, а также их совокупное воздействие, и прогресс, достигнутый в реализации цели Конвенции;

f) рассматривает и утверждает регулярные доклады об осуществлении Конвенции и обеспечивает их публикацию;

g) выносит рекомендации по любым вопросам, необходимым для осуществления Конвенции;

h) стремится мобилизовать финансовые ресурсы в соответствии со статьей 4, пункты 3, 4 и 5 и статьей 11;

i) учреждает такие вспомогательные органы, которые представляются необходимыми для осуществления Конвенции;

j) рассматривает доклады, представленные ее вспомогательными органами, и осуществляет руководство их деятельностью;

k) согласовывает и принимает консенсусом правила процедуры и финансовые правила для себя и для любых вспомогательных органов;

l) запрашивает и использует, по мере необходимости, услуги и сотрудничество со стороны компетентных международных организаций и межправительственных и неправительственных органов и использует предоставляемую ими информацию; и

m) осуществляет такие другие функции, которые необходимы для достижения цели Конвенции, а также все прочие функции, возложенные на нее в соответствии с Конвенцией.

3. Конференция Сторон на своей первой сессии принимает свои собственные правила процедуры, а также правила процедуры вспомогательных органов, учрежденных Конвенцией, которые включают в себя процедуры принятия решений по вопросам, которые не охвачены процедурами принятия решений, предусмотренными в настоящей Конвенции. В таких процедурах может четко оговариваться, какое большинство необходимо для принятия тех или иных конкретных решений.

4. Первая сессия Конференции Сторон созывается временным секретариатом, упоминаемым в статье 21, и проводится не позднее, чем через год после даты вступления Конвенции в силу. Затем очередные сессии Конференции Сторон проводятся один раз в год, если Конференция Сторон не примет иного решения.

5. Внеочередные сессии Конференции Сторон созываются в такие другие сроки, которые Конференция сочтет необходимыми, или по письменной просьбе любой из Сторон при условии, что в течение шести месяцев после того, как секретариат направит эту просьбу Сторонам, к ней присоединится не менее одной трети от общего числа Сторон.

6. Организация Объединенных Наций, ее специализированные учреждения и Международное агентство по атомной энергии, а также любое государство-член этих организаций или любой наблюдатель при них, которые не являются Сторонами Конвенции, могут быть представлены на сессиях Конференции Сторон в качестве наблюдателей. Любой орган или любое учреждение, будь то национальное или международное, правительственное или неправительственное, которое обладает компетенцией в вопросах, относящихся к сфере действия Конвенции, и которое сообщило секретариату о своем желании быть представленным на сессии Конференции Сторон в качестве наблюдателя, может быть допущено к участию в ней, если против этого не возражает по меньшей мере одна треть от числа присутствующих Сторон. Допуск и участие наблюдателей регулируются правилами процедуры, принятыми Конференцией Сторон.

СТАТЬЯ 8
СЕКРЕТАРИАТ

1. Настоящим учреждается секретариат.
2. Секретариат выполняет следующие функции:

a) организует сессии Конференции Сторон и ее вспомогательных органов, учреждаемых в соответствии с Конвенцией, и предоставляет им необходимые услуги;

b) обеспечивает компиляцию и передачу представленных ему докладов;

c) оказывает содействие Сторонам, особенно Сторонам, которые являются развивающимися странами, в сборе и передаче информации, необходимой в соответствии с положениями Конвенции, если поступает такая просьба;

d) готовит доклады о своей деятельности и представляет их Конференции Сторон;

e) обеспечивает необходимую координацию с секретариатами других соответствующих международных органов;

f) налаживает под общим руководством Конференции Сторон такие административные и договорные связи, которые могут потребоваться для эффективного выполнения его функций; и

g) выполняет другие секретариатские функции, оговоренные в Конвенции и в любых протоколах к ней, и такие другие функции, которые могут быть определены Конференцией Сторон.

3. Конференция Сторон на своей первой сессии назначает постоянный секретариат и организует его функционирование.

СТАТЬЯ 9
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ДЛЯ КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ ПО НАУЧНЫМ И ТЕХНИЧЕСКИМ АСПЕКТАМ

1. Настоящим учреждается вспомогательный орган для консультирования по научным и техническим аспектам с целью обеспечивать Конференцию Сторон и, при необходимости, ее другие вспомогательные органы своевременной информацией и консультациями по научным и техническим аспектам, относящимся к Конвенции. Этот орган открыт для участия всех Сторон и является междисциплинарным. Он состоит из компетентных в соответствующих отраслях знаний представителей правительств. Он регулярно представляет доклады Конференции Сторон по всем аспектам своей работы.

2. Под руководством Конференции Сторон и опираясь на существующие компетентные международные органы, настоящий орган:

a) оценивает состояние научных знаний, относящихся к изменению климата и его последствиям;

b) проводит научные оценки воздействия мер, принимаемых в осуществление Конвенции;

c) выявляет новые, эффективные и самые современные технологии и ноу-хау и выносит рекомендации о путях и средствах содействия разработке и/или передаче таких технологий;

d) вносит рекомендации относительно научных программ, международного сотрудничества в области исследований и разработок, касающихся изменения климата, а также путей и средств оказания поддержки созданию национального потенциала в развивающихся странах; и

e) предоставляет ответы на научные, технические и методологические вопросы, с которыми могут обратиться к данному органу Конференция Сторон и ее вспомогательные органы.

3. Функции и сфера полномочий настоящего органа могут быть более подробно определены Конференцией Сторон.

СТАТЬЯ 10
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ПО ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ

1. Настоящим учреждается вспомогательный орган по осуществлению, который оказывает содействие Конференции Сторон в оценке и обзоре эффективного осуществления Конвенции. Этот орган открыт для участия всех Сторон и состоит из представителей правительств, являющихся экспертами в вопросах, связанных с изменением климата. Он регулярно представляет доклады Конференции Сторон по всем аспектам своей работы.

2. Под руководством Конференции Сторон настоящий орган:

a) рассматривает информацию, сообщаемую в соответствии со статьей 12, пункт 1, с целью оценки общего совокупного воздействия мер, принимаемых Сторонами в свете последних научных оценок в отношении изменения климата;

b) рассматривает информацию, сообщаемую в соответствии со статьей 12, пункт 2, в целях оказания помощи Конференции Сторон в проведении рассмотрений, предусмотренных в статье 4, пункт 2d; и

c) оказывает содействие Конференции Сторон, по мере необходимости, в подготовке и осуществлении ее решений.

СТАТЬЯ 11
ФИНАНСОВЫЙ МЕХАНИЗМ

1. Настоящим определяется механизм для предоставления финансовых ресурсов, безвозмездно или на льготных условиях, в том числе для передачи технологии. Он функционирует под руководством и подотчетен Конференции Сторон, которая определяет его политику, программные приоритеты и критерии отбора, связанные с настоящей Конвенцией. Управление им возлагается на один или несколько существующих международных органов.

2. Финансовый механизм предусматривает справедливую и сбалансированную представленность всех Сторон в рамках открытой системы управления.

3. Конференция Сторон и орган или органы, на которые возложено управление финансовым механизмом, согласуют процедуры осуществления приведенных выше пунктов, включающие следующее:

a) условия, обеспечивающие соответствие финансируемых проектов в области изменения климата политике, программным приоритетам и критериям отбора, установленным Конференцией Сторон;

b) условия, при которых конкретное решение о финансировании может пересматриваться в свете этой политики, программных приоритетов и критериев отбора;

c) представление органом или органами регулярных докладов Конференции Сторон о своих финансовых операциях, что соответствует требованию о подотчетности, изложенному в пункте 1 выше; и

d) определение в предсказуемой и поддающейся выявлению форме объема финансовых средств, необходимых и имеющихся для осуществления настоящей Конвенции, и условий, при которых проводится периодический пересмотр этого объема.

4. Конференция Сторон определяет процедуры осуществления вышеупомянутых положений на своей первой сессии на основе обзора и с учетом временных механизмов, указанных в статье 21, пункт 3, и принимает решение о том, сохранять ли эти временные механизмы. Не позднее чем через четыре года после этого Конференция Сторон проводит обзор этого финансового механизма и принимает надлежащие меры.

5. Стороны, являющиеся развитыми странами, могут также предоставлять, а Стороны, являющиеся развивающимися странами, получать финансовые ресурсы в связи с осуществлением Конвенции через двусторонние, региональные и другие многосторонние каналы.

СТАТЬЯ 12
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ, КАСАЮЩЕЙСЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

1. В соответствии со статьей 4, пункт 1, каждая Сторона представляет Конференции Сторон через секретариат следующие виды информации:

a) национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями всех парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, в той степени, в какой позволяют их возможности, используя сопоставимые методологии, которые будут предложены и согласованы на Конференции Сторон;

b) общее описание мер, принятых или предусмотренных Стороной, по осуществлению Конвенции; и

c) любую другую информацию, которую Сторона считает относящейся к достижению цели Конвенции и уместной для включения в свое сообщение, в том числе, если это возможно, материалы, касающиеся расчетов глобальных тенденций выбросов.

2. Каждая Сторона, являющаяся развитой страной, и каждая другая Сторона, включенная в Приложение I, включает в свое сообщение следующие виды информации:

a) подробное описание политики и мер, которые она приняла для выполнения своих обязательств по статье 4, пункты 2a и 2b; и

b) конкретную оценку воздействия, которое политика и меры, указанные в предыдущем подпункте a, окажут на антропогенные выбросы из ее источников и абсорбцию ее поглотителями парниковых газов в течение периода, указанного в статье 4, пункт 2a.

3. Кроме того, каждая Сторона, являющаяся развитой страной, и каждая другая относящаяся к числу развитых Сторона, включенная в Приложение II, включают

подробную информацию о мерах, принятых в соответствии со статьей 4, пункты 3, 4 и 5.

4. Стороны, являющиеся развивающимися странами, могут на добровольной основе предлагать проекты для финансирования, включая конкретные технологии, материалы, оборудование, методы или практику, которые потребуются для осуществления таких проектов, а также, по мере возможности, смету всех дополнительных расходов, оценку сокращения выбросов и увеличения абсорбции парниковых газов, а также оценку соответствующего полезного эффекта.

5. Каждая Сторона, являющаяся развитой страной, и каждая другая Сторона, включенная в Приложение I, представляет свое первоначальное сообщение в течение шести месяцев после вступления Конвенции в силу для этой Стороны. Каждая Сторона, не включенная в такой список, представляет свое первоначальное сообщение в течение трех лет после вступления Конвенции в силу для этой Стороны, или с момента появления финансовых ресурсов в соответствии со статьей 4, пункт 3. Стороны, которые являются наименее развитыми странами, могут представлять свое первоначальное сообщение по своему усмотрению. Частотность последующих сообщений всех Сторон определяется Конференцией Сторон с учетом дифференцированного графика, устанавливаемого настоящим пунктом.

6. Информация, представленная Сторонами в соответствии с настоящей статьей, препровождается секретариатом как можно скорее Конференции Сторон и любым соответствующим вспомогательным органам. В случае необходимости процедуры представления информации могут быть более подробно рассмотрены Конференцией Сторон.

7. С момента своей первой сессии Конференция Сторон принимает меры по оказанию Сторонам, являющимся развивающимися странами, технической и финансовой поддержки, по их просьбе, в сборе и представлении информации в соответствии с настоящей статьей, а также в определении технических и финансовых потребностей, связанных с предлагаемыми проектами и мерами по реагированию в соответствии со статьей 4. Такая поддержка может предоставляться, по мере необходимости, другими Сторонами, компетентными международными организациями и секретариатом.

8. Любая группа Сторон может, в соответствии с руководящими принципами, принятыми Конференцией Сторон, и при условии предварительного уведомления Конференции Сторон, представлять совместное сообщение во исполнение их обязательств по настоящей статье при условии, что такое сообщение включает информацию о выполнении каждой из этих Сторон своих собственных обязательств по Конвенции.

9. Информация, полученная секретариатом и обозначенная Стороной в качестве конфиденциальной в соответствии с критериями, подлежащими установлению Конференцией Сторон, обобщается секретариатом в целях обеспечения ее конфиденциальности до представления ее любому органу, участвующему в передаче и рассмотрении информации.

10. В соответствии с положениями пункта 9 выше и без ущерба для способности любой Стороны обнародовать свое сообщение в любое время секретариат обнародует сообщения Сторон в соответствии с настоящей статьей в момент их представления Конференции Сторон.

СТАТЬЯ 13
РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ, КАСАЮЩИХСЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Конференция Сторон на своей первой сессии рассматривает вопрос об организации многостороннего консультативного процесса, предоставляемого в распоряжение Сторон по их просьбе, для решения вопросов, касающихся осуществления Конвенции.

СТАТЬЯ 14
УРЕГУЛИРОВАНИЕ СПОРОВ

1. В случае спора между двумя или большим числом Сторон относительно толкования или применения Конвенции заинтересованные Стороны стремятся к урегулированию спора путем переговоров или любыми другими мирными средствами по их выбору.

2. При ратификации, принятии, одобрении Конвенции или присоединении к ней или в любое время после этого Сторона, которая не является региональной организацией экономической интеграции, может представить Депозитарию заявление в письменном виде о том, что в любом споре относительно толкования или применения Конвенции она признает, в качестве обязательного условия ipso facto и без специального согласия, в отношении любой Стороны, взявшей на себя такое же обязательство:

a) передачу спора в Международный суд и/или

b) арбитражное разбирательство в соответствии с процедурами, подлежащими принятию Конференцией Сторон, по возможности в кратчайшие сроки, в приложении, посвященном арбитражу.

Сторона, являющаяся региональной организацией экономической интеграции, может сделать заявление аналогичного характера в отношении арбитражного разбирательства в соответствии с процедурами, упомянутыми в подпункте b выше.

3. Заявление, сделанное в соответствии с пунктом 2 выше, остается в силе до истечения срока его действия в соответствии с условиями этого заявления или до истечения трех месяцев после того, как письменное уведомление о его отзыве было сдано на хранение Депозитарию.

4. Новое заявление, уведомление об отзыве или истечение срока действия заявления никоим образом не затрагивают дел, находящихся на рассмотрении Международного суда или арбитражного суда, если стороны в споре не договорятся об ином.

5. При условии действия пункта 2 выше, если по истечении двенадцати месяцев после уведомления одной Стороной другой Стороны о том, что между ними возник спор, заинтересованные Стороны не смогли урегулировать свой спор с помощью средств, упомянутых в пункте 1 выше, этот спор представляется по просьбе любой из Сторон в этом споре на процедуру примирения.

6. Примирительная комиссия создается по просьбе одной из участвующих в споре Сторон. Комиссия состоит из равного количества членов, назначенных каждой заинтересованной Стороной, и председателя, выбранного совместно члена-

ми, назначенными каждой Стороной. Комиссия выносит рекомендательное решение, которое добросовестно рассматривается Сторонами.

7. Дополнительные процедуры, касающиеся примирения, принимаются Конференцией Сторон, по возможности в кратчайшие сроки, в приложении, посвященном примирению.

8. Положения настоящей статьи применяются в отношении любого соответствующего юридического документа, который может быть принят Конференцией Сторон, если документ не предусматривает иного.

СТАТЬЯ 15
ПОПРАВКИ К КОНВЕНЦИИ

1. Любая Сторона может предлагать поправки к Конвенции.

2. Поправки к Конвенции принимаются на очередной сессии Конференции Сторон. Секретариат сообщает Сторонам текст любой предлагаемой поправки к Конвенции не менее чем за шесть месяцев до начала заседания, на котором она предлагается для принятия. Секретариат сообщает также текст предлагаемых поправок Сторонам, подписавшим Конвенцию, и, для информации, Депозитарию.

3. Стороны делают все возможное для достижения согласия по любой предлагаемой поправке к Конвенции на основе консенсуса. Если все усилия, направленные на достижение консенсуса, были исчерпаны и согласие не было достигнуто, то поправка в качестве последней меры принимается большинством в три четверти голосов присутствующих и участвующих в голосовании на данном заседании Сторон. Секретариат сообщает текст принятой поправки Депозитарию, который препровождает его всем Сторонам для принятия.

4. Документы о принятии в отношении поправки сдаются на хранение Депозитарию. Поправка, принятая в соответствии с пунктом 3 выше, вступает в силу для тех Сторон, которые приняли ее, на девяностый день со дня получения Депозитарием документа о принятии по меньшей мере от трех четвертей Сторон Конвенции.

5. Поправка вступает в силу для любой другой Стороны на девяностый день после даты сдачи данной Стороной на хранение Депозитарию ее документа о принятии указанной поправки.

6. Для целей настоящей статьи термин "присутствующие и принимающие участие в голосовании Стороны" означает Стороны, присутствующие и проголосовавшие "за" или "против".

СТАТЬЯ 16
ПРИНЯТИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ К КОНВЕНЦИИ И ВНЕСЕНИЕ В НИХ ПОПРАВОК

1. Приложения к Конвенции составляют ее неотъемлемую часть, и, если прямо не предусматривается иного, ссылка на Конвенцию представляет собой в то же время ссылку на любые приложения к ней. Без ущерба для положений статьи 14, пункты 2b и 7, такие приложения ограничиваются перечнями, формами или любыми другими материалами описательного характера, которые касаются научных, технических, процедурных или административных вопросов.

2. Приложения к Конвенции предлагаются и принимаются в соответствии с процедурой, установленной в статье 15, пункты 2, 3 и 4.

3. Приложение, которое было принято в соответствии с пунктом 2 выше, вступает в силу для всех Сторон Конвенции через шесть месяцев после даты направления Депозитарием сообщения таким Сторонам о принятии данного приложения, за исключением тех Сторон, которые уведомили Депозитария в письменной форме в течение этого периода о своем непринятии данного приложения. Приложение вступает в силу для Сторон, которые аннулируют свое уведомление о непринятии, на девяностый день после даты получения Депозитарием сообщения об аннулировании такого уведомления.

4. Предложение, принятие и вступление в силу поправок к приложениям к Конвенции регулируются той же процедурой, что и предложение, принятие и вступление в силу приложений к Конвенции в соответствии с пунктами 2 и 3 выше.

5. Если принятие приложения или поправки к приложению связано с внесением поправки в Конвенцию, то такое приложение или поправка к приложению не вступает в силу до тех пор, пока не вступит в силу поправка к Конвенции.

СТАТЬЯ 17
ПРОТОКОЛЫ

1. Конференция Сторон может на любой очередной сессии принимать протоколы к Конвенции.

2. Секретариат сообщает Сторонам текст любого предлагаемого протокола по меньшей мере за шесть месяцев до начала такой сессии.

3. Условия вступления в силу любого протокола устанавливаются в этом документе.

4. Только Стороны Конвенции могут быть Сторонами протокола.

5. Решения в соответствии с любым протоколом принимаются только Сторонами соответствующего протокола.

СТАТЬЯ 18
ПРАВО ГОЛОСА

1. За исключением случаев, предусмотренных в пункте 2 ниже, каждая Сторона Конвенции имеет один голос.

2. Региональные организации экономической интеграции участвуют в голосовании по вопросам, входящим в их компетенцию, с числом голосов, равным числу их государств-членов, являющихся Сторонами Конвенции. Такая организация не пользуется правом голоса, если своим правом пользуется какое-либо из ее государств-членов, и наоборот.

СТАТЬЯ 19
ДЕПОЗИТАРИЙ

Функции Депозитария Конвенции и протоколов, принятых в соответствии со статьей 17, выполняет Генеральный секретарь Организации Объединенных Наций.

СТАТЬЯ 20
ПОДПИСАНИЕ

Настоящая Конвенция открыта для подписания государствами – членами Организации Объединенных Наций или любого ее специализированного учреждения или государствами – участниками Статута Международного суда и региональными организациями экономической интеграции в Рио-де-Жанейро во время проведения Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию, а впоследствии в Центральных учреждениях Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке с 20 июня 1992 года по 19 июня 1993 года.

СТАТЬЯ 21
ВРЕМЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ

1. Секретариатские функции, упомянутые в статье 8, будут осуществляться на временной основе секретариатом, учрежденным Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций в ее резолюции 45/212 от 21 декабря 1990 года, до завершения первой сессии Конференции Сторон.

2. Глава временного секретариата, упомянутого в пункте 1 выше, будет осуществлять тесное сотрудничество с Межправительственной группой по изменению климата для обеспечения того, чтобы Группа могла удовлетворять потребности в объективных научных и технических консультациях. Могут также проводиться консультации с другими соответствующими научными органами.

3. Глобальный экологический фонд Программы развития Организации Объединенных Наций, Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде и Международного банка реконструкции и развития является международным органом, на который на временной основе возлагается управление финансовым механизмом, упомянутым в статье 11. В этой связи для выполнения требований статьи 11 структура Глобального экологического фонда должна быть надлежащим образом изменена, а его членский состав должен иметь универсальный характер.

СТАТЬЯ 22
РАТИФИКАЦИЯ, ПРИНЯТИЕ, ОДОБРЕНИЕ ИЛИ ПРИСОЕДИНЕНИЕ

1. Конвенция подлежит ратификации, принятию, одобрению или присоединению государствами и региональными организациями экономической интеграции. Она открывается для присоединения на следующий день после дня, в который Конвенция закрывается для подписания. Документы о ратификации, принятии, одобрении или присоединении сдаются на хранение Депозитарию.

2. Любая региональная организация экономической интеграции, которая становится Стороной Конвенции, но при этом ни одно ее государство-член не является Стороной, несет все обязательства, вытекающие из Конвенции. В случае, когда одно или более государств-членов таких организаций являются Сторонами Конвенции, эта организация и ее государства-члены принимают решение в отношении их соответствующих обязанностей по выполнению своих обязательств, выте-

кающих из Конвенции. В таких случаях эта организация и государства-члены не могут параллельно осуществлять права, вытекающие из Конвенции.

3. В своих документах о ратификации, принятии, одобрении или присоединении региональные организации экономической интеграции заявляют о пределах своей компетенции в вопросах, регулируемых Конвенцией. Эти организации также информируют Депозитария, который в свою очередь информирует Стороны, о любом существенном изменении пределов своей компетенции.

СТАТЬЯ 23
ВСТУПЛЕНИЕ В СИЛУ

1. Конвенция вступает в силу на девяностый день после даты сдачи на хранение пятидесятого документа о ратификации, принятии, одобрении или присоединении.

2. Для каждого государства или региональной организации экономической интеграции, которая ратифицирует, принимает или одобряет Конвенцию или присоединяется к ней после сдачи на хранение пятидесятого документа о ратификации, принятии, одобрении или присоединении, Конвенция вступает в силу на девяностый день после даты сдачи на хранение таким государством или такой региональной организацией экономической интеграции своего документа о ратификации, принятии, одобрении или присоединении.

3. Для целей пунктов 1 и 2 выше ни один документ, сданный на хранение региональной организацией экономической интеграции, не рассматривается в качестве дополнительного к документам, сданным на хранение государствами-членами этой организации.

СТАТЬЯ 24
ОГОВОРКИ

Никакие оговорки к Конвенции не допускаются.

СТАТЬЯ 25
ВЫХОД

1. В любое время по истечении трех лет с даты вступления Конвенции в силу для той или иной Стороны эта Сторона может выйти из Конвенции, направив письменное уведомление Депозитарию.

2. Любой такой выход вступает в силу по истечении одного года с даты получения Депозитарием уведомления о выходе или в такой более поздний срок, который может быть указан в уведомлении о выходе.

3. Любая Сторона, которая выходит из Конвенции, считается также вышедшей из любого протокола, Стороной которого она является.

СТАТЬЯ 26
АУТЕНТИЧНЫЕ ТЕКСТЫ

Подлинник настоящей Конвенции, тексты которой на английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках являются равно аутентичными, сдается на хранение Генеральному секретарю Организации Объединенных Наций.

В УДОСТОВЕРЕНИЕ ЧЕГО

нижеподписавшиеся, должным образом на то уполномоченные, подписали настоящую Конвенцию.

СОВЕРШЕНО

в Нью-Йорке девятого дня мая месяца тысяча девятьсот девяносто второго года.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Австралия
Австрия
Беларусь /а
Бельгия
Болгария /а
Венгрия /а
Германия
Греция
Дания
Европейское экономическое сообщество
Ирландия
Исландия
Испания
Италия
Канада
Латвия а/
Литва а/
Лихтенштейн*
Люксембург
Монако*
Нидерланды
Новая Зеландия
Норвегия
Польша а/
Португалия
Российская Федерация а/
Румыния а/
Словакия*
Словения*
Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии
Соединенные Штаты Америки
Турция**
Украина а/
Финляндия
Франция
Чешская Республика*
Швейцария
Швеция
Хорватия*
Эстония а/
Япония

а/ – страны, в которых происходит процесс перехода к рыночной экономике.

* – страны, которые были добавлены в Приложение I на основании поправки, вступившей в силу 13 августа 1998 г. в соответствии с решением 4/CP.3, принятым на Третьей конференции Сторон Конвенции.

** – не является стороной РКИК.

ПРИЛОЖЕНИЕ II

Австралия
Австрия
Бельгия
Германия
Греция
Дания
Европейское экономическое сообщество
Ирландия
Исландия
Испания
Италия
Канада
Люксембург
Нидерланды
Новая Зеландия
Норвегия
Португалия
Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии
Соединенные Штаты Америки
Финляндия
Франция
Швейцария
Швеция
Япония

Приложение 2.

Киотский протокол РКИК ООН

Стороны настоящего Протокола, являясь Сторонами Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций по изменению климата, далее упоминаемой как "Конвенция", в целях достижения окончательной цели Конвенции, как она изложена в статье 2, ссылаясь на положения Конвенции, руководствуясь статьей 3 Конвенции, во исполнение Берлинского мандата, принятого в решении 1/CP.1 Конференции Сторон Конвенции на ее первой сессии, договорились о следующем:

СТАТЬЯ 1

Для целей настоящего Протокола применяются определения, содержащиеся в статье 1 Конвенции. Кроме того:

1. "Конференция Сторон" означает Конференцию Сторон Конвенции.
2. "Конвенция" означает Рамочную конвенцию Организации Объединенных Наций по изменению климата, принятую в Нью-Йорке 9 мая 1992 года.
3. "Межправительственная группа экспертов по изменению климата" означает Межправительственную группу экспертов по изменению климата, учрежденную совместно Всемирной метеорологической организацией и Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде в 1988 году.
4. "Монреальский протокол" означает Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, принятый в Монреале 16 сентября 1987 года, с внесенными в него впоследствии изменениями и поправками.
5. "Присутствующие и участвующие в голосовании Стороны" означают Стороны, присутствующие и голосующие за или против.
6. "Сторона" означает, если из контекста не следует иное, Сторону настоящего Протокола.
7. "Сторона, включенная в Приложение I", означает Сторону, включенную в Приложение I к Конвенции с поправками, которые могут быть в него внесены, или Сторону, которая представила уведомление в соответствии с пунктом 2g статьи 4 Конвенции.

СТАТЬЯ 2

1. Каждая Сторона, включенная в Приложение I, при выполнении своих определенных количественных обязательств по ограничению и сокращению выбросов в соответствии со статьей 3, в целях поощрения устойчивого развития:

   а) осуществляет и/или далее разрабатывает в соответствии со своими национальными условиями такие политику и меры, как:

i) повышение эффективности использования энергии в соответствующих секторах национальной экономики;

ii) охрана и повышение качества поглотителей и накопителей парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, с учетом своих обязательств по соответствующим международным природоохранным соглашениям; содействие рациональным методам ведения лесного хозяйства, облесению и лесовозобновлению на устойчивой основе;

iii) поощрение устойчивых форм сельского хозяйства в свете соображений, связанных с изменением климата;

iv) содействие внедрению, проведение исследовательских работ, разработка и более широкое использование новых и возобновляемых видов энергии, технологий поглощения диоксида углерода и инновационных экологически безопасных технологий;

v) постепенное сокращение или устранение рыночных диспропорций, фискальных стимулов, освобождений от налогов и пошлин, и субсидий, противоречащих цели Конвенции, во всех секторах – источниках выбросов парниковых газов, и применение рыночных инструментов;

vi) поощрение надлежащих реформ в соответствующих секторах в целях содействия осуществлению политики и мер, ограничивающих или сокращающих выбросы парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом;

vii) меры по ограничению и/или сокращению выбросов парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, на транспорте;

viii) ограничение и/или сокращение выбросов метана путем рекуперации и использования при удалении отходов, а также при производстве, транспортировке и распределении энергии.

b) сотрудничает с другими такими Сторонами в целях повышения индивидуальной и совокупной эффективности их политики и мер, принимаемых согласно настоящей статье, в соответствии с пунктом 2e i) статьи 4 Конвенции. С этой целью эти Стороны предпринимают шаги для распространения своего опыта и обмена информацией о таких политике и мерах, включая разработку способов повышения их сопоставимости, транспарентности и эффективности. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, на своей первой сессии или впоследствии, как только это будет практически возможно, рассмотрит пути содействия такому сотрудничеству с учетом всей соответствующей информации.

2. Стороны, включенные в Приложение I, стремятся к ограничению или сокращению выбросов парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, в результате использования бункерного топлива при воздушных и морских перевозках, действуя соответственно через Международную организацию гражданской авиации и Международную морскую организацию.

3. Стороны, включенные в Приложение I, стремятся осуществлять политику и меры в соответствии с настоящей статьей таким образом, чтобы свести к минимуму неблагоприятные последствия, в том числе неблагоприятные последствия изменения климата, воздействие на международную торговлю и социальные, экологические и экономические последствия для других Сторон, в особенности для Сторон, являющихся развивающимися странами, и в частности для тех, которые перечислены в пунктах 8 и 9 статьи 4 Конвенции, с учетом статьи 3 Конвенции.

Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, может, когда это необходимо, предпринимать дальнейшие действия в целях содействия осуществлению положений настоящего пункта.

4. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, если она, с учетом различных национальных условий и потенциальных последствий, примет решение о полезности координации любых политики и мер, предусмотренных в пункте 1 выше, рассматривает пути и средства налаживания координации таких политики и мер.

СТАТЬЯ 3

1. Стороны, включенные в Приложение I, по отдельности или совместно обеспечивают, чтобы их совокупные антропогенные выбросы парниковых газов, перечисленных в Приложении А, в эквиваленте диоксида углерода не превышали установленных для них количеств, рассчитанных во исполнение их определенных количественных обязательств по ограничению и сокращению выбросов, зафиксированных в Приложении В, и в соответствии с положениями настоящей статьи, в целях сокращения их общих выбросов таких газов по меньшей мере на пять процентов по сравнению с уровнями 1990 года в период действия обязательств с 2008 по 2012 год.

2. Каждая Сторона, включенная в Приложение I, к 2005 году добивается очевидного прогресса в выполнении своих обязательств по настоящему Протоколу.

3. Для выполнения каждой Стороной, включенной в Приложение I, обязательств по настоящей статье используются чистые изменения в величине выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, являющиеся прямым результатом деятельности человека в области изменений в землепользовании и в лесном хозяйстве, ограниченной, начиная с 1990 года, облесением, лесовозобновлением и обезлесиванием, измеряемые как поддающиеся проверке изменения в накоплениях в каждый период действия обязательств. Доклады о связанных с этими видами деятельности выбросах из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов представляются в транспарентном и поддающемся проверке виде и рассматриваются в соответствии со статьями 7 и 8.

4. До первой сессии Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, каждая Сторона, включенная в Приложение I, представляет на рассмотрение Вспомогательного органа для консультирования по научным и техническим аспектам данные для установления ее уровня накоплений углерода в 1990 году и для проведения оценки изменений в ее накоплениях углерода в последующие годы. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, на своей первой сессии или впоследствии, как только это будет практически возможно, примет решение в отношении условий, правил и руководящих принципов, касающихся того, как и какие дополнительные виды деятельности человека, связанные с изменениями в выбросах и абсорбции парниковых газов в категориях изменений в использовании сельскохозяйственных земель и землепользовании и лесного хозяйства, прибавляются к установленному количеству для Сторон, включенных в Приложение I, или вычитаются из него, с учетом факторов неопределенности, транспарентности при

представлении докладов, возможности проверки, методологической работы Межправительственной группы экспертов по изменению климата, консультаций, представляемых Вспомогательным органом для консультирования по научным и техническим аспектам в соответствии со статьей 5, и решений Конференции Сторон. Такое решение применяется во второй и в последующие периоды действия обязательств. Сторона может решить применять такое решение об этих дополнительных видах деятельности человека в свой первый период действия обязательств при условии, что эти виды деятельности имеют место с 1990 года.

5. Стороны, включенные в Приложение I, которые осуществляют процесс перехода к рыночной экономике, и базовый год или период для которых был установлен во исполнение решения 9/CP.2 второй сессии Конференции Сторон Конвенции, используют этот базовый год или период для осуществления своих обязательств по настоящей статье. Любая другая Сторона, включенная в Приложение I, которая осуществляет процесс перехода к рыночной экономике и которая еще не представила свое первое Национальное сообщение согласно статье 12 Конвенции, может также уведомить Конференцию Сторон, действующую в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, о том, что она намерена использовать иной, чем 1990 год, базовый год или период для осуществления своих обязательств по настоящей статье. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, решает вопрос о принятии такого уведомления.

6. С учетом пункта 6 статьи 4 Конвенции при выполнении ими своих обязательств, помимо обязательств, предусмотренных в настоящей статье, определенная степень гибкости предоставляется Конференцией Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, тем Сторонам, включенным в Приложение I, которые осуществляют процесс перехода к рыночной экономике.

7. В первый период действия определенных количественных обязательств по ограничению и сокращению выбросов с 2008 до 2012 года установленное количество для каждой Стороны, включенной в Приложение I, равно зафиксированной для нее в Приложении B процентной доле ее чистых совокупных антропогенных выбросов парниковых газов, перечисленных в Приложении A, в эквиваленте диоксида углерода за 1990 год или за базовый год или период, определенный в соответствии с пунктом 5 выше, умноженной на пять. Те Стороны, включенные в Приложение I, для которых изменения в землепользовании и лесное хозяйство являлись в 1990 году чистыми источниками выбросов парниковых газов, для целей расчета своих установленных количеств включают в свои выбросы за базовый 1990 год или за базовый период совокупные антропогенные выбросы в эквиваленте диоксида углерода за вычетом абсорбции в 1990 году в результате изменений в землепользовании.

8. Каждая Сторона, включенная в Приложение I, для целей расчета, упомянутого в пункте 7 выше, может использовать 1995 год как базовый год для гидрофторуглеродов, перфторуглеродов и гексафторида серы.

9. Обязательства для последующих периодов для Сторон, включенных в Приложение I, устанавливаются в поправках к Приложениям к настоящему Протоколу, которые принимаются в соответствии с положениями пункта 7 статьи 21. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протоко-

ла, начнет рассмотрение таких обязательств не менее чем за семь лет до конца первого периода действия обязательств, упомянутого в пункте 1 выше.

10. Любые единицы сокращения выбросов или любая часть установленного количества, которые какая-либо Сторона приобретает у другой Стороны в соответствии с положениями статьи 6 и статьи 17, прибавляются к установленному количеству приобретающей Стороны.

11. Любые единицы сокращения выбросов или любая часть установленного количества, которые какая-либо Сторона передает другой Стороне в соответствии с положениями статьи 6 и статьи 17, вычитаются из установленного количества передающей Стороны.

12. Любые сертифицированные единицы сокращения выбросов, которые какая-либо Сторона приобретает у другой Стороны в соответствии с положениями статьи 13, прибавляются к установленному количеству приобретающей Стороны.

13. Если выбросы Стороны, включенной в Приложение I, в тот или иной период действия обязательств меньше количества, установленного для нее согласно настоящей статье, то эта разница, по просьбе этой Стороны, прибавляется к установленному количеству этой Стороны на последующие периоды действия обязательств.

14. Каждая Сторона, включенная в Приложение I, стремится осуществлять обязательства, упомянутые в пункте 1 выше, таким образом, чтобы свести к минимуму неблагоприятные социальные, экологические и экономические последствия для Сторон, являющихся развивающимися странами, в особенности для тех Сторон, которые перечислены в пунктах 8 и 9 статьи 4 Конвенции. Согласно соответствующим решениям Конференции Сторон об осуществлении этих пунктов Конференция Сторон Конвенции, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, на своей первой сессии рассмотрит, какие действия необходимо предпринять для сведения к минимуму неблагоприятных последствий изменения климата и/или последствий мер реагирования для перечисленных в упомянутых выше пунктах Сторон. К числу вопросов, подлежащих рассмотрению, относятся обеспечение финансирования, страхование и передача технологий.

СТАТЬЯ 4

1. Любые Стороны, включенные в Приложение I, которые достигли соглашения о совместном выполнении своих обязательств по статье 3, рассматриваются как выполнившие эти обязательства при условии, что их общие суммарные совокупные антропогенные выбросы парниковых газов, перечисленных в Приложении A, в эквиваленте диоксида углерода не превышают их установленных количеств, рассчитанных во исполнение их определенных количественных обязательств по ограничению и сокращению выбросов, зафиксированных в Приложении B, и в соответствии с положениями статьи 3. Соответствующий уровень выбросов, устанавливаемый для каждой из Сторон такого соглашения, определяется в этом соглашении.

2. Стороны любого такого соглашения уведомляют секретариат об условиях соглашения в день сдачи на хранение своих документов о ратификации, принятии, одобрении настоящего Протокола или присоединении к нему. Секретариат в свою

очередь информирует Стороны и сигнатариев Конвенции об условиях данного соглашения.

3. Любое такое соглашение остается в силе в течение периода действия обязательств, указанного в пункте 7 статьи 3.

4. Если Стороны, действующие совместно, делают это в рамках региональной организации экономической интеграции или совместно с ней, то никакое изменение в составе этой организации после принятия настоящего Протокола не влияет на существующие обязательства по настоящему Протоколу. Любое изменение состава организации применяется только для целей тех обязательств по статье 3, которые были приняты после этого изменения.

5. В случае, если Стороны такого соглашения не достигли своих общих суммарных сокращений уровня выбросов, каждая Сторона этого соглашения несет ответственность за свои собственные уровни выбросов, установленные в этом соглашении.

6. Если Стороны, действующие совместно, делают это в рамках региональной организации экономической интеграции, которая сама является Стороной настоящего Протокола, или совместно с ней, то каждое государство – член такой региональной организации экономической интеграции по отдельности и вместе с региональной организацией экономической интеграции, действующей в соответствии со статьей 24, в случае невыполнения общих суммарных сокращений уровня выбросов несет ответственность за свой уровень выбросов, уведомление о котором было представлено в соответствии с настоящей статьей.

СТАТЬЯ 5

1. Каждая Сторона, включенная в Приложение I, создает не позднее чем за один год до начала первого периода действия обязательств национальную систему для оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями всех парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом. Руководящие принципы для таких национальных систем, которые включают в себя методологии, указанные в пункте 2 ниже, принимаются Конференцией Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, на ее первой сессии.

2. Методологиями для оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями всех парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, являются методологии, принятые Межправительственной группой экспертов по изменению климата и одобренные Конференцией Сторон Конвенции на ее третьей сессии. Когда такие методологии не используются, вносятся надлежащие коррективы в соответствии с методологиями, одобренными Конференцией Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, на ее первой сессии. На основе работы, в частности Межправительственной группы экспертов по изменению климата, и консультаций, предоставляемых Вспомогательным органом для консультирования по научным и техническим аспектам, Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, регулярно проводит обзор таких методологий и корректив и, когда это необходимо, пересматривает их, в полной мере принимая во внимание любые

соответствующие решения Конференции Сторон. Любой пересмотр методологий или коррективов применяется только для целей установления соблюдения обязательств по статье 3 в отношении любого периода действия обязательств, следующего за упомянутым пересмотром.

3. Потенциалами глобального потепления, используемыми для пересчета в эквивалент диоксида углерода антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, перечисленных в Приложении А, являются потенциалы, принятые Межправительственной группой экспертов по изменению климата и одобренные Конференцией Сторон Конвенции на ее третьей сессии. На основе работы, в частности Межправительственной группы экспертов по изменению климата, и консультаций, предоставляемых Вспомогательным органом для консультирования по научным и техническим аспектам, Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, регулярно рассматривает величины потенциала глобального потепления каждого такого парникового газа и, когда это необходимо, пересматривает их, в полной мере принимая во внимание любые соответствующие решения Конференции Сторон. Любые изменения величины того или иного потенциала глобального потепления применяются только к обязательствам по статье 3 в отношении любого периода действия обязательств, следующего за упомянутым пересмотром.

СТАТЬЯ 6

1. Для целей выполнения своих обязательств по статье 3 любая Сторона, включенная в Приложение I, может передавать любой другой такой Стороне или приобретать у нее единицы сокращения выбросов, полученные в результате проектов, направленных на сокращение антропогенных выбросов из источников или на увеличение абсорбции поглотителями парниковых газов в любом секторе экономики, при условии, что:

a) любой такой проект был утвержден участвующими Сторонами;

b) любой такой проект предусматривает сокращение выбросов из источников или увеличение абсорбции поглотителями, дополнительное к тому, которое могло бы иметь место в ином случае;

c) она не приобретает никаких единиц сокращения выбросов, если она не соблюдает свои обязательства по статьям 5 и 7; и

d) приобретение единиц сокращения выбросов дополняет внутренние действия для целей выполнения обязательств по статье 3.

2. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, может на своей первой сессии или впоследствии, как только это будет практически возможно, выработать дальнейшие руководящие принципы для осуществления настоящей статьи, в том числе для проверки и представления докладов.

3. Сторона, включенная в Приложение I, может уполномочивать юридических лиц участвовать, под ее ответственность, в действиях, ведущих к получению, передаче или приобретению единиц сокращения выбросов в соответствии с настоящей статьей.

4. Если в соответствии с положениями статьи 8 выявлен вопрос, касающийся выполнения той или иной Стороной, включенной в Приложение I, требований, ука-

занных в настоящей статье, передача и приобретение единиц сокращения выбросов могут продолжаться после выявления этого вопроса при условии, что никакие такие единицы не могут использоваться ни одной из Сторон для выполнения своих обязательств по статье 3 до тех пор, пока не будет решен вопрос о соблюдении.

СТАТЬЯ 7

1. Каждая Сторона, включенная в Приложение I, включает в свой ежегодный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, представляемый согласно соответствующим решениям Конференции Сторон Конвенции, определяемую в соответствии с пунктом 4 ниже необходимую дополнительную информацию для целей обеспечения соблюдения статьи 3.

2. Каждая Сторона, включенная в Приложение I, включает в свое Национальное сообщение, представляемое согласно статье 12 Конвенции, определяемую в соответствии с пунктом 4 ниже дополнительную информацию, необходимую для того, чтобы продемонстрировать соблюдение своих обязательств по настоящему Протоколу, в том числе по статьям 2, 3, 5, 6, 7, 12 и 13.

3. Каждая Сторона, включенная в Приложение I, представляет информацию, требуемую согласно пункту 1 выше, на ежегодной основе начиная с первого кадастра, подлежащего представлению согласно Конвенции, за первый год периода действия обязательств после вступления настоящего Протокола в силу для этой Стороны. Каждая такая Сторона представляет информацию, требуемую согласно пункту 2 выше, как часть первого Национального сообщения, подлежащего представлению согласно Конвенции, после вступления для нее в силу настоящего Протокола и после принятия руководящих принципов, как это предусмотрено в пункте 4 ниже. Периодичность последующего представления информации, требуемой согласно настоящей статье, определяется Конференцией Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, с учетом любого расписания для представления Национальных сообщений, принятого Конференцией Сторон.

4. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, принимает на своей первой сессии и впоследствии периодически пересматривает руководящие принципы для подготовки информации, требуемой в соответствии с настоящей статьей, с учетом принятых Конференцией Сторон руководящих принципов для подготовки Национальных сообщений Сторон, включенных в Приложение I. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, также до начала первого периода действия обязательств принимает решение о порядке учета установленных количеств.

СТАТЬЯ 8

1. Информация, представляемая в соответствии со статьей 7 каждой Стороной, включенной в Приложение I, рассматривается группами экспертов по рассмотрению во исполнение соответствующих решений Конференции Сторон и в соответствии с руководящими принципами, принятыми для этой цели Конференцией Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, согласно

пункту 4 ниже. Информация, представляемая согласно пункту 1 статьи 7 каждой Стороной, включенной в Приложение I, рассматривается как часть ежегодных компиляции и учета кадастров выбросов и установленных количеств. В дополнение к этому информация, представляемая согласно пункту 2 статьи 7 каждой Стороной, включенной в Приложение I, рассматривается как часть рассмотрения сообщений.

2. Группы экспертов по рассмотрению координируются секретариатом и состоят из экспертов, отобранных из числа кандидатур, выдвинутых Сторонами Конвенции, и, когда это необходимо, межправительственными организациями, в соответствии с руководящими указаниями, принятыми для этой цели Конференцией Сторон.

3. В рамках процесса рассмотрения проводится тщательная и всеобъемлющая техническая оценка всех аспектов осуществления настоящего Протокола той или иной Стороной. Группы экспертов по рассмотрению готовят доклад для Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, в котором приводится оценка осуществления Стороной ее обязательств и выявляются любые потенциальные проблемы и факторы, влияющие на выполнение обязательств. Такие доклады распространяются секретариатом среди всех Сторон Конвенции. Секретариат составляет перечень вопросов, касающихся осуществления, которые были выявлены в таких докладах, для дальнейшего рассмотрения Конференцией Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола.

4. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, принимает на своей первой сессии и впоследствии периодически пересматривает руководящие принципы для рассмотрения хода осуществления настоящего Протокола группами экспертов по рассмотрению с учетом соответствующих решений Конференции Сторон.

5. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, при содействии, в зависимости от обстоятельств, Вспомогательного органа по осуществлению и Вспомогательного органа для консультирования по научным и техническим аспектам рассматривает:

a) информацию, представленную Сторонами в соответствии со статьей 8, и доклады экспертов об ее рассмотрении, проведенном в соответствии с настоящей статьей; и

b) те вопросы, касающиеся осуществления, которые были включены секретариатом в перечень в соответствии с пунктом 3 выше, а также любые вопросы, поднятые Сторонами.

6. После рассмотрения информации, упомянутой в пункте 5 выше, Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, принимает решения по любым вопросам, которые необходимы для осуществления настоящего Протокола.

СТАТЬЯ 9

1. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, периодически рассматривает настоящий Протокол в свете наилуч-

шей имеющейся научной информации и оценки изменения климата и его последствий, а также имеющей к этому отношение технической, социальной и экономической информации. Такие рассмотрения координируются с соответствующими рассмотрениями в рамках Конвенции, в частности с рассмотрениями, предусмотренными согласно пункту 2d статьи 4 и пункту 2a статьи 7 Конвенции. На основе этих рассмотрений Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, принимает соответствующие решения.

2. Первое рассмотрение проводится на второй сессии Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола. Дальнейшие рассмотрения проводятся регулярно и своевременно.

СТАТЬЯ 10

Все Стороны, принимая во внимание свою общую, но дифференцированную ответственность и свои особые национальные и региональные приоритеты, цели и условия в области развития, без введения в действие новых обязательств для Сторон, не включенных в Приложение I, но вновь подтверждая существующие обязательства по пункту 1 статьи 4 Конвенции и продолжая содействовать осуществлению этих обязательств для достижения устойчивого развития, принимая во внимание пункты 3, 5 и 7 статьи 4 Конвенции:

a) формулируют, когда это уместно и насколько это возможно, эффективные с точки зрения затрат национальные и, в соответствующих случаях, региональные программы повышения качества местных показателей выбросов, данных о деятельности и/или моделей, которые отражают социально-экономические условия каждой Стороны, в целях составления и периодического обновления национальных кадастров антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, используя сопоставимые методологии, которые будут одобрены Конференцией Сторон, и в соответствии с руководящими принципами для подготовки Национальных сообщений, принятыми Конференцией Сторон;

b) формулируют, осуществляют, публикуют и регулярно обновляют национальные и, в соответствующих случаях, региональные программы, предусматривающие меры по смягчению последствий изменения климата и меры по содействию адекватной адаптации к изменению климата.

i) такие программы, в частности, касаются секторов энергетики, транспорта и промышленности, а также сельского хозяйства, лесного хозяйства и удаления отходов. Кроме того, адаптацию к изменению климата можно усовершенствовать благодаря адаптационным технологиям и методам совершенствования территориально-пространственного планирования;

ii) Стороны, включенные в Приложение I, представляют информацию о действиях согласно настоящему Протоколу, включая национальные программы, в соответствии со статьей 7; а другие Стороны стремятся, в соответствующих случаях, включать в свои Национальные сообщения информацию о программах, содержащих меры, которые, по мнению соответствующей Стороны, способствуют решению проблем изменения климата и его неблагоприятных последствий, включая борьбу с увеличением выбросов парниковых газов, а

также повышение качества поглотителей и абсорбцию поглотителями, укрепление потенциала и адаптационные меры;

c) сотрудничают в содействии созданию эффективных условий для разработки, применения и распространения экологически безопасных технологий, ноу-хау, практики и процессов, имеющих отношение к изменению климата, и предпринимают все практически выполнимые шаги для поощрения, облегчения и финансирования, в зависимости от обстоятельств, передачи таких технологий, ноу-хау практики и процессов, особенно развивающимся странам, и доступа к таким технологиям, ноу-хау, практике и процессам, включая разработку политики и программ эффективности передачи экологически безопасных технологий, которые находятся в собственности государства или являются общественным достоянием, и создание благоприятных условий для частного сектора в том, что касается поощрения и расширения передачи экологически безопасных технологий и доступа к ним;

d) сотрудничают в научно-технических исследованиях и способствуют поддержке и развитию систем систематического наблюдения и развитию архивов данных для снижения неопределенностей, связанных с климатической системой, неблагоприятными последствиями изменения климата и экономическими и социальными последствиями различных стратегий реагирования, а также поощряют развитие и укрепление внутреннего потенциала и возможностей участвовать в международных и межправительственных усилиях, программах и сетях в области научных исследований и систематического наблюдения, принимая во внимание статью 5 Конвенции;

e) принимают меры по сотрудничеству и поощрению на международном уровне, используя, когда это уместно, существующие органы, в деле разработки и осуществления программ просвещения и подготовки кадров, включая активизацию укрепления национального потенциала, в частности людских и организационных ресурсов, и обмен сотрудниками или прикомандирование сотрудников для подготовки экспертов в этой области, в частности для развивающихся стран, а также способствуют на национальном уровне информированию общественности и доступу общественности к информации об изменении климата. Приемлемые условия для осуществления этой деятельности в рамках соответствующих органов Конвенции подлежат разработке с учетом статьи 6 Конвенции;

f) включают в свои Национальные сообщения информацию о программах и деятельности, осуществляемых во исполнение настоящей статьи согласно соответствующим решениям Конференции Сторон; и

g) при осуществлении обязательств по настоящей статье в полной мере принимают во внимание пункт 8 статьи 4 Конвенции.

СТАТЬЯ 11

1. При осуществлении статьи 10 Стороны принимают во внимание положения пунктов 4, 5, 7, 8 и 9 статьи 4 Конвенции.

2. В контексте осуществления пункта 1 статьи 4 Конвенции, в соответствии с положениями пункта 3 статьи 4 и статьи 11 Конвенции и через оперативный орган или органы, на которые возложено управление финансовым механизмом Конвен-

ции, Стороны, являющиеся развитыми странами, и иные развитые Стороны, включенные в Приложение II к Конвенции:

a) предоставляют новые и дополнительные финансовые ресурсы для покрытия всех согласованных издержек, понесенных Сторонами, являющимися развивающимися странами, при продвижении вперед в деле выполнения обязательств по пункту 1a статьи 4 Конвенции, охватываемых подпунктом a статьи 10; и

b) также предоставляют такие финансовые ресурсы, в том числе для передачи технологии, которые необходимы Сторонам, являющимся развивающимися странами, для покрытия всех согласованных дополнительных издержек, связанных с продвижением вперед в деле выполнения обязательств по пункту 1 статьи 4 Конвенции, охватываемых статьей 10 и согласованных между Стороной, являющейся развивающейся страной, и международным органом или органами, упоминаемыми в статье 11 Конвенции, в соответствии с этой статьей.

При выполнении этих существующих обязательств принимается во внимание потребность в адекватном и предсказуемом потоке средств и важность соответствующего распределения бремени между Сторонами, являющимися развитыми странами. Руководящие указания для органа или органов, на которые возложено управление финансовым механизмом Конвенции, содержащиеся в соответствующих решениях Конференции Сторон, в том числе согласованные до принятия настоящего Протокола, применяются mutatis mutandis к положениям настоящего пункта.

3. Стороны, являющиеся развитыми странами, и иные развитые Стороны, включенные в Приложение II к Конвенции, могут также предоставлять, а Стороны, являющиеся развивающимися странами, получать финансовые средства для осуществления статьи 10 по двусторонним, региональным и другим многосторонним каналам.

СТАТЬЯ 12

1. Настоящим определяется механизм чистого развития.

2. Цель механизма чистого развития состоит в том, чтобы помогать Сторонам, не включенным в Приложение I, в обеспечении устойчивого развития и в содействии достижению конечной цели Конвенции и помогать Сторонам, включенным в Приложение I, в обеспечении соблюдения их определенных количественных обязательств по ограничению и сокращению выбросов согласно статье 3.

3. В рамках механизма чистого развития:

a) Стороны, не включенные в Приложение I, пользуются выгодами от осуществления деятельности по проектам, приводящей к сертифицированным сокращениям выбросов; и

b) Стороны, включенные в Приложение I, могут использовать сертифицированные сокращения выбросов в результате такой деятельности по проектам с целью содействия соблюдению части их определенных количественных обязательств по сокращению и ограничению выбросов согласно статье 3, как они определены Конференцией Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола.

4. Механизм чистого развития подчиняется и руководствуется указаниями Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, и управляется исполнительным советом механизма чистого развития.

5. Сокращения выбросов в результате каждого вида деятельности по проектам сертифицируются оперативными органами, которые будут назначены Конференцией Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, на основе:

a) добровольного участия, одобренного каждой участвующей Стороной;

b) реальных, измеримых и долгосрочных преимуществ, связанных со смягчением последствий изменения климата; и

c) сокращений выбросов, дополнительных к любым сокращениям, которые могли бы иметь место в отсутствие сертифицированного вида деятельности по проектам.

6. Механизм чистого развития оказывает помощь в организации, по мере необходимости, финансирования сертифицированных видов деятельности по проектам.

7. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, на своей первой сессии выработает условия и процедуры с целью обеспечения транспарентности, эффективности и подотчетности путем независимой ревизии и проверки деятельности по проектам.

8. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, обеспечивает, чтобы часть поступлений от сертифицированных видов деятельности по проектам использовалась для покрытия административных расходов, а также для оказания помощи Сторонам, являющимся развивающимися странами, особенно уязвимым к неблагоприятному воздействию изменения климата, в погашении расходов, связанных с адаптацией.

9. В механизме чистого развития, в том числе в деятельности, упомянутой в пункте 3a выше, и в приобретении сертифицированных сокращений выбросов, могут участвовать частные и/или государственные субъекты, и такое участие осуществляется в соответствии с любыми руководящими указаниями, которые может давать исполнительный совет механизма чистого развития.

10. Сертифицированные сокращения выбросов, достигнутые в период с 2000 года до начала первого периода действия обязательств, могут использоваться для оказания помощи в обеспечении соблюдения обязательств в первый период действия обязательств.

СТАТЬЯ 13

1. Конференция Сторон, высший орган Конвенции, действует в качестве совещания Сторон настоящего Протокола.

2. Стороны Конвенции, которые не являются Сторонами настоящего Протокола, могут участвовать в качестве наблюдателей в работе любой сессии Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола. Когда Конференция Сторон действует в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, решения в отношении настоящего Протокола принимаются только Сторонами настоящего Протокола.

3. Когда Конференция Сторон действует в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, любой член Президиума Конференции Сторон, представляющий Сторону Конвенции, которая в данный момент не является Стороной настоящего Протокола, замещается дополнительным членом, избираемым Сторонами настоящего Протокола из их числа.

4. Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, регулярно рассматривает осуществление настоящего Протокола и принимает в рамках своего мандата решения, необходимые для содействия его эффективному осуществлению. Она выполняет функции, возложенные на нее в соответствии с настоящим Протоколом, и:

a) оценивает на основе всей информации, представленной ей в соответствии с положениями настоящего Протокола, ход осуществления настоящего Протокола Сторонами, общий эффект мер, принимаемых во исполнение настоящего Протокола, в частности экологические, экономические и социальные эффекты, а также их кумулятивное воздействие и степень прогресса в достижении цели Конвенции;

b) периодически рассматривает обязательства Сторон по настоящему Протоколу, должным образом учитывая любые рассмотрения, требуемые согласно пункту 2d статьи 4 и пункту 2 статьи 7 Конвенции, в свете цели Конвенции, опыта, накопленного при ее осуществлении, и эволюции научных и технических знаний и в этой связи рассматривает и принимает регулярные доклады об осуществлении настоящего Протокола;

c) способствует и содействует обмену информацией о мерах, принимаемых Сторонами для решения проблем изменения климата и его последствий, принимая во внимание различия в условиях, ответственности и возможностях Сторон и их соответствующие обязательства по настоящему Протоколу;

d) содействует, по просьбе двух или более Сторон, координации мер, принимаемых ими для решения проблем изменения климата и его последствий, принимая во внимание различия в условиях, ответственности и возможностях Сторон и их соответствующие обязательства по настоящему Протоколу;

e) поощряет и направляет в соответствии с целью Конвенции и положениями настоящего Протокола, и в полной мере принимая во внимание соответствующие решения Конференции Сторон Конвенции, разработку и периодическое уточнение сопоставимых методологий для эффективного осуществления настоящего Протокола, которые будут одобряться Конференцией Сторон, выступающей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола;

f) выносит рекомендации по любым вопросам, которые необходимы для осуществления настоящего Протокола;

g) принимает меры для мобилизации дополнительных финансовых средств в соответствии с пунктом 2 статьи 11;

h) учреждает такие вспомогательные органы, которые потребуются для осуществления настоящего Протокола;

i) запрашивает и использует, когда это необходимо, услуги и сотрудничество компетентных международных организаций и межправительственных и неправительственных органов и представляемую ими информацию; и

j) выполняет такие другие функции, которые могут потребоваться для осуществления настоящего Протокола, и рассматривает любые задачи, являющиеся результатом решения Конференции Сторон.

5. Правила процедуры Конференции Сторон и финансовые процедуры Конвенции применяются к настоящему Протоколу mutatis mutandis, за исключением тех случаев, когда Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, может на основе консенсуса принять иное решение.

6. Секретариат созывает первую сессию Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, одновременно с первой сессией Конференции Сторон, которая запланирована после даты вступления в силу настоящего Протокола. Последующие очередные сессии Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, проводятся ежегодно и одновременно с сессиями Конференции Сторон, если Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, не примет иного решения.

7. Внеочередные сессии Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, созываются, когда Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, сочтет это необходимым, или по письменному требованию любой из Сторон при условии, что в течение шести месяцев после того, как секретариат направит это требование Сторонам, оно будет поддержано не менее чем одной третью Сторон.

8. Организация Объединенных Наций, ее специализированные учреждения и Международное агентство по атомной энергии, а также любое государство – член таких организаций или наблюдатели при них, которые не являются Сторонами Конвенции, могут быть представлены на сессиях Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, в качестве наблюдателей. Любые органы или учреждения, будь то национальные или международные, правительственные или неправительственные, которые обладают компетенцией в вопросах, относящихся к сфере действия настоящего Протокола и которые сообщили секретариату о своем желании быть представленными на сессии Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, в качестве наблюдателя, могут быть допущены к участию в ней, за исключением тех случаев, когда против этого возражают не менее одной трети присутствующих Сторон. Допуск и участие наблюдателей регулируются правилами процедуры, как это предусмотрено в пункте 5 выше.

СТАТЬЯ 14

1. Секретариат, учрежденный в соответствии со статьей 8 Конвенции, выполняет функции секретариата настоящего Протокола.

2. Пункт 2 статьи 8 Конвенции о функциях секретариата и пункт 3 статьи 8 Конвенции об организации функционирования секретариата применяются к настоящему Протоколу mutatis mutandis. Кроме того, секретариат выполняет функции, возложенные на него согласно настоящему Протоколу.

СТАТЬЯ 15

1. Вспомогательный орган для консультирования по научным и техническим аспектам и Вспомогательный орган по осуществлению, учрежденные в соответствии со статьями 9 и 10 Конвенции, действуют соответственно в качестве Вспомогательного органа для консультирования по научным и техническим аспектам и Вспомогательного органа по осуществлению настоящего Протокола. Положения, касающиеся функционирования этих двух органов в соответствии с Конвенцией, применяются к настоящему Протоколу mutatis mutandis. Сессии заседаний Вспомогательного органа для консультирования по научным и техническим аспектам и Вспомогательного органа по осуществлению настоящего Протокола проводятся соответственно в связи с заседаниями Вспомогательного органа для консультирования по научным и техническим аспектам и Вспомогательного органа по осуществлению Конвенции.

2. Стороны Конвенции, которые не являются Сторонами настоящего Протокола, могут участвовать в качестве наблюдателей в работе любой сессии вспомогательных органов. Когда вспомогательные органы действуют в качестве вспомогательных органов настоящего Протокола, решения в отношении настоящего Протокола принимаются лишь теми Сторонами, которые являются Сторонами настоящего Протокола.

3. Когда вспомогательные органы, учрежденные в соответствии со статьями 9 и 10 Конвенции, выполняют свои функции в отношении вопросов, касающихся настоящего Протокола, любой член бюро вспомогательных органов, представляющий Сторону Конвенции, которая в данный момент не является Стороной настоящего Протокола, замещается дополнительным членом, который избирается Сторонами настоящего Протокола из их числа.

СТАТЬЯ 16

Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, рассмотрит, как только это практически возможно, вопрос о применении к настоящему Протоколу многостороннего консультативного процесса, упомянутого в статье 13 Конвенции, и о модификации этого процесса, если это необходимо, в свете любых соответствующих решений, которые могут быть приняты Конференцией Сторон. Любой многосторонний консультативный процесс, который может применяться к настоящему Протоколу, действует без ущерба для процедур и механизмов, учрежденных в соответствии со статьей 18.

СТАТЬЯ 17

Конференция Сторон определяет соответствующие принципы, условия, правила и руководящие принципы, в частности для проверки, представления докладов и учета торговли выбросами. Стороны, включенные в Приложение B, участвуют в торговле выбросами для целей выполнения своих обязательств по статье 3. Любая такая торговля дополняет внутренние действия для целей выполнения определенных количественных обязательств по ограничению и сокращению выбросов согласно настоящей статье.

СТАТЬЯ 18

Конференция Сторон, действующая в качестве совещания Сторон настоящего Протокола, на своей первой сессии утверждает надлежащие и эффективные процедуры и механизмы для определения случаев несоблюдения положений настоящего Протокола и реагирования на такие случаи несоблюдения, в том числе путем разработки ориентировочного перечня последствий, принимая во внимание причину, вид, степень и частотность несоблюдения. Любые процедуры и механизмы согласно настоящей статье, влекущие за собой последствия, имеющие обязательный характер, принимаются путем внесения поправки в настоящий Протокол.

СТАТЬЯ 19

Положения статьи 14 Конвенции применяются к настоящему Протоколу mutatis mutandis.

СТАТЬЯ 20

1. Любая Сторона может предлагать поправки к настоящему Протоколу.

2. Поправки к настоящему Протоколу принимаются на очередной сессии Конференции Сторон, действующей в качестве Совещания Сторон настоящего Протокола. Секретариат сообщает Сторонам текст любой предлагаемой поправки к настоящему Протоколу не менее чем за шесть месяцев до начала заседания, на котором она предлагается для принятия. Секретариат сообщает также текст предлагаемых поправок Сторонам и сигнатариям Конвенции и, для информации, Депозитарию.

3. Стороны делают все возможное для достижения согласия по любой предлагаемой поправке к настоящему Протоколу на основе консенсуса. Если все усилия, направленные на достижение консенсуса, были исчерпаны и согласие не было достигнуто, то поправка в качестве последней меры принимается большинством в три четверти голосов присутствующих и участвующих в голосовании на данном заседании Сторон. Секретариат сообщает текст принятой поправки Депозитарию, который препровождает его всем Сторонам для принятия.

4. Документы о принятии поправки сдаются на хранение Депозитарию. Поправка, принятая в соответствии с пунктом 3 выше, вступает в силу для тех Сторон, которые приняли ее, на девяностый день со дня получения Депозитарием документа о принятии по меньшей мере от трех четвертей Сторон настоящего Протокола.

5. Поправка вступает в силу для любой другой Стороны на девяностый день после даты сдачи данной Стороной на хранение Депозитарию ее документа о принятии указанной поправки.

СТАТЬЯ 21

1. Приложения к настоящему Протоколу составляют его неотъемлемую часть, и, если прямо не предусматривается иного, ссылка на настоящий Протокол представляет собой в то же время ссылку на любые Приложения к нему. Любые приложения, принятые после вступления в силу настоящего Протокола, ограничиваются перечнями, формами или любыми другими материалами описательного

характера, которые касаются научных, технических, процедурных или административных вопросов.

2. Любая Сторона может вносить предложения о принятии приложения к настоящему Протоколу и может предлагать поправки к приложениям к настоящему Протоколу.

3. Приложения к настоящему Протоколу и поправки к приложениям к Протоколу принимаются на очередной сессии Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола. Секретариат сообщает Сторонам текст любого предлагаемого приложения или поправки к приложению не менее чем за шесть месяцев до начала заседания, на котором она предлагается для принятия. Секретариат сообщает также текст любого предлагаемого приложения или поправки к приложению Сторонам и сигнатариям Конвенции и, для информации, Депозитарию.

4. Стороны делают все возможное для достижения согласия по любому предлагаемому приложению или поправке к приложению на основе консенсуса. Если все усилия, направленные на достижение консенсуса, были исчерпаны и согласие не было достигнуто, то приложение или поправка к приложению в качестве последней меры принимается большинством в три четверти голосов присутствующих и участвующих в голосовании на данном заседании Сторон. Секретариат сообщает текст принятого приложения или принятой поправки к приложению Депозитарию, который препровождает его всем Сторонам для принятия.

5. Приложение или поправка к приложению, помимо Приложений A и B, которое было принято или в которое были внесены поправки в соответствии с пунктами 3 и 4 выше, вступает в силу для всех Сторон настоящего Протокола через шесть месяцев после даты направления Депозитарием сообщения таким Сторонам о принятии данного приложения или о принятии поправки к приложению, за исключением тех Сторон, которые в течение этого периода в письменной форме уведомили Депозитария о своем непринятии данного приложения или данной поправки к приложению. Приложение или поправка к приложению вступает в силу для Сторон, которые аннулируют свое уведомление о непринятии, на девяностый день после даты получения Депозитарием сообщения об аннулировании такого уведомления.

6. Если принятие приложения или поправки к приложению связано с внесением поправки в настоящий Протокол, то такое приложение или поправка к приложению не вступает в силу до тех пор, пока не вступит в силу поправка к настоящему Протоколу.

7. Поправки к Приложениям A и B настоящего Протокола принимаются и вступают в силу в соответствии с процедурой, изложенной в статье 20, при условии, что любая поправка к Приложению B принимается только при письменном согласии затрагиваемой Стороны.

СТАТЬЯ 22

1. За исключением случаев, предусмотренных в пункте 2 ниже, каждая Сторона имеет один голос.

2. Региональные организации экономической интеграции участвуют в голосовании по вопросам, входящим в их компетенцию, с числом голосов, равным числу их государств-членов, являющихся Сторонами настоящего Протокола. Такая органи-

зация не пользуется правом голоса, если своим правом пользуется какое-либо из ее государств-членов, и наоборот.

СТАТЬЯ 23

Функции Депозитария настоящего Протокола выполняет Генеральный секретарь Организации Объединенных Наций.

СТАТЬЯ 24

1. Настоящий Протокол открыт для подписания и подлежит ратификации, принятию или одобрению государствами и региональными организациями экономической интеграции, которые являются Сторонами Конвенции. Он открыт для подписания в центральных учреждениях Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке с 16 марта 1998 года по 15 марта 1999 года и открывается для присоединения на следующий день после даты закрытия Протокола для подписания. Документы о ратификации, принятии, одобрении или присоединении сдаются на хранение Депозитарию.

2. Любая региональная организация экономической интеграции, которая становится Стороной настоящего Протокола, но при этом ни одно из ее государств-членов не является Стороной, несет все обязательства, вытекающие из настоящего Протокола. В случае таких организаций, у которых одно или несколько государств-членов являются Стороной настоящего Протокола, данная организация и ее государства-члены принимают решение в отношении своих соответствующих обязанностей по соблюдению ими взятых на себя обязательств по настоящему Протоколу. В таких случаях данная организация и ее государства-члены не имеют права одновременно пользоваться правами в соответствии с настоящим Протоколом.

3. В своих документах о ратификации, принятии, одобрении или присоединении региональные организации экономической интеграции объявляют о пределах своей компетенции в отношении вопросов, регулируемых настоящим Протоколом. Эти организации также информируют Депозитария, который в свою очередь информирует Стороны, о любых существенных изменениях в пределах их компетенции.

СТАТЬЯ 25

1. Настоящий Протокол вступает в силу на девяностый день после того, как не менее 55 Сторон Конвенции, в том числе Стороны, включенные в Приложение I, на долю которых приходится в совокупности как минимум 55 процентов общих выбросов диоксида углерода Сторон, включенных в Приложение I, за 1990 год, сдадут на хранение свои документы о ратификации, принятии, одобрении или присоединении.

2. Для целей настоящей статьи "общие выбросы диоксида углерода Сторон, включенных в Приложение I, за 1990 год" означают количество, которое Стороны, включенные в Приложение I, заявили в день принятия настоящего Протокола или

ранее в своих первых Национальных сообщениях, представленных согласно статье 12 Конвенции.

3. Для каждого государства или каждой региональной организации экономической интеграции, которые ратифицируют, принимают или одобряют настоящий Протокол или присоединяются к нему после выполнения условий для его вступления в силу в соответствии с пунктом 1 выше, настоящий Протокол вступает в силу на девяностый день после даты сдачи на хранение их документов о ратификации, принятии, одобрении или присоединении.

4. Для целей настоящей статьи ни один документ, сданный на хранение региональной организацией экономической интеграции, не рассматривается в качестве дополнительного к документам, сданным на хранение государствами – членами этой организации.

СТАТЬЯ 26

Оговорки к настоящему Протоколу не допускаются.

СТАТЬЯ 27

1. В любое время по истечении трех лет с даты вступления Протокола в силу для той или иной Стороны эта Сторона может выйти из Протокола, направив письменное уведомление Депозитарию.

2. Любой такой выход вступает в силу по истечении одного года с даты получения Депозитарием уведомления о выходе или в такой более поздний срок, который может быть указан в уведомлении о выходе.

3. Любая Сторона, которая выходит из Конвенции, считается также вышедшей из настоящего Протокола.

СТАТЬЯ 28

Подлинник настоящего Протокола, тексты которого на английском, арабском, испанском, китайском, русском и французском языках являются равно аутентичными, сдается на хранение Генеральному секретарю Организации Объединенных Наций.

СОВЕРШЕНО

в Киото одиннадцатого дня декабря месяца одна тысяча девятьсот девяносто седьмого года.

В УДОСТОВЕРЕНИЕ ЧЕГО

нижеподписавшиеся, должным образом на то уполномоченные, поставили свои подписи под настоящим Протоколом в указанные дни.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ
Диоксид углерода (CO_2)
Метан (CH_4)
Закись азота (N_2O)
Гидрофторуглероды (ГФУ)
Перфторуглероды (ПФУ)
Гексафторид серы (SF_6)
СЕКТОРЫ/КАТЕГОРИИ ИСТОЧНИКОВ
Энергетика
  Сжигание топлива
    Энергетическая промышленность
    Обрабатывающая промышленность и строительство
    Транспорт
    Другие секторы
    Прочее
  Утечки при добыче и транспортировке топлива
    Твердое топливо
    Нефть и природный газ
    Прочее
Промышленные процессы
  Продукция горнодобывающей промышленности
  Химическая промышленность
  Металлургия
  Другие производства
  Производство галогенированных углеродных соединений и гексафторида серы
  Потребление галогенированных углеродных соединений и гексафторида серы
  Прочее
Использование растворителей и других продуктов
Сельское хозяйство
  Интестинальная ферментация
    Уборка, хранение и использование навоза
  Производство риса
  Сельскохозяйственные земли
  Управляемый пал саванн
  Сжигание сельскохозяйственных отходов на полях
  Прочее
Отходы
  Удаление твердых отходов в грунте
  Обработка сточных вод
  Сжигание отходов
  Прочее

ПРИЛОЖЕНИЕ B

Определенные количественные обязательства Сторон по ограничению или сокращению выбросов (в процентах от базового года или периода)

Сторона	%
Австралия	108
Австрия	92
Бельгия	92
Болгария*	92
Венгрия*	94
Германия	92
Греция	92
Дания	92
Европейское сообщество	92
Ирландия	92
Исландия	110
Испания	92
Италия	92
Канада	94
Латвия*	92
Литва*	92
Лихтенштейн	92
Люксембург	92
Монако	92
Нидерланды	92
Новая Зеландия	100
Норвегия	101
Польша*	94
Португалия	92
Российская Федерация*	100
Румыния*	92
Словакия*	92
Словения*	92
Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии	92
Соединенные Штаты Америки	93
Украина*	100
Финляндия	92
Франция	92
Хорватия*	95
Чешская Республика*	92
Швейцария	92
Швеция	92
Эстония*	92

UNEP

Главной задачей Московского офиса ЮНЕП является развитие сотрудничества между Российской Федерацией и Программой ООН по окружающей среде путем налаживания и укрепления взаимодействия с исполнительными и законодательными органами власти России, неправительственными организациями, научными и деловыми кругами.

Основные формы сотрудничества – природоохранные проекты в России и других странах СНГ, в том числе по линии Глобального экологического фонда, совместные усилия по решению глобальных и региональных экологических проблем, развитие системы международных и национальных юридических инструментов в области окружающей среды, распространение и обмен экологической информацией.

Всемирный фонд дикой природы (WWF) – одна из крупнейших независимых международных природоохранных организаций, объединяющая около 5 миллионов постоянных сторонников и работающая более чем в 100 странах.

Миссия WWF – остановить деградацию естественной среды планеты для достижения гармонии человека и природы.
Стратегическими направлениями деятельности WWF являются:

- сохранение биологического разнообразия планеты;
- обеспечение устойчивого использования возобновимых природных ресурсов;
- пропаганда действий по сокращению загрязнения окружающей среды и расточительного природопользования.

WWF

for a living planet®

Всемирный фонд дикой природы (WWF)
109240, Москва, ул. Николоямская, 19, стр. 3
Тел.: +7 495 727 09 39
Факс: +7 495 727 09 38
E-mail: russia@wwf.ru
www.wwf.ru