



for a living planet®



Oxfam

РОССИЯ

И СОПРЕДЕЛЬНЫЕ СТРАНЫ:

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА



РОССИЯ

И СОПРЕДЕЛЬНЫЕ СТРАНЫ:

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Россия и сопредельные страны: природоохранные, экономические и социальные последствия изменения климата. WWF России, ОХФАМ. – М., 2008. – 64 с.

Редакторы:

Честин И. Е., к.б.н., WWF России

Коллофф Николас, ОХФАМ

Авторский коллектив:

Анисимов О. А., д.г.н., ГГИ, разделы 2.3 и 2.4

Гинзбург А. С., д.ф.-м.н., ИФА РАН, глава 1

Грицевич И. Г., к.э.н., WWF России, раздел 3.1

Кокорин А. О., к.ф.-м.н., WWF России, глава 1, разделы 2.1–2.4, 4.1, 4.5, глава 5

Маграф Джон, ОХФАМ, разделы 4.1, 4.5, глава 5

Стеценко А. В., к.э.н., МГУ, раздел 3.2

Ревич Б. А., д.м.н., Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, разделы 4.2–4.4

Хилл Антони, ОХФАМ, разделы 4.1, 4.5

Честин И. Е., к.б.н. WWF России, глава 5

Доклад для широкого круга читателей, интересующихся проблемами изменения климата, социальными, экономическими и экологическими вопросами.

В докладе в сжатой форме изложены основные факты об изменении климата, причинах и последствиях наблюдаемых эффектов. Основное внимание уделено последствиям изменения климата для природы и человека в России. Однако особенностью данного доклада является совместное с Россией рассмотрение сопредельных стран Центральной Азии, Монголии, Северного Китая, где изменения климата и их последствия ожидаются столь сильными, что неизбежно затронут Россию. Особое внимание уделено социальным и экономическим проблемам, которые могут быть вызваны или значительно усилены изменениями климата, прежде всего нехваткой воды и болезнями.

Доклад призван показать, что изменение климата уже оказывает значительное негативное воздействие на Россию и сопредельные страны, а прогноз, увы, неутешителен. Только принятие незамедлительных мер по снижению выбросов парниковых газов совместно с помощью природы и наиболее уязвимым слоям населения адаптироваться к новым условиям позволит избежать катастрофических последствий.

ОХФАМ работает совместно с другими организациями и частными лицами, чтобы преодолеть бедность и уменьшить страдания людей. ОХФАМ GB решил поддержать эту работу как часть всей деятельности по достижению поставленной цели. WWF ставит своей целью прекратить деградацию естественной среды планеты для достижения гармонии человека и природы.

Если нет прямого указания на позицию ОХФАМ GB или WWF России, то взгляды и мнения, выраженные в том или ином разделе данного доклада, принадлежат исключительно их авторам, и ни они, ни доклад в целом не обязательно отражают позицию ОХФАМ GB или WWF России.

Данный отчет был подготовлен ОХФАМ GB и WWF России. Издание отчета большим тиражом стало возможно благодаря поддержке Посольства Великобритании в России.

Распространяется бесплатно

Литературный редактор: Калиничева Ю. В., WWF России

Перевод материалов и подготовка доклада на английском языке: Бородина Анна, ОХФАМ

Дизайн и верстка: ARTCODEX

ISBN: 978-5-91397-006-0

Тираж: 5000 экз

Фото на обложке: © Олег Анисимов, © WWF России / Владимир Сертун, © РАДИЦА.RU, © WWF-CANON / ADAM OSWELL, © PRO NATURA ZENTRUM ALETSCHE/LAUDO ALBRECHT, © WWF России / Владимир Сертун

© WWF России, 2008

© ОХФАМ GB, 2008

Москва, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие (Н. Коллофф, И. Е. Честин)	4
Глава 1. Причины и прогнозы изменения климата (А. С. Гинзбург, А. О. Кокорин)	5
Глава 2. Воздействие на природу	12
2.1. Рост числа и силы экстремальных явлений (А. О. Кокорин)	12
2.2. Водные ресурсы (А. О. Кокорин)	15
2.3. Изменения в Арктике (О. А. Анисимов, А. О. Кокорин)	18
2.4. Изменения вечной мерзлоты (О. А. Анисимов, А. О. Кокорин)	22
Глава 3. Воздействие на экономику	26
3.1. Влияние на экономику и энергетику (И. Г. Грицевич)	26
3.2. Влияние на сельское хозяйство (А. В. Стеценко)	30
Глава 4. Социальные последствия изменения климата	36
4.1. Энергетическая бедность (А. О. Кокорин, Д. Макграф, А. Хилл)	37
4.2. Воздействие на здоровье, региональные особенности и социальные последствия (Б. А. Ревич)	37
4.3. Экстремальные погодные явления и их социальные последствия (Б. А. Ревич)	40
4.4. Изменение климата как фактор риска развития инфекционных заболеваний (Б. А. Ревич)	43
4.5. Проблемы изменения условий жизни и вынужденной миграции (А. О. Кокорин, Д. Макграф, А. Хилл)	47
Глава 5. Пути решения проблемы (А. О. Кокорин, И. Е. Честин)	54
5.1. Резюме	54
5.2. Рекомендации	59
Список сайтов по теме «Энергетика и климат»	62

ПРЕДИСЛОВИЕ

2007 год надолго останется в истории человечества как год осознания важности и срочности решения проблемы изменения климата. Новые факты и явления разбудили широкую публику и заставили политиков всерьез обсуждать проблемы климата. Впервые, в последние годы существенно участились экстремальные метеорологические явления и невиданные доселе удары погоды: тайфун «Катрина», разрушивший Нью-Орлеан, почти ежегодные волны жары и наводнения в Европе, Индии, Америке. С каждым годом становится все более очевидно, что это уже не случайность. Во-вторых, ученые завершили ряд серьезных климатических исследований и представили их результаты в виде четких выводов.

Сейчас твердо установлено, что с вероятностью не менее 90 % происходящие в последние десятилетия изменения климата вызваны антропогенным усилением парникового эффекта. Это усиление, главным образом, обусловлено выбросами парниковых газов при сжигании угля, нефти и газа, сведением лесов. Мировое научное сообщество уверено, что опасность изменения климата не в 1–2 °С глобального потепления, а, скорее, в том, насколько в различных регионах мира погода становится более неустойчивой, насколько чаще появляются экстремальные климатические явления. «Единички» средних градусов лишь условный индикатор, но его очень важно удерживать ниже 2 °С по отношению к началу XX века. Другой вывод – для решения проблемы надо резко снизить выбросы парниковых газов существенно больше, чем в 2 раза к середине нынешнего века.

Главная цель данного доклада – показать читателю, что проблема изменения климата и ее последствия – это «здесь и сейчас», а не в будущем и на другом континенте. Глобальное изменение климата делает необходимым рассматривать ситуацию в одной стране в тесной взаимосвязи с положением ее соседей и ситуацией в мире целом. В докладе основное внимание уделено последствиям изменения климата для природы и человека в России. Однако особенностью данной работы является со-

вместное с Россией рассмотрение сопредельных стран Центральной Азии, Монголии, части Китая, где изменения климата и их последствия ожидаются столь сильными, что неизбежно затронут и Россию. Особое внимание уделено социальным и экономическим проблемам, которые могут быть вызваны или значительно усилены изменениями климата, прежде всего нехваткой воды и болезнями.

Наша помощь нужна прежде всего наиболее слабым и уязвимым регионам и экосистемам. От последствий изменения климата больше всего страдают, с одной стороны, бедные слои населения, пожилые люди, дети, а с другой – редкие виды животных и растений. Если наша помощь не придет вовремя, многие виды просто исчезнут, а тяжелые условия жизни вынудят миллионы людей покинуть родные места.

Поэтому не случайно, что WWF и Oxfam, как крупные международные организации, занимающиеся охраной природы и социальными вопросами бедности и болезней, активно включились в решение проблемы изменения климата. WWF начал специальную программу по энергетике, а в 2007 году был выпущен доклад «Решение проблемы изменения климата. Взгляд WWF на 2050 год», где показано, что человечество может решить проблему и избежать катастрофических последствий, но действовать надо решительно и немедленно. Oxfam ведет массу проектов, прямо связанных с помощью людям в преодолении последствий изменения климата.

WWF России и Oxfam выражают благодарность всем авторам данного доклада, которым удалось в научно строгой, простой и наглядной форме изложить непростые вопросы изменения климата, его причин и последствий. Хотелось бы также выразить благодарность всем, кто дал ценные замечания и советы в процессе подготовки доклада, прежде всего члену-корреспонденту РАН В. И. Данилову-Данильяну, д.ф.-м.н. О. Д. Сиротенко и д.ф.-м.н. С. М. Семенову, всем кто помог в сжатые сроки подготовить данное издание на русском языке и его электронную версию на английском языке.

Игорь Честин
директор WWF России

Коллофф Николас
директор Oxfam

1. ПРИЧИНЫ И ПРОГНОЗЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Тот необычный факт, что в октябре 2007 года Нобелевская премия мира присуждена Межправительственной группе экспертов по изменению климата (МГЭИК), состоящей из нескольких тысяч ученых, и Альберту Гору – популяризатору и автору фильма про антропогенное изменение климата, свидетельствует о двух вещах. Во-первых, человечество столкнулось с новой и необычной проблемой – глобальным антропогенным изменением климата, а во-вторых, очень сложно наглядно и убедительно показать людям, что это именно так. Примечательно, что премия дана не за сами исследования климатической системы (тогда бы это была премия по физике), а за успех в донесении этих знаний до всего человечества. МГЭИК в 2007 году выпустила основополагающий научный «Четвертый оценочный доклад», где в трех объемистых томах неопровержимо доказывается, от чего сейчас меняется климат. Конечно, там не забыто изменение климата других временных масштабов: десятков, сотен тысяч и миллионов лет, но главное внимание уделено причинам и последствиям того, что происходило в последние полвека и что будет в XXI веке¹.

Вывод ученых: «С вероятностью не менее 90 % происходящие в последние десятилетия изменения климата вызваны антропогенным усилением парникового эффекта, обусловленным выбросами парниковых газов и сведением лесов». Чтобы избежать катастрофических последствий изменения климата, необходимо к середине XXI века в 2 раза снизить суммарные выбросы CO₂, метана, закиси азота и других парниковых газов.

Изменения климата неоднократно наблюдались в прошлом. Например, в период средневекового потепления Гренландию называли зеленой землей, а в Англии выращивали виноград. Почему же потепление последних десятилетий вызывает такую тревогу? **Причина – в невиданном взлете концентрации CO₂ и метана, который сигнализирует о том, что ожидается рост температуры.** Такого



роста и таких концентраций никогда не было в истории человечества. Что же касается температуры, за всю историю прямых инструментальных наблюдений (более четырех веков) никогда не было столь длительного и сильного потепления, охватывающего все континенты и океаны².

Парниковый эффект давно известен³. Солнце греет Землю, причем половина солнечного излучения поглощается земной поверхностью, 20 % – атмосферой, а 30 % отражается в космос. Нагретая Солнцем поверхность Земли испускает тепловое (инфракрасное) излучение, большая часть которого поглощается атмосферой – тем сильнее, чем больше в ней парниковых газов (водяной пар, CO₂, метан и др.). Таким образом рост содержания этих газов усиливает парниковый эффект атмосферы, выполняя роль своеобразной полиэтиленовой пленки.

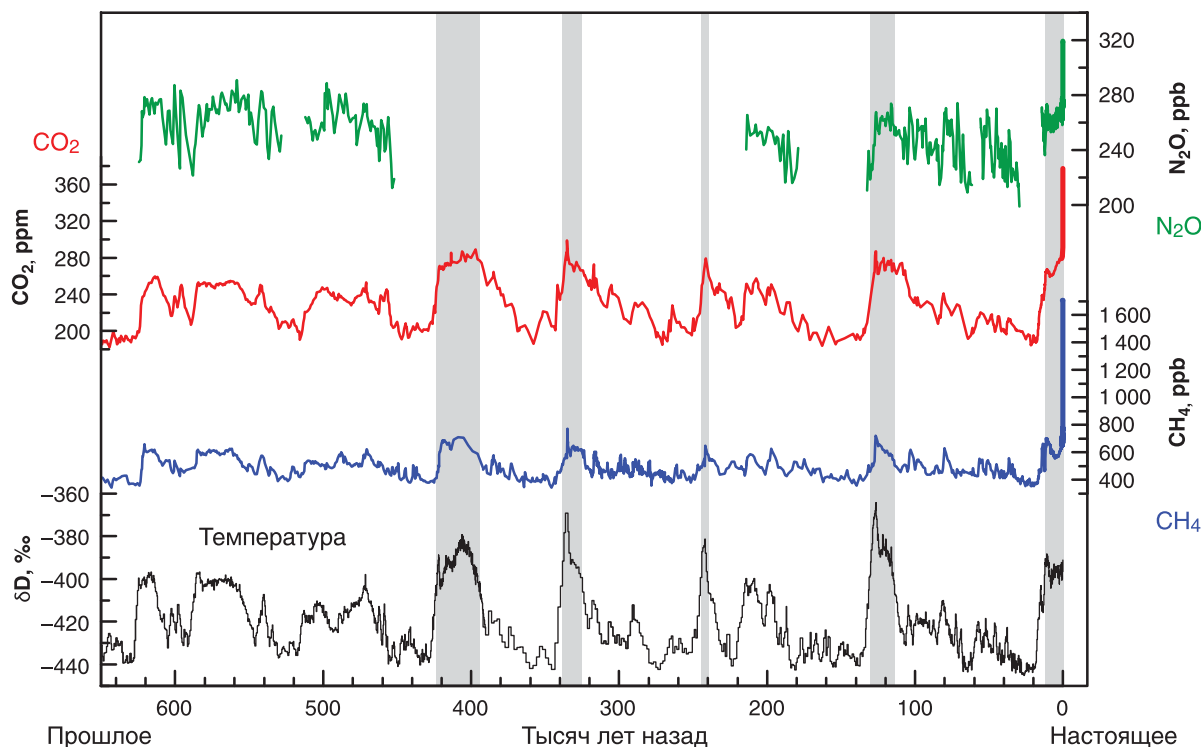
Еще в 1827 году это описал французский ученый Фурье. В конце XIX века шведский ученый Аррениус пришел к выводу, что концентрация CO₂ в атмосфере меняется из-за сжигания угля, и это приводит к потеплению климата. 1957 год был объявлен Международным геофизическим годом, и наблюдения в то время показали, что идет значительный рост концентрации CO₂ в атмосфере.

² Данные об изменении климата – на сайте Всемирной метеорологической организации www.wmo.ch; экологической программы ООН (ЮНЕП) www.unep.org; Гидрометцентра РФ www.meteoinfo.ru

³ Будыко М. И., Ронов А. Б., Яншин А. Л. История атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985.

¹ IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, Working Group 1, 2 and 3. www.ipcc.ch

Изменение температуры и концентраций парниковых газов за последние 650 тысяч лет



Последние пять теплых межледниковых периодов показаны серыми полосами.

Изменение температуры представлено по косвенным данным через концентрацию дейтерия. Изменение с -440 до -400 ‰ соответствует радиационному прогреву атмосферы на 3 Вт/м^2 , или примерно на 10°C .

Climate change and trace gases. James Hansen, Makiko Sato, Pushker Kharecha, Gary Russell, David W. Lea and Mark Siddall. Phil. Trans. R. Soc. A. (2007) 365, 1925–1954.

Источник: IPCC Fourth Assessment Report, vol. 1, 2007, TS, p. 24.

Без парникового эффекта средняя температура приземного воздуха была бы -19°C , а с ним в начале XX века она составляла $13,5^\circ\text{C}$ (сейчас она увеличилась до $14,2^\circ\text{C}$). В целом парниковый эффект усилился всего на 2 %. Проблема в том, что ожидается его дальнейшее усиление. Изменение концентрации CO₂ однозначно связывается со сжиганием угля, нефтепродуктов и газа, сведением лесов, а эти процессы продолжаются⁴.

Бурение и анализ проб льда, образовавшегося десятки и сотни тысяч лет назад, анализ донных отложений и т. п. показывает, что современный климат движется от одного ледникового периода к другому. Это объясняется общепризнанной теорией, разработанной в первой половине XX столетия югославским ученым Миланковичем. Движение Земли вокруг Солнца происходит по слабоэллиптической орбите и «возмущается» Луной и другими планетами Солнечной системы, постоянно меняю-

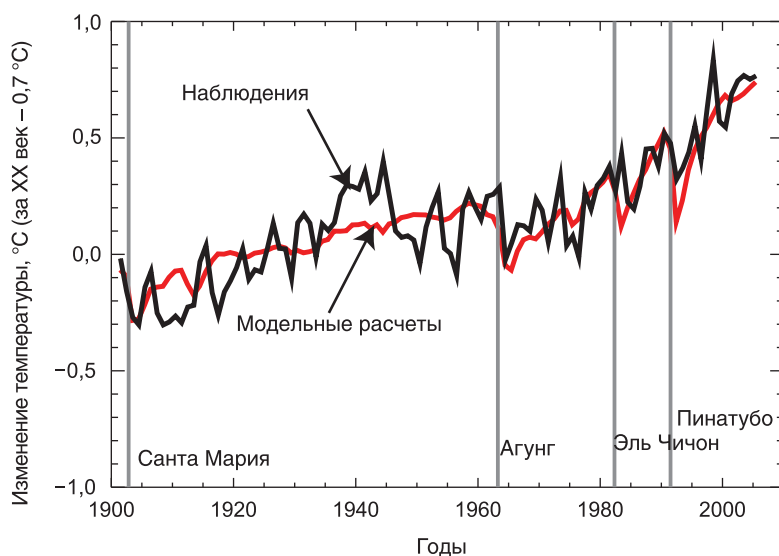
щими свое взаимное расположение. В итоге меняется количество тепла, поступающего в разные сезоны к различным широтным зонам, что играет роль спускового крючка. Чем больше на полюсах белых льдов и снега, тем они сильнее отражают солнечную радиацию, там становится еще холоднее, оледенение расширяется и т. д. Настоящее время в климатическом отношении – это очередное межледниковье, которое началось 9–10 тысяч лет назад. Нужно только учитывать, что это очень медленные процессы, которые влияют на изменение климата гораздо слабее, чем антропогенное усиление парникового эффекта⁵.

На этом палеоклиматическом фоне *антропогенный химический толчок* по атмосфере (очень краткосрочное воздействие) действует в сочетании с широким спектром естественных причин. Ученые детально исследовали все возможные причины. Некоторые из них, в частности извержение вулканов, влияют на климат очень существенно, но краткосрочно.

4 IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, Working Group 1, 2 and 3. www.ipcc.ch

5 Там же.

Рост температуры приземного слоя атмосферы Земли в 1900 – 2005 годах



Каждое извержение с забросом большого количества аэрозольных частиц в стратосферу на 1–3 года охлаждает Землю, но потом потепление возвращается. Модели способны описывать всю совокупность действия антропогенных и естественных факторов, что делает их пригодным для сценарного прогноза.

Источник: IPCC Fourth Assessment Report, vol. 1, 2007, TS, p. 62; обсуждение проблемы учеными из Института космических исследований им. Годдарда на сайте www.realclimate.org

Прямое загрязнение атмосферы аэрозольными частицами «затеняет» Землю, поэтому его называют глобальным потускнением, или *global dimming*. Косвенный эффект — влияние аэрозолей на облака: капельки становятся мельче, облака темнее, они дольше находятся в атмосфере, меняется альbedo (отражающая способность) облачного покрова Земли. Количественно абсолютно все мыслимые эффекты были рассмотрены в последнем докладе МГЭИК. Показано, что прямое потускнение охлаждает на $0,5 \text{ Вт/м}^2$, а косвенное — на $0,7 \text{ Вт/м}^2$. При этом рост концентраций парниковых газов нагревает на $2,6 \text{ Вт/м}^2$, а результирующий эффект составляет $1,6 \text{ Вт/м}^2$. Человечество хочет дышать более чистым воздухом и предпринимает массу мер, чтобы снизить загрязнение и вред для здоровья людей. То есть глобальное потускнение снизится и прекратит частично компенсировать глобальное потепление, из-за чего общий эффект будет сильнее. Это уже заложено в прогнозы и не воспринимается как какое-то катастрофическое открытие, мешающее снижению выбросов парниковых газов. Человечество может жить и с чистым воздухом, и в хорошем климате.

Светимость Солнца была на максимуме и сейчас снижается, но, учитывая эффект «перегретой сковородки», которая достигает наибольшей температуры в конце нагрева, пик приходится на конец XX — начало XXI века⁶. Количественно это существенный эффект, но значительно более слабый,

чем вызванное человеком усиление парникового эффекта⁷. Усиление солнечной радиации привело к прогреву на $0,06–0,3 \text{ Вт/м}^2$, а антропогенные факторы в целом — на $0,6–2,4 \text{ Вт/м}^2$. Поэтому ожидаемое в ближайшие годы снижение светимости Солнца не окажет на наблюдаемое изменение климата большого влияния.

Озон, вопреки встречающейся в СМИ информации, оказывает относительно небольшое влияние на климат. А эффект озоновой дыры — резкого снижения концентрации стратосферного озона над Антарктидой приводит к опасному увеличению потока жесткой ультрафиолетовой радиации в окрестностях дыры, но на климат планеты в целом практически не влияет⁸.

Температура океана растет медленно, но даже $1,0–1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ оказывается достаточно для обесцвечивания кораллов и серьезного ущерба для отдельных видов рыб. Температура может существенно влиять на всю пищевую цепочку: фито- и зоопланктон, креветок, мелкую рыбу. С 1950 по 1980 год вылов сельди в Северном море сократился более чем в 10 раз из-за наложения избыточного вылова на изменение температуры⁹.

К концу XXI века, по оценкам МГЭИК, уровень океана может подняться на 30–45 см, при этом наи-

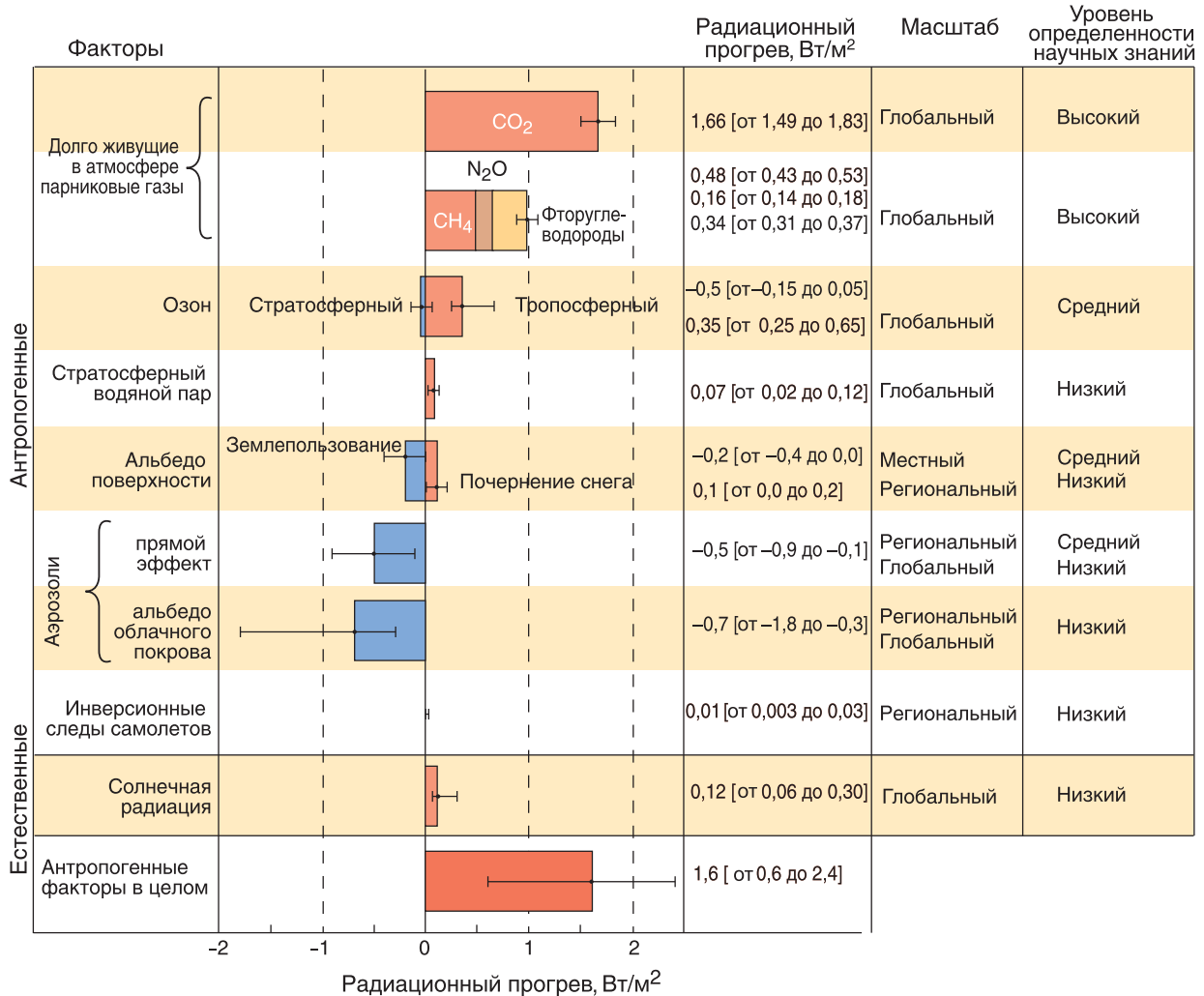
⁶ Главная астрономическая обсерватория РАН, заведующий лабораторией космических исследований Хабибулло Абдусаматов <http://lenta.ru/news/2007/05/30/sun/>

⁷ IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, Working Group 1, 2 and 3. www.ipcc.ch

⁸ Там же.

⁹ ACIA, 2004. Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press. www.acia.uaf.edu/; IPCC Fourth Assessment Report, vol. 2, 2007. www.ipcc.ch/; The Bering Sea Ecoregion. www.panda.org

Вклад различных естественных и антропогенных факторов в радиационный прогрев атмосферы



большой вклад даст тепловое расширение верхнего слоя толщиной около 800 м¹⁰. Согласно последним работам, уровень океана поднимется сильнее. На это указывают как палеоклиматические данные, так и то, что ледники не столько тают, сколько разрушаются, что убыстряет процесс¹¹.

Мировой океан – главный естественный регулятор антропогенного изменения климата. Поглощение углекислого газа океаном – достаточно сложный процесс. CO₂ не только растворяется в воде, но и переходит в ионные формы HCO₃⁻ и CO₃²⁻, баланс между которыми зависит от температуры, кислотности вод и ряда других факторов. Все это непосредственно связано с жизнью морской биоты. Увеличение кис-

лотности (pH) поверхностного слоя океана уже составляет порядка 0,02 pH за десятилетие и связывается с поглощением океаном CO₂. При снижении pH и повышении температуры снижается буферная емкость океана как поглотителя CO₂ и, соответственно, скорость поглощения¹². Ученые активно исследуют эти процессы, но пока неизвестно, как поведет себя океан, если концентрация CO₂ в атмосфере будет расти. Усилится ли поглощение или, наоборот, станет меньше, что гораздо опаснее и может привести к более быстрому изменению климата?

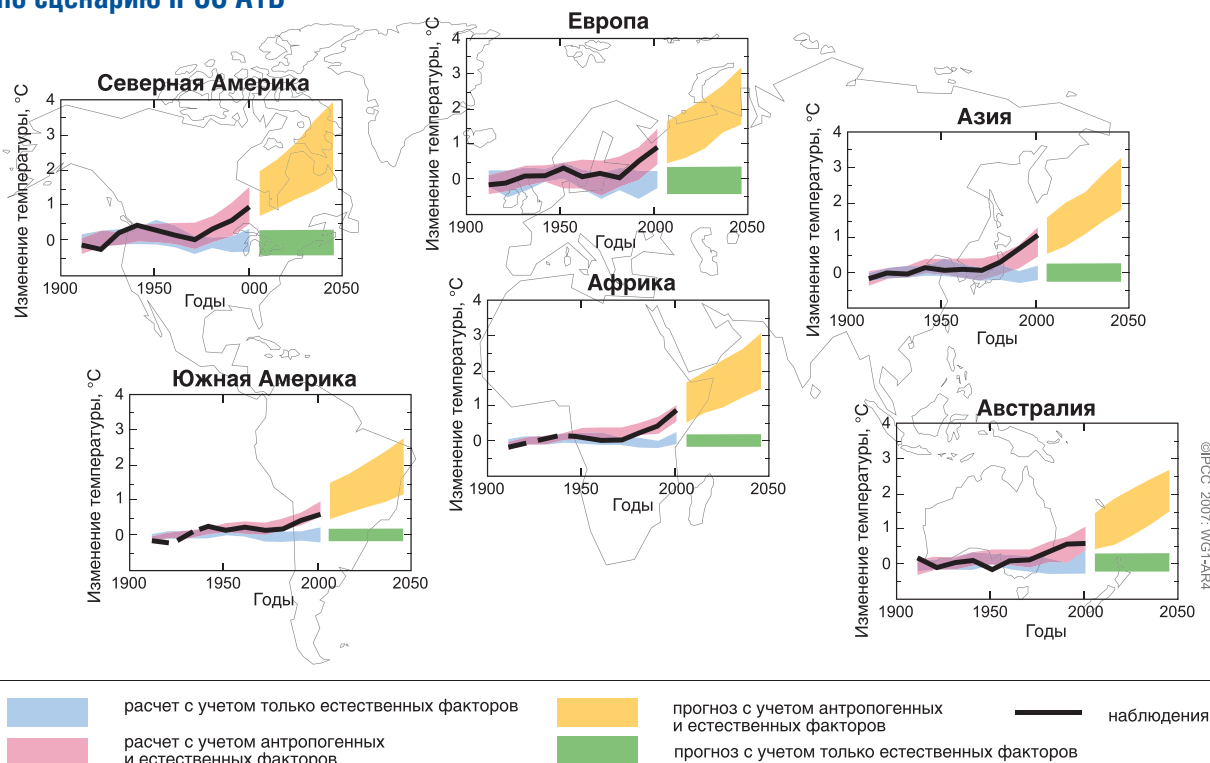
Очень важно предсказать резкие изменения, выявить «спусковые крючки». Наиболее обсуждаемый в прессе теоретически возможный эффект – ослабление Гольфстрима и Северо-Атлантического течения. Это может произойти при ослаблении всего океан-

10 IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, Working Group 1, 2 and 3. www.ipcc.ch

11 Hansen J., Sato M., Kharecha P., Russell G., Lea D. W., and M. Siddall. Climate change and trace gases. Phil. Trans. R. Soc. A (2007) 365, 1925–1954. doi: 10.1098/rsta.2007.2052.

12 IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, vol. 1, Technical Summary. www.ipcc.ch

Прогноз изменения среднегодовой температуры до 2050 года в различных регионах по сценарию IPCC A1B



Источник: IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, vol. 1. Technical Summary, page 75. www.ipcc.ch

ского глобального «конвейера» течений или же, потенциально, в результате потепления и опреснения Северного Ледовитого океана. При таянии арктических льдов и большем стоке сибирских рек океанские воды станут более теплыми и менее солеными, а значит, относительно легкими. Некоторые модельные расчеты говорят, что вероятность ослабления Гольфстрима может в XXII веке достичь 25–50 % и прямо зависеть от величины глобального потепления в целом. Такой эффект может повлечь значительное понижение средней температуры в Великобритании и Скандинавии. Конечно, этот вопрос еще не полностью изучен, и ведутся активные исследования¹³.

В России за XX век среднегодовая температура приземного слоя воздуха выросла на 1 °C, что на 0,3 °C больше, чем рост средней глобальной температуры Земли. За 1990–2000 годы температура возросла на рекордные 0,4 °C¹⁴. В среднем вековой

рост температуры слабее: в частности, в первые годы XXI века в среднем по России температура не менялась. Зато в последние годы было побито немало местных рекордов¹⁵, которые совсем не благоприятно повлияли на самочувствие и здоровье людей (см. раздел 4). Сильнее всего изменения климата проявляются в Арктике, поэтому более детальные данные по России представлены в разделе ниже, где обсуждаются проблемы арктических регионов (см. разделы 2.3–2.4).

В сопредельных с Россией странах в целом наблюдались те же тенденции. В Монголии за последние 60 лет температура выросла на 1,8 °C¹⁶. В Северо-западном Китае с 1961 по 2000 год среднегодовая температура увеличилась на 0,7 °C¹⁷. В регионах Центральной Азии среднее увеличение

рации на период до 2010–2015 годов и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. – 28 с.

¹⁵ Данные об изменении климата на сайте Гидрометцентра РФ www.meteoinfo.ru

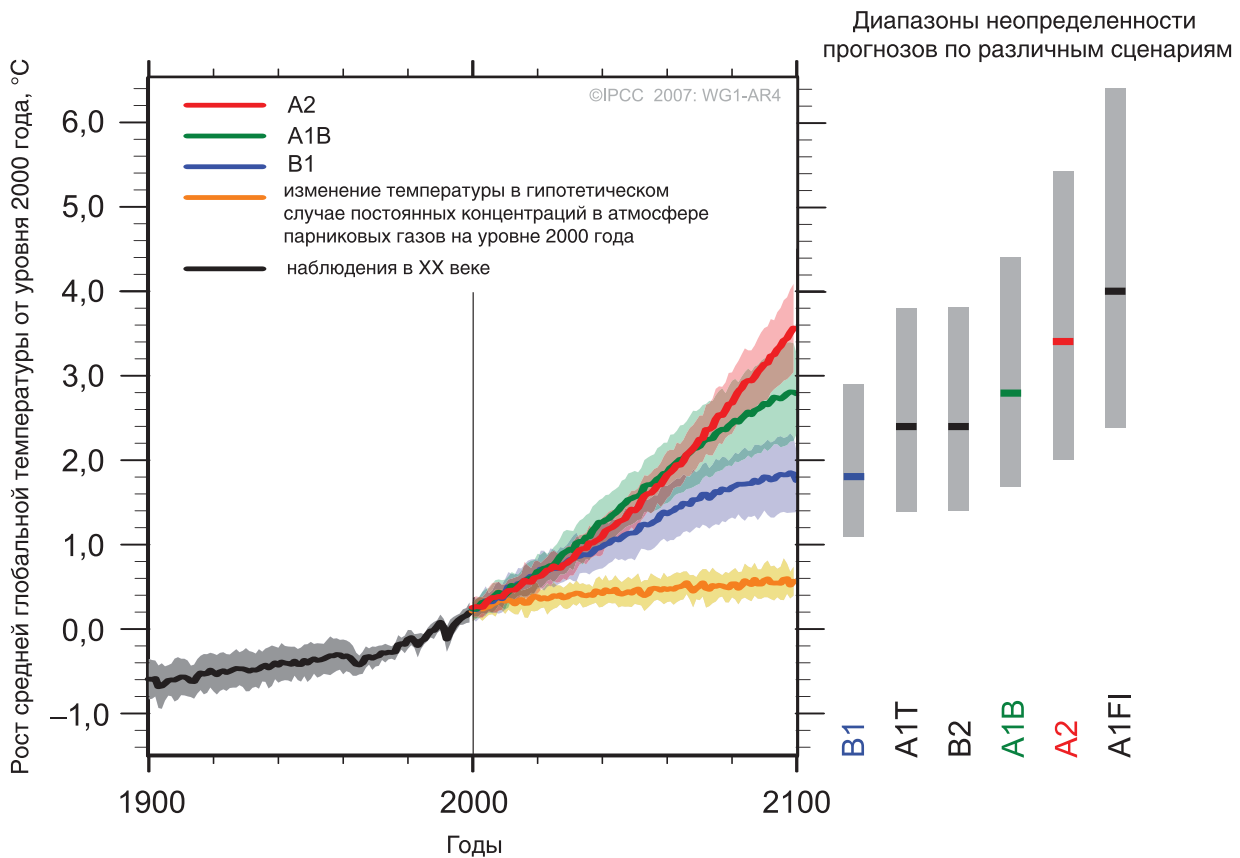
¹⁶ Batima P., L. Natsagdorj, P. Gombluudev and B. Erdenetsetseg, 2005: Observed climate change in Mongolia. AIACC Working Paper, 13, 25 pp.

¹⁷ Shi, Y. F., Y. P. Shen and R. J. Hu, 2002: Preliminary study on signal, impact and foreground of climatic shift from warm-dry to warm-humid in Northwest China. Journal of Glaciology and Geocryology, 24, 219–226.

¹³ Schlesinger M., J. Yun, G. Yohe, N. Andronova, S. Malyshev and B. Li. Assessing of Risk of Collapse of the Atlantic Thermohaline Circulation. In: Avoiding Dangerous Climate Change, 2006 H. J. Schellnhuber, W. Cramer, N. Nakicenovic, T. Wigley, G. Yohe (eds.). Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 37–48.

¹⁴ Стратегический прогноз изменений климата Российской Феде-

Различные сценарии антропогенных выбросов парниковых газов и рост средней глобальной температуры Земли в XXI веке



температуры за XX век составило 1–2 °C. Однако в основном на природу и человека влияет не собственно рост температуры, а опасные гидрометеорологические явления и растущий дефицит водных ресурсов (см. разделы 2.1–2.2).

Прогноз изменения климата – значительно более сложная задача, чем прогноз погоды на ближайшие дни. Здесь, как и в прогнозе погоды, есть то, что рассчитывается достаточно надежно (например погода на 2–3 дня), и то, что приблизительно предсказывается по народным приметам или опыту прошлых лет. Прогнозирование на тысячелетия (в частности наступления нового ледникового периода) – это надежный астрономический прогноз. Что касается ближайших десятков лет, то тут модели уже научились рассчитывать среднюю температуру воздуха в приземном слое атмосферы в зависимости от концентрации в атмосфере парниковых газов – фактически от того, сколько человечество выбросит CO₂. С помощью моделей можно описать ход температуры Земли в период от доиндустриальной эпохи до наших дней. А значит, мы располагаем весьма надежным инструментом для прогноза на будущее.

Расчеты на будущее (в частности, до 2100 года) показывают, что радиационный прогрев атмосферы (в Вт/м²) будет в основном определяться антропогенным усилением парникового эффекта. Роль естественных факторов в масштабе одного столетия будет относительно невелика. Поэтому упрощенно модельные расчеты можно представить как три шага. Сначала делаются прогнозы выбросов CO₂ (а также других газов и аэрозолей). Потом рассчитываются концентрации CO₂ и других газов и аэрозолей в атмосфере. На третьем, самом сложном, этапе с помощью моделей общей циркуляции атмосферы и океана год за годом воспроизводится будущее: температура, количество осадков, состояние снежного покрова и т. п.

Несколько хуже модели умеют описывать региональные и сезонные тренды температуры, еще хуже – изменения режима осадков. Модели пока не умеют предсказывать рост частоты и силы аномальных погодных явлений, таких как засухи, наводнения, тайфуны и т. п.¹⁸ Здесь экологи и экономисты

¹⁸ Рассмотрение возможностей моделей см., в частности, в IPCC,

пока больше опираются на аналоговые логические соображения. Например, при относительно небольшом увеличении средней температуры число аномальных явлений будет расти пропорционально – по зависимости, близкой к линейной. Тогда если в XX веке изменение температуры составило 0,7 °С, а в XXI веке – в 5 раз больше, то и аномальных явлений можно ожидать в 5 раз больше. Заметим, что увеличение средней температуры, например, на 2 °С означает ее рост в ряде регионов на 5 °С и более. Причем особенно сильные изменения ожидаются в полярных районах.

При рассмотрении прогнозов на будущее принципиально важно, какой выбран сценарий выбросов парниковых газов в атмосферу. Выше на рисунке был использован наиболее популярный у экономистов сценарий IPCC A1B¹⁹. Но это далеко не единственная возможность.

На ближайшие два десятилетия все сценарии дают практически одинаковый рост средней глобальной температуры на 0,2 °С за 10 лет. Даже если предположить, что выбросы немедленно остановлены таким образом, что концентрация парниковых газов в атмосфере более не растет, потепление продолжится и составит за XXI век 0,6 °С.

Сценарий A1 предполагает быстрый глобальный экономический рост с активным внедрением новых технологий и достижением максимума численности населения планеты к середине XXI века с последующим ее снижением. При этом есть наименее «климатически дружелюбный» вариант A1F1, когда «безгранично» сжигается уголь, газ и нефтепродукты. Есть самый экологичный вариант A1T с преимущественным развитием энергетики, основанной не на ископаемом топливе, и сбалансированный вариант A1B. Сценарий A2 предполагает, что мировое сообщество не способно объединить усилия по снижению выбросов парниковых газов, каждая крупная страна или регион развиваются в отрыве от общих усилий. Не удастся стабилизировать численность населения планеты. Более того, в A2 предполагается, что снижение поглощения CO₂ океаном к 2100 году усиливает глобальное потепление на 1 °С.

Сценарий B1, наоборот, описывает максимально скоординированные усилия мирового сообщества. Рост численности населения стабилизируется в середине века. Максимально внедряются энергоэффективные технологии с низкими выбросами CO₂ или без выбросов. Сценарий B2 – те же меры реализуются при росте численности населения в мире в целом.

В худшем случае рост средней температуры составит до 6 °С, а в отдельных регионах, в частности в Арктике, до 10–15 °С. Это означает кардинальное изменение климата и почти наверняка многократное увеличение частоты и силы неблагоприятных погодных явлений. Во всяком случае последний доклад МГЭИК оценивает рост неблагоприятных явлений как очень вероятный эффект.

К обсуждению сценариев и возможностей целесообразно вернуться в заключении данного доклада (см. раздел 5), после того как будут рассмотрены воздействия изменения климата на природу, экономику, социальные проблемы и здоровье людей.

2007, Fourth Assessment Report, vol. 1. www.ipcc.ch

¹⁹ Этот сценарий используется как базовый в ряде докладов и энергетических сценариев Международного энергетического агентства, www.iea.org; он же принят за базовый в докладе The WWF Climate Solutions. WWF's Vision for 2050. – WWF Intl, 2007. На англ. языке <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/220/>

2. ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИРОДУ

Глобальное изменение климата – это не плавное потепление, а прежде всего разбаланс – сильная раскачка всей климатической системы на фоне относительно медленного роста средней температуры. По данным метеорологической обсерватории МГУ, среднее изменение температуры приземного слоя воздуха в 1991–2000 годах по сравнению 1901–1910 годами в среднем в январе составило +3,7 °С, в апреле – +3,4 °С, в июле – +1,3 °С, в октябре – +2,0 °С. Однако на фоне 2–3-градусного среднего изменения мы видим колебания в 3–5 раз более сильные. Когда в новый 2007 год в Москве было на 10–15 °С выше нормы, в Ташкенте морозы достигали –15 °С, а когда в конце мая в Москве было очень жарко, в Женеве температура опускалась до +4 °С. Общеизвестны трагические последствия жары в Европе в 2003 году, ливневых дождей в Индии в 2005 году и т. д. Ученых такая ситуация не удивляет, она укладывается в «теорию и практику» антропогенного изменения климата¹.

Как показано в первом разделе данной главы, число опасных погодных явлений и связанных с этим рисков растет. При этом именно нехватка пресной воды для нескольких миллиардов человек может стать острой глобальной проблемой. Поэтому второй раздел посвящен водным ресурсам России и стран Центральной Азии, традиционно страдающих от дефицита воды. В третьем разделе специально рассматриваются проблемы Арктики и деградации вечной мерзлоты, занимающей около 60 % территории нашей страны. Именно там влияние изменений климата на природу России проявляется сильнее всего.

2.1. Рост числа и силы экстремальных явлений

Разбалансированность климатической системы проявляется в росте числа и силы всех опасных гидрометеорологических явлений (ОГЯ): наводнений и засух, волн жары и резких заморозков, шквальных ветров, сильных снегопадов и т. п. Данные наблюдений свидетельствуют о том, что на террито-



© WWF РОССИИ / ВИКТОР НИКИФОРОВ

рии России число ОГЯ каждый год растет на 6,3 %, и теперь они происходят практически каждый день², а не раз в два дня, как это было 15 лет назад. Особенно много ОГЯ произошло в 2006 и 2007 годах: 387 и 436 случаев соответственно.³ По оценке Всемирного банка, ежегодный ущерб от различных гидрометеорологических явлений, в число которых входят и последствия изменения климата, в нашей стране уже составляет 30–60 млрд рублей.

Больше всего ОГЯ (70 % явлений, которые нанесли большой ущерб) приходится на период с апреля по октябрь. На этот же период приходится и самый рост их частоты. Однако важно подчеркнуть, что одновременно идет рост и числа зимних ОГЯ. Это еще одно свидетельство того, что изменение климата – прежде всего нарушение устойчивости, а не «мягкое» потепление.

Более трети ОГЯ составляют очень сильные ветры, ураганы, шквалы и смерчи. Они же наносят и самый большой ущерб, так как развиваются очень быстро и неожиданно, их почти невозможно прогнозировать и, соответственно, к ним трудно заранее подготовиться.

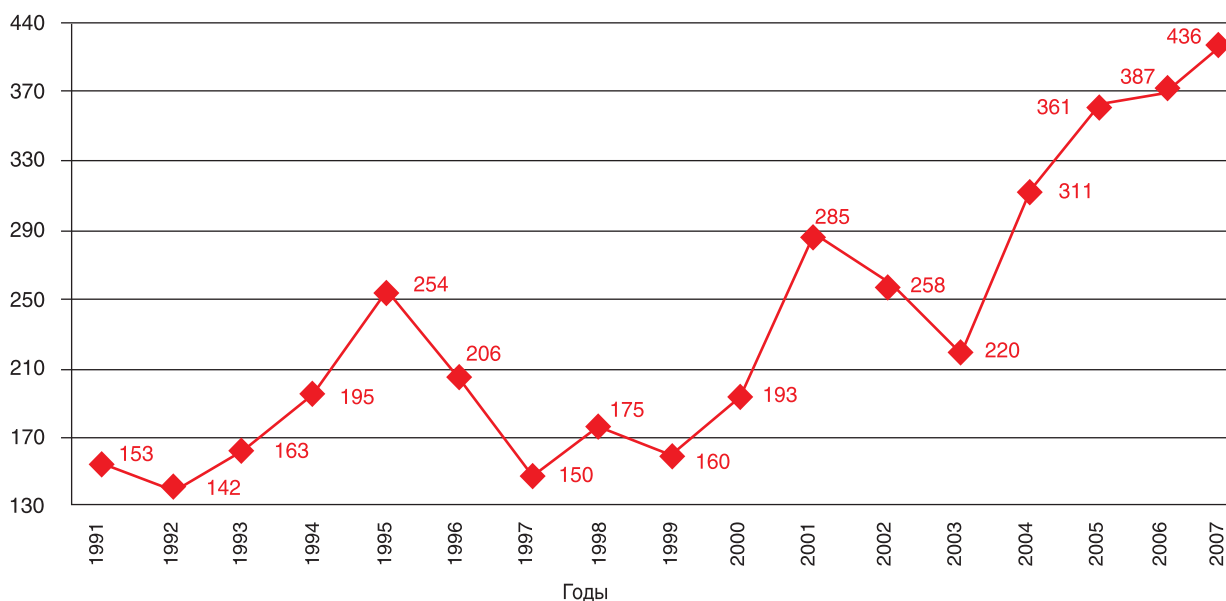
В России, как и во многих других странах, стали чаще случаться паводки и наводнения, превра-

² Здесь и далее в данном разделе используются Материалы к Стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 годов и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. – 90 с.

³ Выступление Руководителя Росгидромета А. И. Бедрицкого 6 февраля 2008 г. www.rian.ru/elements/20080206/98497614.html см. также Доклад об особенностях климата на территории РФ, Росгидромет, Москва, 2008, – 35 с.

¹ IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, vol. 1 Technical Summary, page 53. www.ipcc.ch

Рост суммарного числа случаев опасных гидрометеорологических явлений за 1991–2005 годы



щающиеся в стихийные бедствия и приводящие к тяжелым последствиям. На них приходится более 50 % экономических потерь от всех ОГЯ. Затопление в 2001 году во время паводка Ленска в Якутии стало национальной трагедией. Город был практически смыт с лица Земли, пришлось в спешном порядке заново строить жилье для пострадавших и восстанавливать всю инфраструктуру. Более подробные данные об этой трагедии представлены в четвертой главе при рассмотрении социальных последствий изменения климата. Для многих городов и регионов России характерна повторяемость частичных затоплений один раз в 8–12 лет, а в Барнауле, Бийске, Орске, Уфе и ряде других

городов частичное затопление бывает один раз в 2–3 года.

В северных районах, где ситуация осложняется заторами льда, продолжительность весеннего затопления к 2015 году может возрасти в 2 раза: с нынешних 12 до 24 суток. К этим районам относятся центральные и северные регионы европейской территории России, Восточной Сибири, северо-восток азиатской части страны.

В южных регионах с высокими уровнями весеннего и весенне-летнего половодья (в предгорьях Урала и Алтая, на юге Западной Сибири) в отдельные годы расход воды будет превышать среднегодовой максимальный показатель в 5 раз.

Количество опасных гидрометеорологических явлений в России в 2006 и 2007 гг.

	2006	2007
Сильный ветер, смерч, сильные метели	75	117
Очень сильные осадки (дождь, снег), продолжительные сильные дожди, крупный град	84	94
Гололедные явления, налипание мокрого снега, туман	4	20
Сильный мороз, сильная жара	27	5
Снежные лавины, сели	20	24
Агрометеорологические явления (заморозки, засухи, суховеи и др.)	47	51
Повышение (понижение) уровня воды в реках выше (ниже), опасных отметок	50	33
Чрезвычайная пожарная опасность	13	24
Сочетание двух и более опасных явлений	67	68
ВСЕГО	387	436

Исследования, проведенные Росгидрометом, однозначно указывают, что усиление неустойчивости климатических условий и увеличение частоты и силы опасных, экстремальных явлений продолжатся.

За последние 15 лет рост числа опасных явлений, нанесших социальный и экономический ущерб, в теплый период года (апрель – октябрь) составил 9 явлений в год. Эта тенденция сохранится и в дальнейшем до 2015 года.

В густонаселенных регионах Северного Кавказа и бассейна реки Дон (Краснодарский и Ставропольский край, Ростовская, Астраханская и Волгоградская область) в настоящее время затопление поймы отмечается один раз в 5 лет, а один раз в 100 лет происходит сильное наводнение с семикратным превышением среднесезонных максимальных расходов воды. На 2015 год в этом регионе прогнозируется значительное увеличение частоты катастрофических наводнений в период весеннего и весенне-летнего половодья с нанесением большого ущерба.

На Дальнем Востоке и в Приморье в следующие 10 лет вероятно 2–3-кратное повышение частоты дождевых паводков.

В горных и предгорных районах Северного Кавказа, Западных и Восточных Саян в летний период увеличивается опасность дождевых паводков и селевых потоков, развитие оползневых процессов.

В связи с происходящими и прогнозируемыми климатическими изменениями в Санкт-Петербурге в ближайшие 5–10 лет резко возрастает вероятность наступления катастрофических наводнений с подъемом уровня воды более 3 м (такие наводнения наблюдались один раз в 100 лет; последнее отмечено в 1924 году). Необходимо в как можно более сжатые сроки достроить и ввести в действие комплекс по защите города от наводнений.

Несмотря на сложности прогнозирования, за последние 5 лет отмечается положительная тенденция роста оправдываемости – правильного прогноза опасных явлений, нанесших значительный экономический ущерб населению и экономике России. Совместные исследования Росгидромета и Всемирного банка показали, что к 2012 году в результате технического переоснащения Гидрометеорологической службы оправдываемость предупреждений об опасных явлениях возрастет до 90 %. Это, конечно, не только характеризует деятельность метеорологов с положительной стороны, но также говорит о

гораздо лучших, чем ранее, знаниях причин и механизмов работы климатической системы.

В сопредельных странах в целом наблюдаются аналогичные тренды. В Китае за последнее десятилетие увеличилась частота волн жары, частота высоких дневных и ночных температур, на много миллионов гектаров за последние годы возросла площадь земель, пострадавших от засухи и песчаных бурь.

В Монголии длительность периодов с сильной жарой за последние 40 лет увеличилась на 8–18 дней, в то же время продолжительность периодов с сильными холодами сократилась в среднем на 13 дней, значительно увеличилась частота и интенсивность засух, что уже приводило к большим потерям скота⁴.

Для мира в целом ориентировочная оценка потерь от изменения климата, где основную роль играют потери от более сильных и частых засух, наводнений и ураганов, была сделана в 2006 году в докладе группы Николаса Стерна «Экономика изменения климата». Ниже в качестве иллюстрации приводится сводная оценка наиболее масштабных воздействий на здоровье людей, сушу и окружающую среду (более подробные данные, относящиеся к водным ресурсам и продовольствию, рассмотрены ниже в главе 3, где обсуждается влияние изменений климата на сельское хозяйство).

2.2. Водные ресурсы

Как отмечалось выше, острой проблемой человечества может стать дефицит пресной воды. Парадоксальность ситуации в том, что среднее количество осадков по всему земному шару почти не меняется ни сейчас, ни в будущем, но усиливается неравномерность их выпадения как по регионам, так и по времени.

В регионах, где воды не хватает, растет ее дефицит, причем не только из-за роста численности населения, но и из-за меньшего количества воды. Там, где осадков много, их становится еще больше.

Однако самый сильный негативный эффект вызывает возросшая неравномерность выпадения осадков и/или стока рек во времени. Ливневые дожди сменяются периодом засухи, из-за таяния ледников

⁴ Batima, P., L. Natsagdorj, P. Gombluudev and B. Erdenetsetseg, 2005: Observed climate change in Mongolia. AIACC Working Paper, 13, 25 pp.

Сводная оценка наиболее масштабных воздействий на здоровье людей, сушу и окружающую среду, вызванных изменением климата на различное число градусов

(в настоящее время рост глобальной температуры достиг 0,75 °C от уровня начала XX века)

Рост средней глобальной температуры от уровня начала XX века	Здоровье	Суша	Окружающая среда
1 °C	Более 300 тысяч человек ежегодно умирают от болезней, вызванных изменением климата (диарея, малярия, недоедание)	Таяние вечной мерзлоты вызывает повреждение зданий и дорог в России, Канаде и на Аляске	Как минимум 10 % наземных видов животных и растений угрожает вымирание. 80 % коралловых рифов, включая Большой барьерный риф, обесцвечиваются
2 °C	В Африке 40–60 млн человек подвергаются риску заболеть малярией	До 10 млн человек ежегодно подвергаются риску наводнений	15–40 % видов наземных животных и растений угрожает вымирание. Резкое сокращение численности арктических видов, включая белого медведя и северного оленя
3 °C	В Африке до 80 млн человек подвергаются риску заболеть малярией. От 1 до 3 млн человек умирают от недоедания	До 170 млн человек ежегодно подвергаются риску наводнений	20–50 % наземных видов животных и растений угрожает вымирание. Начало исчезновения амазонских лесов
4 °C		До 300 млн человек ежегодно подвергаются риску наводнений	Постепенное исчезновение половины арктической тундры. Около половины особо охраняемых природных территорий всего мира не могут выполнять свои функции
5 °C	Небольшие острова и прибрежные низменности (о-ва Тихого океана, Бангладеш, Флорида и т. п.), а также крупнейшие города мира (Нью-Йорк, Лондон, Токио, Санкт-Петербург) находятся под угрозой затопления. Возрастающий риск резких изменений термохалинной циркуляции вод Атлантического океана. Риск резких изменений в циркуляции атмосферы, например изменения в муссонах		

По данным Stern N., 2006. The Economics of Climate Change. Cambridge University Press, 610 pp. www.sternreview.org.uk

весенний паводок становится коротким и бурным, после чего наступает засушливое лето, и т. д. Поэтому именно с этой точки зрения целесообразно рассматривать проблему водных ресурсов при изменении климата, в то время как обзор среднегодовых и сезонных изменений для такой большой страны, как Россия, в целом имеет меньшее значение.

Россия располагает пятой частью мировых запасов пресных вод, но они распределены по территории страны весьма неравномерно. На центральные и южные регионы Европейской части страны, где сосредоточено 80 % населения и промышленности, приходится только 8 % водных ресурсов. В итоге это приводит к дефициту воды в ряде районов страны. Положение усугубляется значительным загрязнением поверхностных и подземных вод.

В последние десятилетия существенное влияние на водный режим рек России оказало изменение климата. Годовой сток рек на большей части терри-

тории страны превысил среднемноголетнюю норму. Наиболее значительный рост (на 15–40 %) отмечен для Европейской части страны, юга Западной Сибири, части бассейна Лены. Еще более усугубились некоторые сезонные изменения. Так, в зимний период в юго-западной части Европейской территории России сток на 50–100 % был выше среднемноголетней нормы⁵.

В западной части России сдвинулись сроки пиковых значений речных стоков, так как большее количество осадков выпадает в виде дождя, а не снега, и быстрее достигает русла реки. В результате почва успевает поглотить меньше воды, чем при таянии снежного покрова, и это отрицательно сказывается на содержании в ней влаги.

⁵ Четвертое Национальное сообщение Российской Федерации по Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и Киотскому протоколу. – М.: Росгидромет, 2006. С. 82. www.unfccc.int

Одним из проявлений изменений климата явилось то, что осадки стали более редкими и резкими. Общий объем осадков и водность рек на территории России несколько возрастает, но гидрологический режим становится хуже. Увеличивается частота и засух, и наводнений. Распределение осадков по сезонам может как меняться, так и не меняться: это в любом случае не противоречит выводу о более резких осадках и ухудшении гидрологического режима.

В Северо-Западной части Китая количество осадков с 1961 по 2000 год увеличилось на 20–30 %. С другой стороны, в Китае с 2000 года на 6,7 млн га увеличилась площадь земель, пострадавших от засухи (в частности в столичной провинции, Северном Китае, Внутренней Монголии), больше земель стало страдать от песчаных бурь⁶. В Монголии значительно увеличились частота и интенсивность засух. Особенно катастрофическими были засухи 1999–2002 годов⁷.

В странах Центральной Азии в горах Тянь-Шаня и Памира потепление климата приводит к значительному сокращению ледников. Например, толщина ледников Туюксу и Кара-Баткак в Тянь-Шане уменьшилась на треть. Фотосъемки Зеравшанского ледника показали, что с 1908 по 1986 год он отступил почти на 1 км. Нижняя граница ледника Абрамова с 1850 по 1984 год поднялась на 80 м, а объем льда уменьшился на 630 млн м³. Особенно интенсивно тают небольшие ледники площадью менее 1 км², которые составляют 80 % всех ледников. По самым скромным подсчетам, ледники Таджикистана в XX веке потеряли более 20 км³ льда. Сокращение ледников отразилось и на стоке рек. В частности, среднегодовой сток рек Таджикистана за последние 30 лет уменьшился на 3,3 км³⁸.

Сокращение ледников накладывается на главный фактор – крайне нерациональное использование



воды и архаичное орошение (площадь орошаемых земель достигает 8 млн га). В сочетании с сильным испарением это приводит к тому, что на 1 га в год тратится 12 900 м³, а эффективно используется только 21 % этого объема. Испарение и фильтрация через стенки и дно Каракумского канала приводит к потере 2,8 км³/год, в Сарыкамышскую котловину ежегодно сбрасывается около 3 км³/год воды⁹.

Потери, связанные с водой, огромны: практически полное исчезновение Аральского моря, некогда четвертого по площади внутреннего водоема мира, деградация прибрежной экономики моря и нижнего течения реки Амударья и массовая миграция людей; значительное понижение уровней озер Иссык-Куль и Балхаш; множество местных конфликтов и т. п. С конца 1960-х годов за 35 лет уровень Аральского моря снизился на 17 м. Водные ресурсы двух главных рек, питающих море, – Сырдарья и Амударья составляют около 110 м³/год, из которых в естественных условиях 50–60 м³/год доходило до Арала. На долю Амударьи приходилось 80 % притока. Сейчас воды этой реки практически не доходят до озера, оно разделилось на два водоема и полностью потеряло хозяйственное значение.

По мнению большинства исследователей, гибель Аральского моря объясняется на 20 % естественным маловодьем, определяемым климатическими условиями, а на 80 % – безвозвратным изъятием воды на орошение.

Прогноз дефицита водных ресурсов. В последнем докладе МГЭИК дан детальный анализ про-

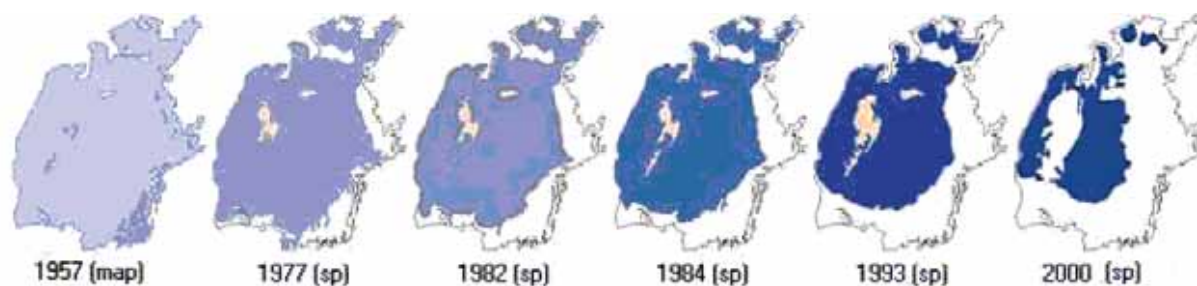
6 Zhai, P. and X. Pan, 2003: Trends in temperature extremes during 1951–1999. China. Geophys. Res. Lett., 30, 1913, doi: 10.1029/2003GL018004; Zhou, Y. H., 2003: Characteristics of weather and climate during drought periods in South China. Journal of Applied Meteorological Science, 14, S118–S125.

7 Batima, P., L. Natsagdorj, P. Gombluudev and B. Erdenetsetseg, 2005: Observed climate change in Mongolia. AIACC Working Paper, 13, 25 pp. См. также IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, WG2, Ch. 10, p. 475–477. www.ipcc.ch

8 Здесь и далее в данном разделе материалы по водным ресурсам Центральной Азии из: Аламанов С. К., Лелевкин В. М., Подрезов О. А., Подрезов А. О. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии. Учебный курс для студентов естественных и гуманитарных специальностей. – Москва – Бишкек: WWF России, ЮНЕП, 2006. – 188 с.

9 Там же, см. также Отчет Всемирного банка «Взаимосвязь водных и энергетических ресурсов Центральной Азии». – Вашингтон, 2004.

Фотографии Аральского моря из космоса: map – карта 1957 года, sp – спутниковые данные различных лет



Гланц М. Г., Зонин И. С. Аральское море: водные проблемы, климат и изменение окружающей среды в Центральной Азии. Всемирная метеорологическая организация: Доклад ВМО-982, 2005. – 37 с.

блем моделирования и прогнозирования выпадения осадков. Несмотря на различия в прогнозах по разным моделям, удалось составить сводный прогноз изменения стока рек по 12 моделям (по одному и тому же сценарию выбросов парниковых газов А1В, см. выше главу 1). В отношении России и Центральной Азии обращает на себя внимание резкая граница между северными и восточными областями с ростом стока рек на 10–30 % и юго-западными регионами со снижением на 20–30 %.

В центральной и западной частях России к 2015 году ожидается резкое увеличение зимнего (до 60–90 %) и летнего (до 20–50 %) стока рек. С учетом меньшего зимнего промерзания почвы уровни грунтовых вод будут повышаться. Для равнинных территорий России, характеризующихся избыточным увлажнением, неглубоким залеганием грунтовых вод и слабой дренирующей способностью, это может привести к подтоплению обширных районов, деформации и ослаблению фундаментов зданий, сооружений¹⁰. Особенно могут пострадать исторические центры городов, памятники и архитектурные ансамбли Русского Севера и Золотого кольца России. Эти процессы уже идут, и необходимо уже сейчас организовать полномасштабное обследование, разработать и осуществить меры по защите, включая мероприятия по управлению водным режимом подтапливаемых территорий.

В южных районах России – в черноземных областях, Калмыкии, Краснодарском, Ставро-

польском крае, в Ростовской области, на Алтае, в Омской, Новосибирской области к 2015 году следует ожидать уменьшения водных ресурсов на 10–20 %.

В ближайшие 5–10 лет частота маловодных годов в Ставропольском крае, Калмыкии, Белгородской области будет возрастать и приведет к снижению обеспеченности водой до 1,0–1,5 тысяч м³/(год/чел.), что по международной классификации рассматривается как очень низкая. Там нехватка воды становится фактором, сдерживающим экономический рост и повышение благосостояния населения. В ряде соседних областей обеспеченность водой составит 2–4 тысячи м³/(год/чел.), что классифицируется как низкая¹¹. На эту картину будут накладываться результаты хозяйственной деятельности. В частности, из-за нее в последние годы снижение годового стока Кубани составило 33 %. С учетом таяния и быстрого сокращения ледников Кавказа ситуация может принять угрожающий характер.

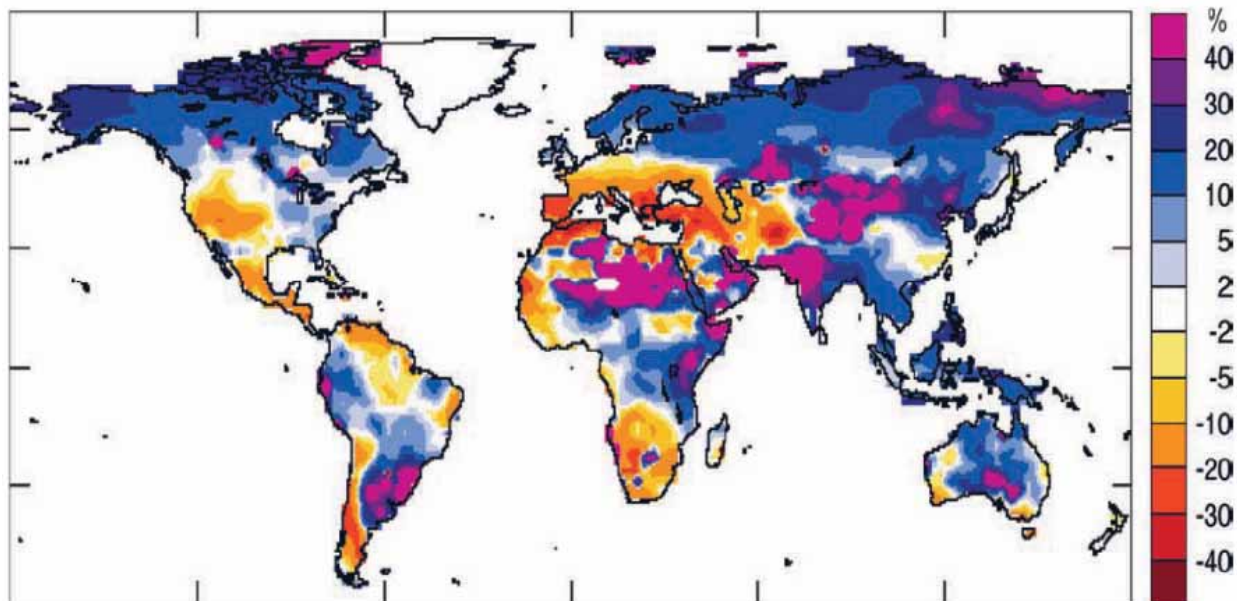
В Северном Китае снижения общего объема водных ресурсов не ожидается, но ситуация усугубляется высокой плотностью населения, ростом хозяйственной деятельности и индустриализацией страны в целом, что требует все больше воды. Внешне благополучный прогноз общего объема водных ресурсов для **Монголии и Западного Китая** больше настораживает, чем радует. Такой прогноз говорит, прежде всего, об опасности роста зимних осадков в виде сильных снегопадов. Такая тенденция уже наблюдается, что негативно влияет на пастбищное

¹⁰ Материалы к Стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 годов и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. с. 40

¹¹ Там же, с. 56, а также Четвертое национальное сообщение Российской Федерации по РКК ООН и Киотскому протоколу. – М.: Росгидромет, 2006. – 164 с., www.unfccc.int

Сводный прогноз изменения ежегодного стока рек:

2041–2060 год, изменения в процентах от уровня 1900–1970 годов.



IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, vol. 2, Chapter 3, p. 184 www.ipcc.ch, см. также Milly, P. C. D., K. A. Dunne and A. V. Vecchia, 2005: Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature*, 438, 347–350.

скотоводство – основу жизни местного населения (см. ниже главу 3).

В **Центральной Азии**, по прогнозу МГЭИК, в западных и южных районах, где сосредоточено сельскохозяйственное производство и проживает основная часть населения, ожидается снижение ежегодного стока рек на 10–20 %. На это накладывается усиление неравномерности стока, вызванное исчезновением ледников как аккумуляторов воды, в результате прогнозируются более резкие весенние паводки и острый дефицит воды в летнее время.

Прогнозы таджикских специалистов говорят, что к 2050 году в стране исчезнут тысячи мелких ледников, площадь 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 %. Даже возможное увеличение осадков на 15–20 %¹² не окажет существенного влияния на сток, так как большая их часть будет израсходована на испарение с поверхностей водосборов. В Казахстане к середине века вероятно исчезновение ледников Южной Джунгарии¹³.

Экспедиция гляциологов Казахстана, прошедшая летом 2005 года, 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. В целом в течение ближайших десятилетий вследствие глобального потепления водные ресурсы основных рек Казахстана могут сократиться на 20–40 %. Воздействие водных проблем на сельское хозяйство и жизнь людей в Центральной Азии рассматривается ниже в главе 3.

2.3. Изменения в Арктике

Именно в Арктике климат меняется наиболее сильно, примерно в 1,5–2 раза быстрее, чем в среднем по всей Земле. За последние несколько десятилетий рост температуры в различных частях Арктики составил от 0,7 до 4 °С, при этом зима теплее, чем лето, уменьшилась продолжительность ледостава на реках и озерах. За послед-

Подрезов А. О. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии. Учебный курс для студентов естественных и гуманитарных специальностей. – Москва – Бишкек, WWF России, ЮНЕП, 2006, – 188 с. См. также Материалы гляциологических исследований. Вып. 97. – М., 2004.

¹² IPCC, 2001, Third Assessment Report, vol. 1. www.ipcc.ch

¹³ Здесь и далее: Аламанов С. К., Лелевкин В. М., Подрезов О. А.,

ние 30 лет снежный период сократился в среднем на 2 недели¹⁴. Впечатляет снижение общей площади арктических льдов – с 7,5 млн км² в конце 70-х годов до 5,5 млн км² в 2005 году. А в 2007 году был поставлен новый рекорд¹⁵ – 4,3 млн км². Казалось бы, менее суровый климат должен радовать местных жителей, но это не так.

Виктор Ткаченко, житель чукотского поселка Рыркарпий, говорит: «Раньше до конца июня можно было добывать нерпу на льду, а теперь уже в мае по льду ходить опасно. Даже в январе бывают оттепели с дождями. Раньше такого не припоминаю. Повсеместно тают наледы, которые раньше держались круглый год. От жары ягода иногда переспевает, становится мягкой и невкусной. Морошки стало мало из-за того, что лето жаркое»¹⁶.

Григорий Рыхтын, поселок Ванкарем, считает, что «сильно испортилась природа, обиделась на людей. Весна приходит на 2–3 недели раньше, чем обычно. Весна суровая, постоянно или дождь, или мороз сменяют друг друга. Первый дождь – в мае, а раньше такого не было. Первая оттепель – в конце апреля. Реки вскрываются намного раньше, чем обычно, примерно 25 мая, а раньше – 10–15 июня. Лето стало невыносимо жаркое. На море хорошего льда не стало. А раньше море открывалось в середине мая, но далеко лед не уходил. Все лето охотились на льду»¹⁷.

Страдают и хозяева здешних мест – белые медведи. Обычно весной они выходят на лед охотиться на тюленей. В последние годы на Чукотке делать это стало трудно. Льды рано начинают таять и отступают от берега. В результате медведей от мест традиционной охоты отделяют широкие полосы открытой воды, и они вынуждены менять свой ареал. В поисках пищи они стали появляться в поселках. В поселке Ванкарем пришлось срочно создать специальную бригаду «Медвежий патруль». Медведи постепенно приспособляются к новым условиям, начинают



охотиться не на тюленей, а на моржей. Они стали появляться там, где их раньше никогда не было: например, в устье Колымы. Миграция белых медведей и освоение ими новых мест зачастую приводят к конфликтам с человеком. Меняются и другие привычки белых медведей. Так, в Канаде уже известны случаи, когда при отсутствии снега ранней зимой медведи рыли берлоги в земле. Несмотря на высокую приспособляемость белого медведя, в ближайшие десятилетия численность этих животных может сократиться более чем на треть.

Потепление создает проблемы и с транспортом. Повсеместно на Севере сократились сроки использования зимников – они стали замерзать позже, а оттаивать раньше. Это существенно осложняет работу в тундре, учитывая, что езда по оттаявшей тундре достаточно сложна, а главное – наносит сильный вред. Даже после одного проезда вездехода борозда остается на несколько десятилетий, из-за этого летняя езда во многих местах запрещена.

Мария Чистополова, поселок Паратунка, рассказывает, что на Камчатке стала типичной сравнительно теплая, не морозная зима, холодное туманное лето, позднее выпадение снега, уменьшение площади льда на реках. «Появились лягушки в тундре, которых раньше не было... И вообще комары в размерах стали больше и кусают сильнее».

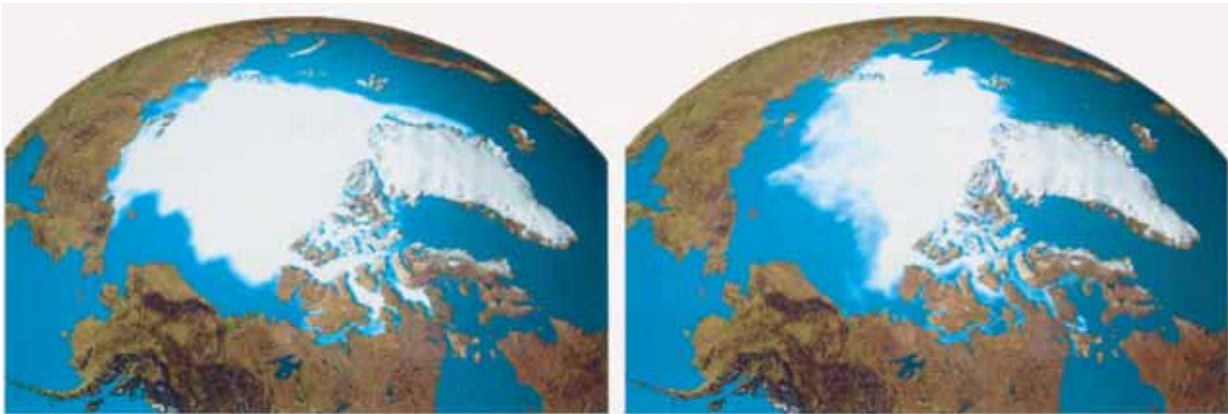
«Оттепели ноябрьские, особенно с дождями, очень вредны для оленеводства. Раньше бывали оттепели, но без дождей», – сетуют оленеводы. Про-

14 ACIA, 2004. Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press, 139 pp. www.acia.uaf.edu

15 Сравниваются данные на сентябрь каждого года, когда площадь льдов минимальна. National Snow and Ice Data Center (NSIDC), USA. <http://www.wwf.ru/resources/news/article/3317> (на русском языке). http://nsidc.org/news/press/2007_seaiceminimum/20071001_pressrelease.html

16 Наблюдения коренных жителей прибрежных районов Чукотского автономного округа об изменении климата / Кавры В., Болтунов А. М.: WWF России, 2006, – 16 с. <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/196/>

17 там же. Здесь и далее в данном разделе свидетельства изменений климата собраны WWF России.



Спутниковые снимки морских льдов в сентябре 1979 года (слева) и 2003 года (справа)¹⁸

гнозы изменения климата не обнадеживают: чаще будут возникать ситуации с резкими заморозками после весенних оттепелей, после чего образуется ледовая корка, и олени не могут достать корм из под снега. Возникнут проблемы с перегонем оленей из-за более позднего ледостава на реках. Так, уже сейчас на Кольском полуострове оленеводы часто не могут в декабре пригнать стада в западную часть региона на пункты убоя, и вынуждены делать это в феврале, когда мясо животных гораздо хуже и цена его падает.

Никогда в XX веке не было так мало льдов, как сейчас, и никогда их площадь и толщина так быстро не уменьшались. Интересно сравнить современную картину с предыдущим потеплением, которое происходило в 30-е годы прошлого века. Потепление тогда привело к такому заметному уменьшению ледяного покрова, что «Челюскиным» была предпринята попытка освоения Северного морского пути без ледоколов. Однако в 30-е годы потепление в Арктике не было «поддержано» всей планетой, в то время как сейчас это глобальный процесс. Это объясняется различием причин предыдущего и современного потепления. В 30-е годы концентрация CO₂ в атмосфере менялась мало, а сейчас быстро растет, что и вызывает продолжительный глобальный эффект¹⁹.

Заметные изменения происходят и на арктической суше. По наблюдениям ученых, на Аляске за последние 50 лет граница леса сместилась к северу на 10 км, вытеснив тундру²⁰. В горных районах на

севере Швеции за 100 лет леса продвинулись вверх на 60 м²¹ (Truong *et al.*, 2006).

Что же будет с климатом в будущем? Ответ на этот вопрос зависит от того, как будет себя вести человек. Если мы по-прежнему будем сжигать огромные количества углеродного топлива, беспощадно вырубать леса, содержание CO₂ в атмосфере будет увеличиваться с возрастающей скоростью, и в ближайшие десятилетия парниковый эффект разогреет нашу планету на несколько градусов. Если же направить развитие экономики по более экологичному пути, этот процесс можно замедлить. Интересно, что в ближайшие 25–30 лет изменения климата будут мало зависеть от нашего выбора. Из-за «инерции» климатической системы они будут определяться теми факторами, которые действуют уже сейчас, при этом, вероятнее всего, сохранятся современные тенденции и темпы роста температуры воздуха. Какими они сейчас, можно понять из рисунка, на котором показаны изменения среднегодовой температуры воздуха в период с 1970 по 2006 год.

Эти данные наблюдений, хорошо согласующиеся с результатами моделирования, были использованы в прогнозе климата Росгидромета (2005). По этому прогнозу в ближайшие три десятилетия в Прибайкалье и Забайкалье, в южной и центральной частях Сибири среднегодовая температура увеличится на 1,2–1,6 °С. Чуть меньше (на 1,0 °С) потеплеет на Чукотке и в Восточной Сибири. На северо-западе

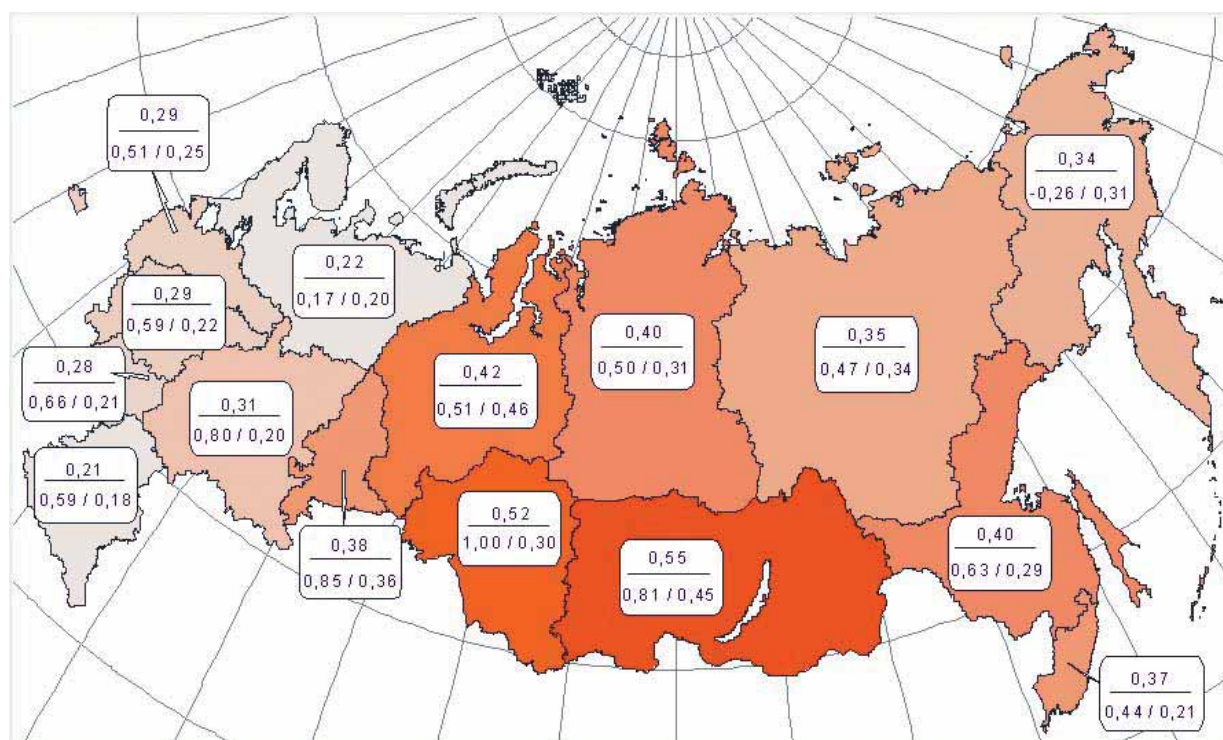
18 ACIA, 2004. Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press, 139 pp. www.acia.uaf.edu

19 IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, Working Group 1, 2 and 3. www.ipcc.ch

20 Tape, K., Sturm, M., Racine, C., 2006. The evidence for shrub

expansion in Northern Alaska and the Pan-Arctic. *Global Change Biology*, 12: 686–702, doi: 10.1111/j.1365-2486.2006.01128.x. Sturm, M., Racine, C., Tape, K., 2001. Increasing shrub abundance in the Arctic. *Nature*, 411: 546–547.

21 Truong, G., Palm, A. E., 2006. Recent invasion of the mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* above the treeline due to climate change: genetic and ecological study in northern Sweden. *European Society for Evolutionary Biology*: doi: 10.1111/j.1420-9101.2006.01190.x.



Изменения среднегодовой температуры воздуха в период с 1970 по 2006 год (числитель), изменения в холодный/теплый период года (знаменатель).

России и на севере Европы потепление, скорее всего, будет слабым, в пределах 0,5–1,0 °С, что отчасти обусловлено стабилизирующим влиянием океанических течений. К середине столетия эти цифры могут возрасти в 1,5–2 раза²².

Что же из этого следует? В Арктике предстоящее потепление, прежде всего, приведет к изменению криосферы. Криосфера содержит около 80 % всех запасов пресной воды, включая в себя все формы льда, снежный покров и вечную мерзлоту. Менее 1 % этого запаса подвергается ежегодному таянию и промерзанию. Если бы весь лед и снег растаял, уровень океана поднялся бы почти на 80 м. По оценкам МГЭИК, к концу XXI века уровень океана может увеличиться на 30–45 см по сравнению с началом столетия. Главный вклад (до 70 %) будет вносить тепловое расширение воды верхнего слоя океана толщиной примерно 800 м. Следующий по величине (15 %) – будет вклад тающего Гренландского ледникового щита²³. Более того, сейчас появились работы, говорящие, что уровень океана поднимется сильнее. На это указывают как палеоклиматиче-

ские данные, так и то, что ледники не столько тают, сколько разрушаются, что убыстряет процесс²⁴.

Таяние морских льдов улучшит возможность навигации по арктическим морям. К концу XXI века продолжительность навигации через «узкое место» – пролив Вилькицкого – может увеличиться до 120 дней, в настоящее время она составляет в среднем 20–30 дней²⁵. В то же время из-за разрушения ледников Северной и Новой Земли, Аляски и Гренландии усилится опасность столкновения с айсбергами. Важно подчеркнуть, что именно разрушение, а не таяние ледников приводит к образованию айсбергов. Талая вода по трещинам затекает под ледник и огромные его куски по водяной смазке сползают в океан. Такой же, а возможно, более сильный эффект может дать большая подвижность полей паковых (многолетних) льдов. Ледяные массивы площадью в несколько квадратных километров могут отрываться от сплошного массива льдов, покрывающих Северный полюс, и дрейфовать отдельно.

Таким образом, через несколько десятилетий судоходство в принципе облегчится, но возникнет

22 Стратегический прогноз изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 годов и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет., 2005. – 28 стр.

23 IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, Working Group 1, 2 and 3. www.ipcc.ch

24 Hansen J., Sato M., Kharecha P., Russell G., Lea D. W., and M. Siddall. Climate change and trace gases. Phil. Trans. R. Soc. A (2007) 365, 1925–1954, doi: 10.1098/rsta.2007. 2052.

25 ACIA, 2004. Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press, 139 pp. www.acia.uaf.edu

проблема движущихся ледяных полей и айсбергов. Если будет идеально работать система спутникового мониторинга, то для судов проблема может быть решена. В ином случае придется вспомнить о трагической судьбе «Титаника». Эта проблема куда серьезнее для газодобывающих платформ, которые не могут «увернуться» от надвигающегося ледяного поля или айсберга.

На суше будут происходить изменения растительности, животного мира, ледников и вечной мерзлоты. Площадь тундры будет постепенно уменьшаться, по разным прогнозам, за 100 лет она может сократиться на 10–50 %, и на ее место придет тайга²⁶. Миллионы гусей, гаг, казарок, куликов и других птиц лишатся мест гнездования, что может привести к значительному снижению их численности. При потеплении на 3–4 °С среднегодовая численность леммингов может сократиться на 60 %, что может подорвать всю пищевую цепочку тундровой экосистемы и особенно сказаться на полярных совах и песцах²⁷.

Ученые говорят и о других возможных эффектах, которые пока четко не проявились. Увеличение температуры воды приведет к миграции промысловых пород рыб, таких как лосось и треска, в результате их уловы в Беринговом море могут уменьшиться. Изменение циркуляции вод и увеличение температуры создают более благоприятные условия для развития водных паразитов и болезнетворных микроорганизмов. Это также приведет к сокращению численности и улова рыб. Отмечено, что изменения климата влияют на уловы трески и креветки в Атлантическом океане, где тоже возможны негативные эффекты. Более теплый климат может привести к распространению насекомых, вредителей леса и новых для Арктики и субарктических регионов болезней.

2.4. Изменения вечной мерзлоты

Вечная мерзлота занимает около 25 % земной поверхности в Северном полушарии и более 60 % территории России. Выделяют районы, где мерзлота охватывает более 90 % площади (зона непрерыв-



ной мерзлоты), от 50 до 90 % (зона прерывистой мерзлоты) и менее 50 % (зона островной мерзлоты). Средняя толщина мерзлых пород в этих зонах меняется в пределах 100–800 м, 25–100 м и 10–50 м. С 70-х годов XX века наблюдается увеличение температуры и глубины летнего протаивания вечной мерзлоты, в ряде мест – сокращение ее площади. Эти изменения существенным образом воздействуют на природные экосистемы, экономику северных регионов и жизнь человека.

В последние годы на севере Якутии стали сажать картошку, а 350 лет назад воеводы П. Головин и М. Глебов писали, что в районе Якутского острога «...земля-де, государь, и среди лета вся не растаивает» и потому здесь «...по сказкам торговых и промышленных служилых людей, хлебной пашни не чаять». Увы, обратная сторона медали гораздо хуже.

Таяние вечной мерзлоты представляет большую опасность для расположенных в районах Крайнего Севера сооружений (дорог, нефте- и газопроводов, резервуаров, площадок нефтегазопромысловых объектов, зданий и др.). На Севере России сосредоточено более 30 % разведанных запасов нефти, около 60 % природного газа, огромные залежи каменного угля и торфа, создана обширная инфраструктура, обслуживающая нужды добывающей промышленности. Многие сооружения построены на свайных фундаментах, используют многолетнемерзлый грунт в качестве оснований и рассчитаны на эксплуатацию в определенных температурных условиях.

В июне 2002 года в поселке Черский, что в верхнем течении реки Колымы, обрушился жилой дом: под фундаментом здания оттаяла вечная мерзлота. Летом 2006 года на автостоянке в Якутске несколько машин провалилось в огромную полость, которая образовалась вблизи поверхности из-за таяния мерзлоты.

26 Anisimov, O., Vaughan, D., 2007. Polar regions, Climate Change 2007: Climate change impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 801–841.

27 ACIA, 2004. Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press, 139 pp. www.acia.uaf.edu

Прогноз уменьшения площади приповерхностного слоя почвы Северного полушария, охваченного вечной мерзлотой, по различным моделям общей циркуляции атмосферы (GCM)

Проценты от нынешнего состояния

Модель	Общая площадь мерзлоты			Площадь сплошной мерзлоты		
	2030	2050	2080	2030	2050	2080
CCC	89 %	87 %	81 %	86 %	81 %	74 %
HadCM3	90 %	85 %	78 %	84 %	76 %	62 %
GFDL	89 %	82 %	77 %	82 %	71 %	59 %
NCAR	87 %	81 %	76 %	79 %	66 %	56 %

Anisimov O., Reneva S., Permafrost and Changing Climate: The Russian Perspective. *Ambio* Vol. 35, No. 4, June 2006 p. 169–175: Royal Swedish Academy of Sciences 2006. <http://www.ambio.kva.se>

За последние 30 лет в Якутске из-за просадок мерзлого грунта серьезные повреждения получили более 300 зданий. Уже в 1992 году процент поврежденных зданий составлял 10 % в Норильске, 22 % в Тикси, 35 % в Дудинке, 50 % в Певеке и Амдерме, 55 % в Магадане, 60 % в Чите и 80 % в Воркуте. За десятилетие – с 1990 по 1999 год – число сооружений, получивших повреждения из-за неравномерных просадок фундаментов, увеличилось по сравнению с предшествующим десятилетием в Норильске на 42 %, в Якутске – на 61 %, в Амдерме – на 90 %²⁸.

Если современные тенденции сохраняются, а именно на это указывают теоретические прогнозы климата, опасные геоэкологические последствия деградации вечной мерзлоты будут неизбежны.

Что будет происходить с вечной мерзлотой? Вечную мерзлоту можно сравнить с созревающим швейцарским сыром, в массе которого образуются воздушные пузыри. Воздействие изменения климата будет проявляться прежде всего в изменении температуры и глубины сезонного таяния вечной мерзлоты, при этом по мере продвижения к ее южной границе будут все чаще возникать «пузыри» незамерзшей почвы, которые называют таликами. Со временем талики будут увеличиваться в размерах, сливаться друг с другом, проникать все глубже и в области островной и прерывистой мерзлоты постепенно вытеснять мерзлые породы. Даже вблизи южной границы вечной мерзлоты ее таяние будет очень медленным. Для того, чтобы полностью исчез мерзлый слой толщиной около 10 м, потребуются десятки лет, на протяжении которых под

увеличивающимся в размерах таликом будет сохраняться мерзлый грунт.

Различные типы мерзлых грунтов по-разному реагируют на изменение климата. Особенно высокой чувствительностью обладают мерзлые грунты с повышенным содержанием солей. Они распространены вдоль Арктического побережья в районах, которые в далеком геологическом прошлом были на дне моря. Такие грунты содержат соли, осевшие из морской воды. В них образуются линзы различного размера с высокоминерализованной водой, которая остается незамерзшей и при температуре ниже 0 °С. Даже небольшое увеличение температуры, при том что она остается отрицательной, приводит к изменению соотношения между соляным раствором и льдом. Такие грунты очень неустойчивы, и вести на них строительство крайне трудно. Они широко распространены на Ямале в районах перспективных нефтяных и газовых месторождений. Эта проблема также возникла при проектировании и строительстве железной дороги Обская – Бованенково.

Для прогноза состояния вечной мерзлоты используют математические модели. Расчеты, результаты которых приведены в таблице, указывают на то, что в ближайшие 20–25 лет общая площадь вечной мерзлоты может сократиться на 10–12 %, а к середине столетия – на 15–20 %, при этом ее граница сместится к северо-востоку на 150–200 км²⁹.

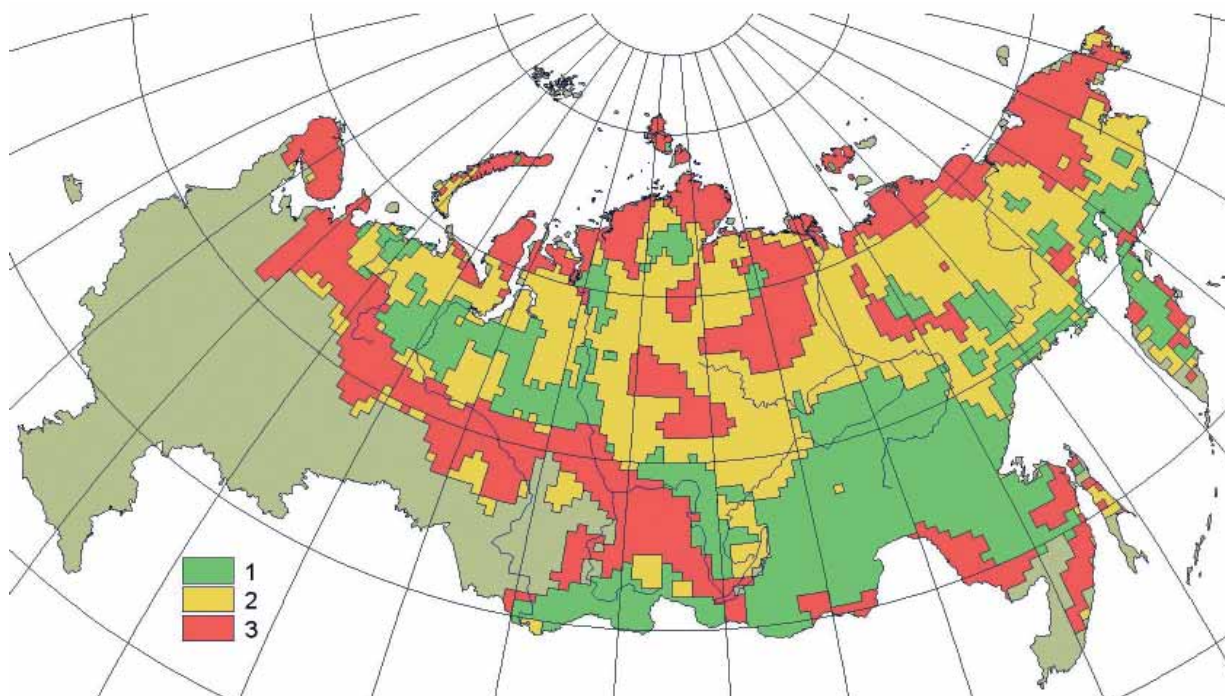
Глубина сезонного таяния в среднем увеличится на 15–25 %, а на Арктическом побережье и в отдельных районах Западной Сибири – до 50 %. В Западной Сибири (Ямал, Гыдан) температура мерзлых грунтов повысится в среднем на 1,5–2 °С,

28 Анисимов О. А., Белолуцкая М. А., 2002. Оценка влияния изменения климата и деградации вечной мерзлоты на инфраструктуру в северных регионах России. *Метеорология и гидрология* (6): 15–22. Анисимов О. А., Лавров С. А. Глобальное потепление и таяние вечной мерзлоты: оценка рисков для производственных объектов ТЭК, 2004. *Технологии ТЭК* (3): 78–83.

29 Анисимов О. А., Величко А. А., Демченко П. Ф., Елисеев А. В., Мохов И. И., Нечаев В. П. Влияние изменений климата на вечную мерзлоту в прошлом, настоящем и будущем, 2004. *Физика атмосферы и океана*, 38 (1): S25–S39.

Карта риска для зданий и сооружений в зоне вечной мерзлоты (расчеты по климатическому сценарию GFDL)

1 – слабый, 2 – средний, 3 – высокий риск



Anisimov O., Reneva S., Permafrost and Changing Climate: The Russian Perspective. *Ambio* Vol. 35, No. 4, June 2006 p. 169–175: Royal Swedish Academy of Sciences 2006. <http://www.ambio.kva.se>

(с $-5...-6$ °C до $-3...-4$ °C), и возникнет опасность формирования неустойчивых высокотемпературных мерзлых грунтов. В южной области будет происходить таяние островов мерзлоты. Поскольку здесь мерзлые толщи обладают небольшой мощностью (от нескольких метров до нескольких десятков метров), за время порядка нескольких десятилетий возможно полное протаивание большинства островов мерзлоты. В наиболее холодной северной зоне, где вечная мерзлота подстилает более 90 % поверхности, будет увеличиваться глубина сезонного таяния. Здесь также могут возникать и развиваться талики, главным образом под крупными реками и озерами, с отрывом мерзлоты от поверхности и сохранением ее в более глубоких слоях. Промежуточная зона будет характеризоваться прерывистым распространением мерзлых пород, сомкнутость которых будет уменьшаться в процессе потепления, а глубина сезонного таяния расти.

Прогнозируемые изменения вечной мерзлоты неблагоприятны для инфраструктуры районов Крайнего Севера. Риски повреждения сооружений можно оценить, используя индекс геокриологической опасности. Этот индекс учитывает прогнозируемые

изменения температуры и глубины сезонного таяния вечной мерзлоты, льдистость и засоленность мерзлого грунта, а также особенности изменения климата в различных регионах. С его помощью территорию разделили на области с высокой, умеренной и низкой геокриологической опасностью³⁰ (Анисимов, Лавров, 2004).

В области наибольших значений индекса геокриологического риска попадают Чукотка, бассейны верхнего течения Индигирки и Колымы, юго-восточная часть Якутии, значительная часть Западно-Сибирской равнины, побережье Карского моря, Новая Земля, а также часть островной мерзлоты на севере европейской территории. В этих районах имеется развитая инфраструктура, в частности газо- и нефтедобывающие комплексы, система трубопроводов Надым-Пур-Таз на северо-западе Сибири, Билибинская атомная станция и связанные с ней линии электропередач от Черского на Колыме до Певека на побережье Восточно-Сибирского

³⁰ Анисимов О. А., Лавров С. А. Глобальное потепление и таяние вечной мерзлоты: оценка рисков для производственных объектов ТЭК, 2004. *Технологии ТЭК* (3): 78–83.

моря. Деградация мерзлоты на побережье Карского моря может привести к значительному усилению береговой эрозии, за счет которой в настоящее время берег отступает ежегодно на 2–4 м. Особую опасность представляет ослабление вечной мерзлоты на Новой Земле в зонах расположения хранилищ радиоактивных отходов. В то же время на больших территориях Якутии и Западной Сибири запас надежности инженерных сооружений и построек на вечной мерзлоте, рассчитанных на эксплуатацию в современных климатических условиях, уменьшится незначительно.

В северной части зоны высокого риска наибольшую опасность представляет возможное повреждение фундаментов домов и сооружений на вечной мерзлоте за счет уменьшения ее несущей способности. В южной части зоны высоких рисков потенциальные опасности связаны главным образом с возможными неравномерными просадками грунта за счет таяния льда и выносом протаивающего материала с образованием термокарстовых просадочных воронок. Наибольшую опасность это представляет для линейных сооружений (дорог, взлетно-посадочных полос, трубопроводов), пересекающих участки с интенсивным развитием термокарста.

До сих пор речь шла о том, как климат может повлиять на вечную мерзлоту. Возможно и обратное, то есть изменения вечной мерзлоты могут усилить происходящее потепление. Эта проблема не раз вызвала жаркие дискуссии в печати, высказывалось мнение о том, что при таянии вечной мерзлоты будет выделяться огромное количество метана, который является в 20 раз «большим парниковым газом», чем CO_2 , в результате чего потепление многократно усилится. Последние исследования российских ученых показали, что эти опасения сильно преувеличены. Полученные результаты указывают на то, что потоки метана из вечной мерзлоты России действительно увеличатся, однако не настолько, чтобы оказать заметное влияние на климат. По оценкам, к 2050 году дополнительное увеличение температуры всей Земли за счет этого механизма составит не более чем $0,01\text{ }^\circ\text{C}^{31}$.

31 Anisimov O. A. Potential feedback of thawing permafrost to the global climate system through methane emission. *Environ. Res. Lett.* 2 (2007) in print (7 pp.)

3. ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЭКОНОМИКУ

Как сами климатические изменения, так и вызванные ими изменения в окружающей среде влияют на различные сферы деятельности человека, включая экономику. Однако картина этих воздействий достаточно сложна, и часто вторичные эффекты влияют сильнее, чем первичные. Например, в целом расходы на отопление снижаются, но появляются резкие пиковые нагрузки в особо жаркие дни, связанные с использованием кондиционеров. Естественно, что наиболее чувствительны к изменениям климата сектора экономики, и объекты, непосредственно зависящие от природно-климатических условий: сельское и лесное хозяйство, системы водоснабжения, здания и инженерные сооружения, а также транспортная инфраструктура территорий с вечной мерзлотой. Функционирование тепловых электростанций, металлургических и нефтеперерабатывающих предприятий и т. п. не зависит от изменения внешней температуры на несколько градусов. Но косвенно климатические изменения скажутся на работе почти всех отраслей экономики.

В приводимых ниже материалах основное внимание уделяется сельскому хозяйству, тесно связанному с проблемой нехватки воды, что, в свою очередь, для юга России и сопредельных регионов может стать главным разрушительным последствием глобального изменения климата.

В мировом сельском хозяйстве деградация земельных и водных ресурсов в результате изменения климата может привести к растущему дефициту продовольствия для увеличивающегося населения планеты, что негативно скажется на продовольственной безопасности. Критическим порогом может стать глобальное потепление между 2 и 3 °C: – ниже этого порога изменения объемов сельскохозяйственного производства могут быть незначительными, выше – возможно существенное сокращение объемов¹. В целом неблагоприятные последствия будут преобладать в любом случае. Однако их масштаб находится в прямой зависимости от того, насколько человечество сумеет сдер-



жать изменение климата. Ко второй половине века это может быть как –15 %, так и –50 %².

Беднейшие страны наиболее уязвимы и несут ущерб уже сейчас. Для ряда этих стран потери от катастрофических явлений, связанных с климатом, в ближайшие десятилетия могут достичь 5 % ВВП, а к концу века, если учесть все косвенные потери, включая социальные проблемы и миграцию населения, – 15–20 %³. Главные проблемы относятся к сельскому хозяйству и здоровью населения, особенно при росте его численности. Наиболее уязвимым странам требуется помощь в адаптации. Но стратегически только своевременное снижение глобальных выбросов парниковых газов сможет решить проблему.

3.1. Влияние на экономику и энергетику

Экономика России. Для небольшого числа стран мира (в частности таких северных, как Россия) при глобальном потеплении на 1–1,5 °C может наблюдаться небольшой положительный нетто-эффект, который при 2–3 °C глобального изменения климата сменится на отрицательный⁴. В более южных регионах России, а также в сопредельных странах к ущер-

1 Parry M. L., Arnell N. W., McMichael T., Nicolls R., Martens W. J. M., Kovats S., Livermore M., Rosenzweig C., Iglesias A., and Fischer G. 2001. Millions at risk: defending critical climate change threats and targets. *Global Environmental Change*, v. 11, pp. 181–183.

2 The First Ten Years, UNFCCC, 2004, p. 69. www.unfccc.int

3 Stern N., 2006. *The Economics of Climate Change*. Cambridge University Press, 610 pp. www.sternreview.org.uk

4 Stern N., 2006. *The Economics of Climate Change*. Cambridge University Press, 610 pp. www.sternreview.org.uk

Возможное сокращение затрат на отопление и рост затрат на охлаждение воздуха в ближайшие десятилетия

Регион	Изменение ежегодных затрат на отопление, дни*градусы	Изменение ежегодных затрат на охлаждение, дни*градусы
Россия	-935	+358
Европа	-667	+310
Северная Америка	-614	+530

Дни*градусы = число дней с отоплением или охлаждением; при этом каждый из дней умножен на разницу температур наружного воздуха и «базовой» комфортной температуры, равной 18 °С. В расчетах не рассматривалась возможность менее комфортного проживания (то есть изменение «базовой» температуры или влажности воздуха).

По данным Warren, R., N. Arnell, R. Nicholls, et al. (2006): 'Understanding the regional impacts of climate change', Research report prepared for the Stern Review, Tyndall Centre Working Paper 90, Norwich: Tyndall Centre, available from http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/twp90.pdf

бу ведет уже нынешнее потепление. При этом главный урон наносят не средние температуры, а рост числа и силы опасных гидрометеорологических явлений: ураганов, наводнений, волн жары и т. п.

Рост ущерба от наводнений и волн жары в Европе – яркий тому пример. В 2003 году ущерб составил в 35 тысячах унесенных жизней и потере сельскохозяйственной продукции на сумму 15 млрд долларов. В Великобритании ущерб от штормов и наводнений ежегодно составляет 0,1 % ВВП, а в ближайшие десятилетия может возрасти до 0,2–0,4 % ВВП (или 3–6 млрд долларов в ценах 2003 года). Для США рост скорости ветра в тропических ураганах на 5–10 % почти удваивает ежегодные потери, что составляет около 0,15 % ВВП (примерно 15 млрд. долларов) крупнейшей экономики мира. В ближайшие десятилетия потери от штормов, ураганов, наводнений, засух и волн жары будут расти со скоростью более 0,1 % ВВП. В результате к середине века ежегодные прямые потери от погодных явлений будут составлять 0,5–1 % мирового ВВП⁵.

Для России и сопредельных стран такие оценки пока отсутствуют, хотя соответствующие экономические работы уже ведутся. Для России в ежегодных государственных докладах МЧС даются разнообразные и значительно отличающиеся друг от друга оценки ущербов. В частности, величина экономического ущерба от всех видов опасных природных явлений в 1999 году оценивалась в 19,02 млрд рублей (771 млн долларов), в 2000 году – в 8,8 млрд рублей

(313 млн долларов), в 2001 году – в 33,08 млрд рублей (1,13 млрд долларов). Необходимо отметить, что данные оценки характеризуют заявленный экономический ущерб, показанный в отчетности субъектов Российской Федерации. В то же время в докладе МЧС России за 2002 год оценка ущербов только от наводнений и связанных с ними явлений показана в размере 100 млрд рублей⁶.

По независимым оценкам экспертов из различных отраслей экономики – энергетики, газовой промышленности, связи, сельского, водного и лесного хозяйства, речного транспорта, гражданской авиации, городского хозяйства (на примере г. Москвы), участвовавших в исследовании Всемирного банка, прямой среднегодовой экономический ущерб этим отраслям экономики составляет порядка 58 млрд. рублей (в ценах 2003 года)⁷.

Если в 1965–1969 годах в целом по миру потери составляли 1,02 млрд долларов в среднем за год, а в 1985–1989 годах – 17,2 млрд долларов (увеличение почти в 17 раз), то в 1995–1999 годах они составили 75,9 млрд долларов за год⁸.

В целом для мира принцип «где тонко, там и рвется» применим и к ущербу от изменения климата, то есть те регионы, которые сегодня более подвержены, например, засухам, будут нести боль-

5 Stern N., 2006. The Economics of Climate Change. Cambridge University Press, 610 pp. www.sternreview.org.uk

6 Материалы к Стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 годов. и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. с.20.

7 Tsirkunov Vladimir, Sergey Ulatov and Alexander Korshunov. Assessment of Economic Efficiency of the National Hydrometeorological System Modernization Project // World Bank Working Paper, 2004.

8 Natural Disasters in the World. Statistical Trend on Natural Disasters. National Land Agency: Japan, IDNDR. Promotion Office. 1994.



ший ущерб, чем места, где засух не наблюдается. Поэтому для южных регионов России, государств Центральной Азии и для Северного Китая и Монголии разумно предполагать большие потери, чем в среднем по миру: не на 0,5–1 % регионального ВВП, а на несколько процентов.

К непосредственным положительным последствиям изменения климата для экономики России большинство специалистов относят **сокращение отопительного сезона**. Это позволит снизить расход топлива на отопление и, соответственно, спрос на него, что можно расценить как дополнительный положительный эффект с учетом растущих цен на топливо и сокращение ресурсов ископаемого топлива. В среднем сокращение отопительного сезона составит 3–4 дня в год к 2015 году, а на юге Камчатки, Сахалина и Приморского края оно достигнет 5 дней⁹.

К 2025 году на большей части территории России продолжительность этого сезона уменьшится на 5 %. В южных районах Европейской России и северо-востоке Дальневосточного района сокращение отопительного сезона достигнет 10 %. Экономия топлива при этом составит 5–10 %. В середине XXI века отопительный период в средних широтах России сократится на 5–10 %, в южных регионах Европейской части России, в северных регионах Сибири и Дальнего Востока – на 20 %. Экономия топлива составит 10–20 %¹⁰.

9 Материалы к Стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 годов и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. с. 37.

10 Четвертое Национальное сообщение Российской Федерации по Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и Киотскому протоколу. – М.: Росгидромет, 2005. с.85. www.unfccc.int

Но в полной мере этот положительный эффект использовать не удастся. Это связано с тем, что из-за усиления нестабильности и изменчивости погодных условий в разные периоды будут чаще случаться неблагоприятные краткосрочные явления (**внеурочные периоды аномально теплой и холодной погоды и заморозков, сильных ветров и снегопадов**) как во время отопительного сезона, так и после его окончания. На этот случай потребуются дополнительные энергетические мощности и топливо¹¹.

Усиление нестабильности зимней погоды мы уже наблюдали в последние два года. Зимой 2005/06 года в Европейской части России и на Украине случились затяжные холода. Системам электро- и теплоснабжения пришлось работать на пределе мощностей и нагрузки, возникла нехватка газового топлива, кое-где пришлось отключать некоторые объекты. Эхо этих событий докатилось даже до Италии, где возникли проблемы с поставкой природного газа.

Все боялись повторения такой ситуации зимой 2006/07 года, и на всякий случай были даже разработаны планы «веерного» отключения электроэнергии. Однако зима оказалась на редкость теплой, и, главное, не было затяжных холодов, так что энергетики сэкономили большие объемы топлива. Но что будет в следующем году?

Как говорилось в предыдущей главе, из-за изменения режима выпадения осадков, вероятно, нужно будет поднимать и укреплять дамбы и другие гидротехнические сооружения, чтобы предохранить прилегающие территории от стихийных бедствий.

Из-за **изменения состояния грунта** (оттаивание вечной мерзлоты, повышение уровня грунтовых вод, подтопление и т. п.) будут расти нагрузки на различные инженерные сооружения – в первую очередь на трубопроводы, а из-за изменения стока рек и ледового режима – нагрузки на их подводные участки. Это может приводить к более частым повреждениям и авариям с разливами нефти и выбросами газа, особенно в северных районах страны, где проходит большая часть трубопроводов.

В осенне-зимний и зимне-весенний периоды в ряде регионов (на Европейской территории России, в Приморье и др.) из-за увеличения повторяемости оттепелей и заморозков уже сейчас наблюдается ухудшение условий эксплуатации зданий и уменьшение их долговечности. Эта тенденция

11 Грицевич И. Г., ЦЭНЭФ, 2007.

к 2015 году может привести к сокращению периода доремонтной эксплуатации зданий в 2 раза¹².

Все эти явления потребуют проведения дополнительных строительных материалов и работ, укрепления опор и фундаментов. В результате возникнет дополнительная потребность в строительных материалах – цементе и металлах. А это энергоемкие материалы, и на их производство нужно много энергии.

В то же время увеличение стока северных рек будет выгодно для гидроэнергетики, так как выработка электроэнергии напрямую зависит от водности. В свою очередь выиграет алюминиевая промышленность как крупный потребитель электроэнергии, предприятия которого во многих случаях строятся вблизи гидроэлектростанций и по технологическим причинам нуждаются в устойчивом снабжении электричеством.

Изменение циркуляции атмосферных потоков может привести к двукратному сокращению потенциала ветровой энергии в Европейской части России, южных частях Сибири и Дальнего Востока¹³.

Изменение климата отразится даже на **лесо-промышленном комплексе**. С одной стороны, по прогнозу ученых, глобальное изменение климата на территории России в ближайшие 30–40 лет не приведет к резкому ухудшению условий, необходимых для нормального роста и развития основных лесообразующих пород¹⁴. С другой стороны, теплые зимы могут привести к активизации вредителей, что уже имело место в Архангельской области. Теплой зимой 2006/07 года в ряде областей Севера Европейской территории России (в частности в Костромской области) возникли серьезные проблемы с вывозом леса по зимним дорогам. Если срубленный лес не вывозится, это не только ведет к потерям древесины, но также создает условия для размножения вредителей леса.

Вероятным последствием изменения климата является возможность увеличения лесных пожаров. К 2015 году для большей части территории России увеличение числа дней с пожароопасной обста-

новкой составит до 5 дней за сезон. Сильнее всего увеличится продолжительность пожароопасной обстановки (более чем 7 дней за сезон) на юге Ханты-Мансийского автономного округа, в Курганской, Омской, Новосибирской, Кемеровской и Томской области, в Красноярском и Алтайском крае, в Республике Саха (Якутия)¹⁵.

Экономика Китая, по мнению специалистов, очень чувствительна к изменениям климата. Прежде всего это связано с неравномерностью распределения водных ресурсов, которые пока в изобилии имеются в южной части страны, в то время как западные и северные районы страдают от дефицита воды и опустынивания. Изменение климата ведет к таянию ледников, питающих большинство главных китайских рек. Уже сегодня наблюдается тенденция усиления частоты и интенсивности тайфунов и штормов, которые всегда создавали проблемы для экономики прибрежной части страны. В дальнейшем эти тенденции будут только усиливаться.

Нестабильность водоснабжения может привести к обострению продовольственной проблемы, которая остается социально значимой для Китая с его огромным населением. Водные ресурсы играют важнейшую роль не только в сельском хозяйстве и жилищно-коммунальном секторе страны, но и в электроэнергетике и ряде отраслей промышленности. Ведь именно в Китае строится крупнейшая в мире гидроэлектростанция на реке Янцзы. Вопрос влияния изменений климата на экономику Китая и варианты развития энергетики этой страны на ближайшие десятилетия сейчас активно исследуется. В частности, этому будет посвящен специальный доклад Мирового энергетического агентства¹⁶.

Для экономики стран Центральной Азии проблема дефицита и неравномерности обеспечения водными ресурсами является наиболее критичной, особенно там, где реки питаются высокогорными ледниками, а равнинные территории покрыты пустынями и страдают от эрозии и засоленности почвы. В результате в горных и предгорных районах усиливается угроза схода разрушительных селевых потоков, что нужно учитывать при строительстве новых зданий и целых поселений, кроме того, необходимо принимать меры по защите существующих городов и поселков.

12 Материалы к Стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. с. 39–40.

13 Материалы к Стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. с. 38.

14 Четвертое Национальное сообщение Российской Федерации по Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и Киотскому протоколу, 2006. – М.: Росгидромет, 2005. с. 85. www.unfccc.int

15 Материалы к Стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 годов и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. с. 13.

16 World Energy Outlook 2007, China and India Insights, IEA, 2007 (in print). www.iea.org

Сводная оценка проблем, связанных с водными ресурсами и продовольствием и вызванных изменением климата на различное число градусов

Рост средней глобальной температуры от уровня начала XX века	Водные ресурсы	Продовольствие
1 °C	Полностью исчезают небольшие горные ледники, что вызывает проблемы в водоснабжении 50 млн человек	Незначительный рост урожайности зерновых в средних широтах
2 °C	На 20–30 % сокращаются водные ресурсы в ряде особо чувствительных регионов, например в Южной Африке, Средиземноморье, Центральной Азии, северных районах Индии и Китая	Резкое сокращение урожаев сельскохозяйственных культур в некоторых тропических регионах и развивающихся странах, подверженных засухам
3 °C	Каждые 10 лет в южной Европе происходят серьезные засухи. 1–4 млрд человек вынуждены сократить потребление воды, при этом 1–5 млрд проживают в зонах с риском наводнений	Под угрозой голода находится дополнительно 150–550 млн человек. Урожаи сельскохозяйственных культур в высоких широтах достигают максимума
4 °C	Потенциальное сокращение водных ресурсов в Южной Африке и Средиземноморье, Центральной Азии, северных районах Индии и Китая на 30–50 %.	На 15–35 % сокращаются урожаи в некоторых тропических регионах и развивающихся странах, подверженных засухам. Из сельскохозяйственного производства исключаются целые регионы
5 °C	Возможно исчезновение крупных ледников в Гималаях, что влечет проблемы в водоснабжении четверти населения Китая и сотен миллионов человек в Индии	Продолжающийся рост кислотности океанов серьезно угрожает морским экосистемам, и, возможно, рыбным ресурсам

По данным Stern N., 2006. The Economics of Climate Change. Cambridge University Press, 610 pp. www.sternreview.org.uk

Всемирно известным трагическим примером нехватки пресной воды и воздействия человека является пересыхание Аральского моря, с точки зрения водных ресурсов рассмотренное в предыдущей главе. Бывший порт Муйнак сейчас отделяют от воды 150 км песков. Какое-то время рыбоперерабатывающие заводы работали на привозной рыбе, потом вся жизнь замерла, и люди были вынуждены уехать. Сейчас о былой жизни напоминают только остовы кораблей и заброшенные города. Более того, обнажившееся дно моря стало мощнейшим источником солевых аэрозолей, которые переносятся на большие расстояния, негативно влияют на здоровье людей и даже усиливают таяние ледников. Проблемы Центральной Азии, связанные с климатом, вероятно, являются больше социально-экономическими, чем экономическими, поэтому они более подробно рассмотрены ниже в главе 4.

3.2. Влияние на сельское хозяйство

Учитывая изменения роста численности населения планеты (1650 год – 0,5 млрд чел.; 1900 год – 1,6 млрд чел.; 1970 год – 3,6 млрд чел.; 1991 год – 5,4 млрд чел.; 2007 год – больше 7 млрд чел.), можно предположить, что возникает необходимость соответственного увеличения площадей сельскохозяйственных территорий на Земле – в частности тех площадей, которые распахиваются. Распаханные территории, окисляя органическое вещество почвы, выбрасывают в атмосферу большие объемы углекислого газа.

В целом **Центральная Азия и Китай** (в отличие от России) характеризуются высокой **рождаемостью и темпами роста населения**. Это усугубит сельскохозяйственные проблемы, которые возникнут в результате более частых и сильных засух и экстремально высокой температуры.

Посевная площадь сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех типов в России, млн гектаров

Годы	1980	1990	1995	2000	2003
Площадь	124,8	117,7	102,5	85,4	79,6

В **Китае** с 2000 года на 6,7 млн га увеличилась площадь земель, пострадавших от засухи (в частности в столичной провинции, в Северном Китае, во Внутренней Монголии), больше земель стало страдать от песчаных бурь¹⁷.

В **Монголии** значительно увеличилась частота и интенсивность засух. Особенно катастрофически были засухи 1999–2002 годов, когда пострадало до 70 % пастбищ и погибло около 12 млн голов скота. В предыдущие годы животных было очень много, а пастбища были истощены. Резкое увеличение численности скота произошло после приватизации стад в результате распада в стране коллективных хозяйств и централизованного регулирования, что привело к существенному истощению пастбищ. Все это явилось экономической основой массовой гибели животных, а климат (засухи) сыграл дополнительную роковую роль¹⁸.

Сводная оценка проблем с водными ресурсами и продовольствием, то есть фактически с состоянием сельского хозяйства, показывает, что резкое сокращение урожайности наступает в данных регионах уже при глобальном изменении температуры на 2 °С. Индикатор времени наступления бедственного положения – примерно 2030 год. Во второй половине века, по худшему сценарию развития событий (если повышение глобальной температуры достигнет 4 °С), большая часть **Центральной Азии** может полностью лишиться возможности сельскохозяйственного производства на нынешних технологиях. Потребуется внедрение передовых технологий культивации и орошения, новых сортов культур и т. п., что очень дорого для развивающихся стран.

Воздействие изменений климата на экономику стран Центральной Азии и Китая, прежде всего на

сельское хозяйство, будет многократно сильнее и негативнее, чем воздействие на экономику России. Это может породить очень серьезные продовольственные и социальные проблемы, «климатическую» миграцию миллионов людей, распространение болезней и т. д. Рассмотрению этих проблем посвящена Глава 4.

Россия. Наблюдаемое **сейчас** потепление климата **пока** оценивается как благоприятное для сельского хозяйства России. Оно привело к заметному уменьшению числа зим с опасными для озимых культур понижениями температуры воздуха. Во многих регионах **период вегетации растений увеличился на 5–10 дней**. Происходит удлинение вегетационного периода полевых культур. Например, в Ставропольском крае на 30 % повысилась расчетная урожайность зерновых культур, обусловленная климатическими условиями. Однако на фоне увеличения продолжительности вегетационного периода **в целом не наблюдалось увеличения продолжительности периода без заморозков**. Исключение составляют только северо-восточная часть Северо-Западного федерального округа, а также Центральный и Приволжский федеральный округ, где отмечено сокращение продолжительности периода без заморозков в среднем на 5–15 дней¹⁹.

При анализе влияния изменений климата на сельское хозяйство нужно четко разделять, что происходит сейчас, а что будет в будущем. Это принципиально важно: в частности, для большей части территории нашей страны ожидается смена тенденции со слабо позитивной на существенно негативную, что детально обсуждается в следующем разделе.

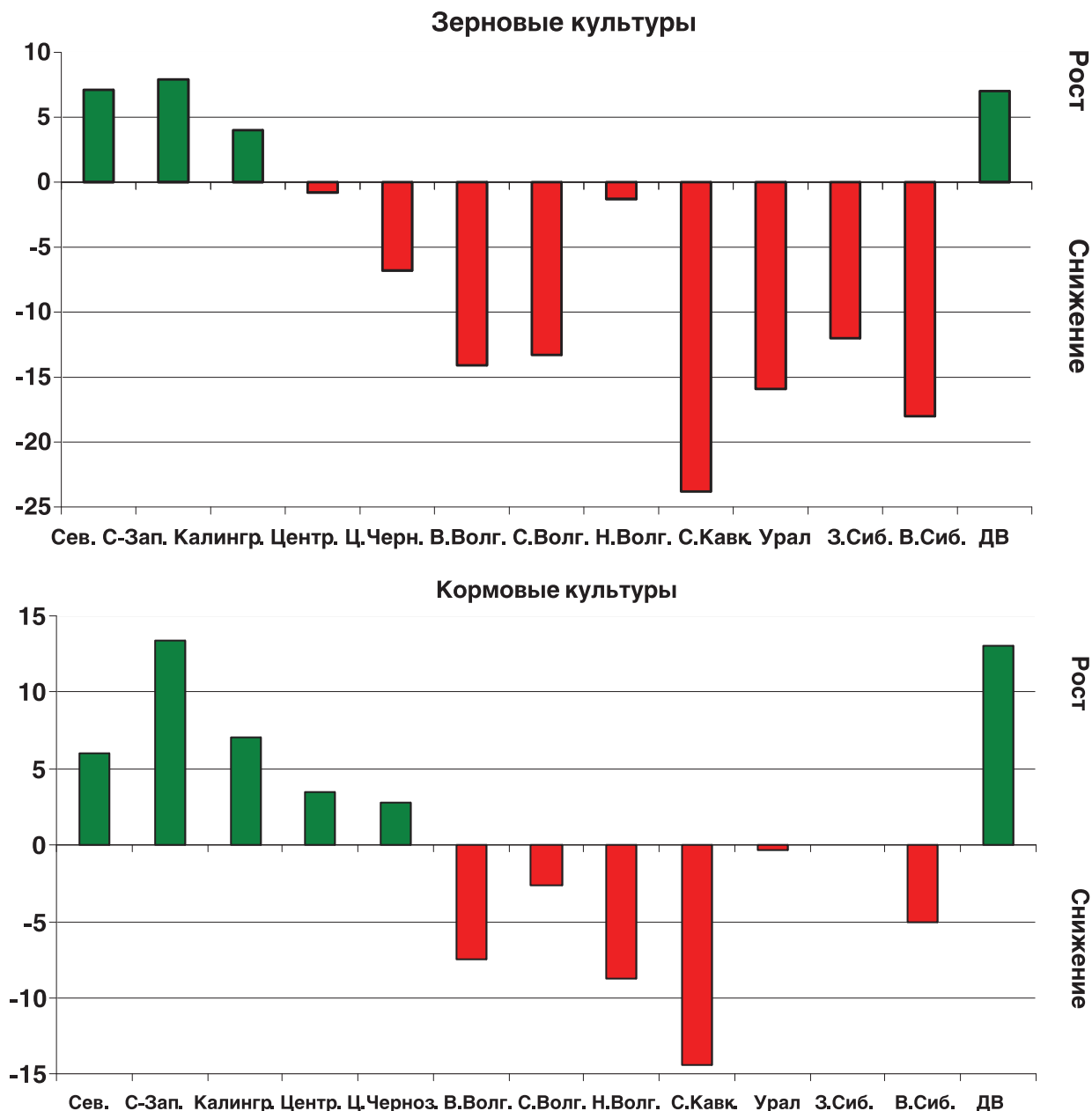
Некоторые сорняки могут распространяться в районы, расположенные в более высоких широтах. Су-

17 Zhai, P. and X. Pan, 2003: Trends in temperature extremes during 1951–1999. China. Geophys. Res. Lett., 30, 1913, doi: 10.1029/2003GL018004; Zhou, Y. H., 2003: Characteristics of weather and climate during drought periods in South China. Journal of Applied Meteorological Science, 14, S118–S125.

18 Batima, P., L. Natsagdorj, P. Gombluudev and B. Erdenetsetseg, 2005: Observed climate change in Mongolia. AIACC Working Paper, 13, 25 pp.

19 Материалы к Стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 годов и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. С.47.

Динамика обусловленной климатическими факторами урожайности сельскохозяйственных культур (отклонения в процентах от современного уровня): расчет на 2020 г. для различных экономико-географических регионов России



Материалы к Стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. С.53. Расчеты выполнены по сценарию HadCM3 A1FI (Хедли-Центр, метеослужба Англии)

существует также ряд данных, свидетельствующих о том, что **распространение болезней растений и насекомых-вредителей в сторону полюсов** приведет к увеличению опасности снижения урожайности сельскохозяйственных культур²⁰. В ряде восточ-

ных и южных регионов России участились засухи, что вызвало снижение урожайности. Засухи напрямую влияют на снижение кормовой базы, которая, в свою очередь, приводит к сокращению поголовья скота и массовой гибели диких животных. Так, например, в 2002 году летняя засуха в Читинской области уничтожила 70 % посевов, а бескормица привела к значительному сокращению численности скота.

²⁰ Изменение климата. Комплект информационных карточек по изменению климата. – М.: ЮНЕП, РКИК ООН, 2003, С.10.

При удвоении концентрации CO_2 в атмосфере (с 275 до 550 объемных частей на млн) на всей Европейской территории России может произойти увеличение первичной продукции от 0,5 т/га в степной зоне до 0,1–0,2 т/год в экосистемах южных тундр²¹. Аналогичные тенденции продуктивности на территории России были выявлены при анализе трендов испаряемости во второй половине XX века на основании связи испаряемости и годичной надземной первичной продукции²². Благодаря росту концентрации CO_2 биомасса будет расти активнее, но только до определенного предела. Затем удобряющий эффект CO_2 выходит на «плато», а негативное влияние жары, засух и т. п. приведет к снижению урожайности.

Площадь земледельческой зоны (с суммами температур 1 000 °C) возрастет примерно в 1,5 раза. Кроме того, большая территория позволяет проводить перераспределение посевных площадей²³. Но для России увеличение площади, пригодной для сельскохозяйственного использования, не является лимитирующим фактором: скорее наоборот, на протяжении последних двух–трех десятков лет происходит забрасывание ранее использовавшихся в сельском хозяйстве территорий. Так, с 1980 года их площадь уменьшилась в 1,6 раза, или на гигантскую площадь в 45 млн га²⁴.

В отличие от многих развитых стран, важный для России аспект – низкая эффективность сельскохозяйственного производства. За счет интенсификации сельское хозяйство может не только полностью преодолеть отрицательные последствия изменений климата, но и повысить продуктивность более чем на 80 % даже без учета роста содержания CO_2 в атмосфере²⁵. Но это вероятно, если рассматривать продуктивность в отрыве от возможного увеличения числа неблагоприятных климатических явлений. Засухи, опустынивание, эрозия и засоление почв,

заморозки и оттепели могут полностью ликвидировать положительный эффект. Однако предсказать реальный ход событий пока не может ни одна из имеющихся прогностических моделей. Остается только организовать специальные мониторинговые наблюдения за резкими изменениями в экосистемах, причем любой направленности. **Общая тенденция изменения климата для страны может характеризоваться как потепление с усилением засушливости**²⁶.

Ожидаемый рост засушливости климата может привести к снижению урожайности в основных зернопроизводящих районах. На Северном Кавказе, в Поволжье, на Урале, на территории Центрально-Черноземного региона, на юге Западной Сибири и в Алтайском крае при сохранении существующих технологий сельскохозяйственного производства вероятно значительное снижение урожайности зерновых и кормовых культур. Так, **падение урожайности на величину до 22 % от существующего уровня для зерновых культур может произойти на Северном Кавказе**. В Поволжье, на Урале и на юге Западной Сибири возможное снижение урожайности зерновых культур может оказаться на уровне 13, 14 и 12 % от существующего уровня соответственно. На территории достаточно увлажненного Центрально-Черноземного региона возможно снижение урожайности как кормовых, так и зерновых культур в меньших размерах: от 7 до 7,5 %²⁷.

Вероятно усиление процессов **опустынивания и засоления почв**, которые уже идут **в южных регионах России и в сопредельных странах**. Потенциально подверженными к выбыванию из сельскохозяйственного оборота являются почвы большей или меньшей степени засоленности. Их суммарная площадь в России составляет 56 млн га: 45,5 млн га в сухостепной и 11,5 млн га в полупустынной зоне, что составляет более 12,7 % от площади земель сельскохозяйственного назначения (от 440 млн га) и 29,4 % от площади сельскохозяйственных угодий²⁸. Возможны переходы менее соленых почв в более соленые. Вероятно, будут усиливаться про-

21 Денисенко Е. А., Турков Д. В. Влияние изменений климата на экосистемы Европейской России. Известия АН. Сер. Географическая. 2004. – № 1.

22 Минин А. А. Климат и экосистемы суши: взаимосвязи и пространственно-временная изменчивость состояний. Итоги науки и техники. Сер. метеорол. и климатол. – М.: ВИНТИ, 1991, Т.19.

23 Изразль Ю. А., Сиротенко О. Д. Моделирование влияния изменений климата на продуктивность сельского хозяйства России. – Метеорология и гидрология. 2003. № 6.

24 Бобылев С. Н. Воздействие изменения климата на сельское хозяйство и водные ресурсы России – М.: Фонд защиты природы, 2003. – 35 с

25 Изразль Ю. А., Сиротенко О. Д. Моделирование влияния изменений климата на продуктивность сельского хозяйства России. Метеорология и гидрология. – 2003. – № 6.

26 Бобылев С. Н. Воздействие изменения климата на сельское хозяйство и водные ресурсы России – М.: Фонд защиты природы, 2003. – 35 с.

27 Материалы к Стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 годов и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. С.49.

28 Стеценко А. В. Возможности предотвращения негативных изменений в сельском хозяйстве с помощью экономических механизмов, заложенных в Киотском протоколе. – М.: МАКС Пресс, 2005. – 36 с.



цессы выветривания и вымывания органического вещества из почв.

Одним из факторов, влияющих на изменение концентрации органического вещества в почве и перехода органики в атмосферу в виде углекислого газа, является почвенное дыхание. Анаэробные (бескислородные) бактерии принимают участие в разложении органического вещества почвы, аккумулируя органику в самой почве и тем самым накапливая гумусовые вещества. После распашки сельскохозяйственных территорий увеличивается аэрация почв и меняется соотношение аэробных (кислородных) и анаэробных микроорганизмов в сторону аэробных. Последние также принимают участие в разложении органики, но в кислородной среде. Они способствуют окислению органического вещества и его превращению в углекислый газ, который вылетает из почвы в атмосферу. Можно сказать, что после распашки органическое вещество почв улетучивается. Наиболее крупные потери органического вещества почв связаны с эрозионными процессами, усилением минерализации и окислительных процессов при распашке. Так, например, наибольшие потери гумуса наблюдаются после распашки целины, достигая 30–40 % в первый год. Потери органического вещества в почве (гумуса) снижают возможности растений поглощать необходимые питательные элементы из почвы и тем самым снижают продуктивность и урожайность растений.

При рассмотрении масштабов потерь гумуса в пахотных почвах России, как правило, апеллируют к работам В. В. Докучаева. Он установил содержание и распределение гумуса в почвах черноземной зоны Европейской части России, составив карту изогумусовых полос. Карта показывает территории, обладающие максимальным содержанием гу-

муса – 13–16 %. В настоящее время столь высокого содержания гумуса в почвах России нет.

В Центрально-Черноземном экономическом районе содержание гумуса в пахотных почвах, по обобщенным данным ВАСХНИЛ за 90-е годы в сравнении с материалами, опубликованными В. В. Докучаевым в 1883 году, снизилась почти вдвое – с 10–14 % до 7–10 %²⁹. Значительные потери гумуса за последние 100 лет отмечены в черноземах восточной части Русской равнины. В Поволжье и Предуралье содержание гумуса снизилось с 13–16 % до 7–10 % и с 10–13 % до 4–7 %; в Центральных районах – с 10–13 % до 7–10 %. Уменьшение запасов гумуса в пахотном слое 0–30 см за 100 лет составило в лесостепных черноземах 90 т/га (0,7–0,9 т/га в год), в степных – 50–70 т/га (0,5–0,7 т/га в год). Сходные данные имеются и по другим почвам³⁰.

Для предотвращения эрозионных процессов почв, стабилизации или даже повышения урожайности и создания устойчивого к климатическим изменениям сельского хозяйства еще в конце XIX века В. В. Докучаев предложил выход, доказанный более чем столетним экспериментом в «Каменной степи». В этом хозяйстве на протяжении всего XX века стабильно получали урожаи, в среднем более высокие, чем в соседних. Требуется найти и соблюдать правильное соотношение пашни, воды и леса. Например, для степной зоны России необходимо приблизительно следующее соотношение: 15–20 % лесополос и 5–10 % водоемов. Еще 5–10 % отчуждается под населенные пункты и дороги, а остальную площадь могут занимать сельскохозяйственные угодья. Сейчас, увы, наблюдается совершенно иная пропорция. В южных сельскохозяйственных областях России средний процент земель, занятых лесами, составляет не более 2 % от площади сельскохозяйственных территорий. Несколько лучше положение в Воронежской области, где применялись разработки В. В. Докучаева: там лес занимает 4 %.

Создание защитных лесонасаждений повышает биоклиматический потенциал прилегающих земель, создавая устойчивый микроклимат. Единая система лесонасаждений с устойчивым микроклиматом способствует стабилизации климатических

29 Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Попов П.Д. Теория и практика использования органических удобрений. М.: Агропромиздат, 1987, 97с.

30 Орлов Д.С., Лозановская И.Н., Попов П.Д. Органическое вещество почв и органические удобрения. М.: Изд-во МГУ, 1985. 99с.

условий на больших территориях. Под защитой лесополос создаются условия для устойчивого земледелия, возрастает эффективный потенциал севооборотов по сравнению с открытым полем. Средняя урожайность сельскохозяйственных культур выше под защитой лесных полос, чем на открытых полях: для зерновых – на 18–23 %, для технических – на 20–26 %, для кормовых – на 29–41 %³¹. Повышается биоразнообразие – начиная с насекомых, способствующих опылению, и заканчивая млекопитающими, такими как зайцы и лисы.

В настоящее время вклад регионов Северного Кавказа в валовой сбор зерновых по стране составляет примерно 19,3 %, Поволжья – примерно 17,6 %, Урала – примерно 15,7 %, юга Западной Сибири – примерно 13,7 %, Центрально-Черноземного региона – 10,6 %.

Потери сбора зерновых для страны в целом, в случае непринятия мер противодействия предполагаемому повышению засушливости в главных зернопроизводящих регионах России к 2015 году могут составить примерно 11 %³². К середине века потери могут увеличиться до 20 % и более процентов от сегодняшней урожайности.

В зоне повышающейся вероятности усиления засушливых явлений (Северный Кавказ, Поволжье, Ростовская и Волгоградская область, степные районы Урала и Западной Сибири), адаптационные меры должны быть направлены на расширение посевов более засухоустойчивых культур – прежде всего кукурузы, подсолнечника, проса и др., расширение посевов засухоустойчивых озимых зерновых культур.

В этих регионах необходимо заблаговременное проведение значительных ирригационных работ, осуществление мероприятий, направленных на экономное расходование водных ресурсов и более широкое внедрение влагосберегающих технологий, создание защитных лесонасаждений.

31 Котлярова О. Г. Котлярова Е. Г. Лесомелиорация в ландшафтных системах земледелия / Агрлесомелиорация: проблемы, пути их решения, перспективы. – Волгоград, ВНИАЛМИ, 2001. – С. 118–120. (см. таблица – Динамика урожайности зерновых культур в восточных районах Белгородской области за 1981–2000 годы).

32 Материалы к Стратегическому прогнозу изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 годы и их влияния на отрасли экономики России. – М.: Росгидромет, 2005. С. 49.

4. СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Изменения климата влекут за собой значительные негативные последствия, особенно ярко проявляющиеся в таких ранимых местах, как Арктика, регионы, подверженные опустыниванию, островные и прибрежные территории с высокой плотностью населения. Происходит как прямое влияние за счет увеличения числа дней с аномально высокими или/и низкими температурами, количества наводнений, штормов, тайфунов, так и косвенное, опосредствованное влияние экологических или социально-экономических факторов (увеличение площади засушливых земель, уменьшение объемов качественной питьевой воды, появление «новых» болезней и др.). К косвенным факторам можно отнести и энергетическую бедность.

Oxfam провел несколько исследований в развивающихся странах на разных континентах. Бедные страны и слои населения по всему миру больше всего страдают от последствий изменения климата. Результаты наглядно говорят о сложном клубке проблем бедности, доступа к энергии, пресной воде, гендерных проблемах, и на все это негативно влияет изменение климата¹. В докладе организации Christian Aid² содержится предупреждение о том, что изменение климата угрожает целям развития миллиардов беднейших жителей планеты – например, из-за распространения малярии и развития других заболеваний в Африке, более частых засух и связанных с ними конфликтов в Кении, наводнений и подъема уровня океана в Бангладеш.

Снижение уязвимости бедных слоев населения к воздействию изменений климата потребует дополнительных ресурсов, как для сохранения средств существования и образа жизни людей, так и для будущего развития, учитывающего новые климатические факторы. Нужны как национальные планы



адаптации, так и международная помощь. Страны, несущие наибольшую историческую ответственность за изменения климата и имеющие ресурсы, должны оказывать эту помощь.

Одной из Целей развития тысячелетия (Millennium Development Goals), принятых странами ООН, является двукратное уменьшение числа бедных в мире в целом к 2015 году. Доступ к энергии на этом пути является ключевым фактором. В то же время угроза изменения климата несет в себе огромную дополнительную нагрузку на беднейшие слои населения, особенно в тех регионах, где их здоровье страдает от нехватки продовольствия или воды, подвержено воздействию СПИДа и других тяжелых болезней.

Именно энергетика, точнее, то, как она будет развиваться в ближайшие десятилетия, является главным инструментом решения проблемы изменения климата. Во всех сценариях развития энергетики провозглашается, что проблема энергетической бедности, безусловно, будет решена. Однако практическая реализация этого постулата не столь очевидна, особенно когда мировая энергетика находится под стрессом ускоренной модернизации и необходимости резкого снижения выбросов парниковых газов.

Поэтому ниже рассматриваются четыре тематических направления, последовательно показывающие все более жесткое и трагичное воздействие изменения климата на жизнь людей:

- энергетическая бедность,
- влияние изменения климата на здоровье,

¹ "Drought Management Considerations for Climate Change Adaptation in the Mekong Region: Part 1, Vietnam", by the People's Committee of Ninh Thuan, Oxfam-Vietnam and the Graduate School of Global Environmental Studies of Kyoto University, Japan, 2007. See http://www.oxfam.org.uk/resources/policy/climate_change/downloads/ninh_thaun_research.pdf See also "Up in Smoke? Asia and the Pacific" by the UK Working Group on Climate and Development at http://www.oxfam.org.uk/resources/policy/climate_change/asia_up_in_smoke.html

² The Climate of Poverty: Facts, Fears and Hope. Christian Aid, 2007. <http://www.christian-aid.org.uk/indepth/605caweek/index.htm>

- риск развития инфекционных заболеваний,
- вынужденная миграция.

Последняя, самая тяжелая стадия воздействия, более подробно иллюстрируется на примере Центральной Азии – региона, уже испытывающего на себе сильную нехватку воды.

4.1. Энергетическая бедность

Основными жертвами глобальных энергетических проблем являются беднейшие слои населения. Имея ограниченный доступ к энергии как таковой, они несут бремя недостаточного доступа и к иным благам, которые дает наличие энергии. Соответствующее требованиям времени энергоснабжение все еще недоступно более чем для 2 млрд жителей планеты. Современное энергоснабжение необходимо, чтобы помочь бедным слоям населения в соблюдении их прав на здоровье (пища и способы ее приготовления), на образование, на гендерное равенство, на сохранение привычного образа жизни (развитие сельского хозяйства). Все эти права в полной мере можно обеспечить только с помощью чистых энергетических технологий. В то же время применяемые способы производства, распространения и использования энергии имеют серьезное негативное влияние на окружающую среду и здоровье людей, в результате чего благополучие многих регионов и биоразнообразие в мире подвергаются опасности. Кроме того, нерешенные проблемы безопасного и стабильного снабжения потребителей нефтью и газом ведут к нарастанию политической нестабильности во многих регионах, усиливая грядущие риски для беднейших из них.

Доклад WWF, вышедший в 2007 году, наглядно показывает, что действующая политика в сфере производства электроэнергии и парадигма развития энергетики в целом не в состоянии адекватно решить энергетические проблемы беднейших регионов³. Требуется качественно иные подходы для удовлетворения потребности в энергии сельских жителей в большинстве развивающихся стран. Нужны доступные и ориентированные на умеренный спрос децентрализованные системы производства и распространения энергии, основанные преимущественно на возобновляемых источниках. Например, в Китае подключение сельских производителей и потребителей к общей сети ак-

тивно субсидируется городскими потребителями энергии.

В другом докладе, подготовленном WWF в сотрудничестве с Oxfam⁴ для африканских стран, показывается, что в Замбии и Кении гидроэнергетика способна дать максимальные преимущества при минимальных отрицательных воздействиях. В то же время негативное наследие экологических и социальных проблем, связанных с гидроэнергетическими объектами, должно помогать в выборе осторожных подходов.

Доклад WWF показывает, что потребность в энергии технически может быть удовлетворена без существенного увеличения выбросов парниковых газов. В докладе используется сценарий IPCC A1B (см. главу 1), согласно которому будет происходить сближение «богатых» и «бедных» стран с постепенным выравниванием имеющейся разницы в уровне развития. Предполагается трехкратное увеличение среднего обеспечения энергетическими услугами (освещение, тепло, пользование бытовыми электроприборами, транспорт и т. п.) к 2050 году.

Практически это означает, что в 2050 году средний житель планеты будет получать энергетические услуги, примерно равные среднему современному энергетическому обслуживанию жителя стран ОЭСР.

Ключевое отличие заключается в том, что для такого количества энергетических услуг требуется примерно половина от того объема энергии, который ушел бы на это сейчас.

4.2. Воздействие на здоровье, региональные особенности и социальные последствия

Северные регионы. Как отмечалось выше, сильнее всего изменения климата проявятся в Арктике, где особые опасения вызывает таяние и деградация многолетней мерзлоты. Эти явления представляют определенную эпидемиологическую опасность, так как возникает риск деформации инженерных водопроводно-канализационных систем.

Потепление климата уже оказывает неблагоприятное влияние на состояние здоровья и тради-

3 Climate Solutions. WWF's Vision for 2050. – WWF Intl., 2007. <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/220/>

4 Meeting Africa's Energy Needs – the Costs and Benefits of Hydropower. – WWF 2006. <http://assets.panda.org/downloads/africahydropowerreport2006.pdf>



ционное природопользование коренных народов Севера. Наиболее детально это явление изучено в северной Канаде, где во время аномально высоких температур воздуха (до 30 °С) у пожилых людей наблюдались изменения функции дыхания. На этих территориях из-за потепления климата уже стали возникать проблемы с сохранностью продуктов питания, в результате чего увеличивается число кишечных инфекционных заболеваний. Ожидается также увеличение и числа заболеваний. Возрастает число несчастных случаев во время охоты, связанных с уменьшением толщины льда. В России такие исследования отсутствуют, но опрос жителей Чукотки подтвердил, что коренные жители фиксируют негативные последствия потепления климата.

В арктическом регионе особенно явно социальные последствия проявятся по отношению к коренным малым народам Севера. Их традиционная социальная организация ориентирована как на выстраивание отношений между людьми, так и на поддержание равновесия с чрезвычайно уязвимой окружающей средой. Традиционные способы природопользования, являясь основой уникальных систем жизнеобеспечения северных этносов, представляют собой часть общечеловеческой культуры, древний и успешный опыт адаптации человеческих коллективов к экстремальной природной

среде, принципиально иной, чем опыт европейской цивилизации последних веков.

Другая причина возможного расширения ареала инфекционных заболеваний – это изменения путей миграции птиц, которые обычно перемещаются по одним и тем же маршрутам. Теперь же каждый год на Аляску прилетают экзотические азиатские виды, которые могут быть переносчиками тропических лихорадок.

Изменение климата создает благоприятную среду обитания в регионах, которые ранее не могли быть заселены. Случайное попадание в экосистему, происходящее с помощью человеческой деятельности, в результате может также привести к их распространению в данной экосистеме. Так, например, на Аляске некоторые виды живых организмов переместились в регион при выпуске кораблями балластных вод. Появление чужеродных видов или новых заболеваний может стать катастрофическим для рыбаков и местных жителей.

Сокращение толщины льда оказывает прямое воздействие на здоровье человека, приводя к травмам и смерти⁵. Несчастные случаи являются причиной значительного числа смертей среди корен-

5 Furgal, C., D. Martin and P. Gosselin, 2002: Climate change in Nunavik and Labrador: lessons from Inuit knowledge. *The Earth is Faster Now: Indigenous Observations on Arctic Environmental Change*, I. Krupnik and D. Jolly, Eds., ARCUS, Washington DC, 266–300.

Пути воздействия изменения климата на здоровье человека



Patz, J. A., McGeehin M. A., Bernard S. M., Ebi K. L., Epstein P. R., Grambsch A., Gubler D. J., Reiter P. The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the U.S. National Assessment. *Environmental Health Perspectives*, 108, 2000, p. 367–376; Хайнес А., Коватс Р. С., Кемпбелл-Лендрум Д., Корвалан К. Изменение климата и здоровье человека – воздействия, уязвимость и адаптация. Всемирная конференция по изменению климата: Москва, 29 сентября – 3 октября 2003 года. Труды конференции. – М., 2004. С. 307–322.

ных народов Севера. Многие сельские населенные пункты в Арктике связаны с другими поселениями только через море или по воздуху. В связи с тем, что воздушная связь с селениями во многих районах нерегулярна, поселки остаются изолированными на длительное время каждую осень и весну, когда в воде слишком много льда, чтобы идти на лодке, но он недостаточно прочен, чтобы ехать на санях с помощью собак или на снегоходах.

В те периоды, когда привычные способы охоты, рыбной ловли и переездов между поселениями ограничены, в некоторых общинах часто возникают перебои с завозом продовольствия и других товаров, не хватает местных запасов. За короткий период может разыгаться такой сильный шторм, что нормальная повседневная жизнедеятельность вне поселения будет очень трудна. Возросшее ощущение изолированности связано с участвовавшими случаями межличностных конфликтов, депрессии и других форм социального стресса⁶.

Южные регионы. На юге Европейской части России, юге Урала в летний период возможен су-

щественный рост температуры воздуха и снижение количества осадков, что может привести к увеличению засух. Социальные последствия опустынивания проявятся в увеличении заболеваемости и смертности населения, так как возрастет количество пыли, перемещаемой с пустынных и полупустынных территорий. При определенных условиях возможен перенос загрязнителей, включая аэрозоли, окись углерода, озон, пустынную пыль, грибковые споры и бактерии, пестициды, на значительные расстояния. В дни, последующие за пыльными бурями, повышается смертность, особенно от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний.

Другие социальные последствия – это недостаток воды для питьевых и санитарно-бытовых целей, засоление сельскохозяйственных почв, нехватка местных продуктов питания, а в результате – недостаток белков, микроэлементов и других необходимых компонентов питания. Даже в настоящее время в некоторых районах Калмыкии среднесуточное потребление воды на одного жителя составляет всего 7–10 литров.

Во время засухи возможно увеличение числа инфекционных заболеваний. Засуха влияет также на

6 Там же.



передачу некоторых болезней, переносимых комарами. Активность этих насекомых снижается, и возрастает число людей, не имеющих иммунитета. Когда засуха заканчивается, доля восприимчивых к инфицированию людей возрастает, при этом растет число заболевших. Но засуха может вызвать и рост численности комаров из-за сокращения числа животных, питающихся ими. Другие факторы, которые могут привести к кратковременному увеличению риска вспышек инфекционных заболеваний, включают застои и заражение дренажных каналов и маленьких рек.

4.3. Экстремальные погодные явления и их социальные последствия

Социальные последствия наводнений. Социальные последствия наводнений очевидны: это разрушение жилищного хозяйства, инженерных структур, производственных помещений, энергосетей, возрастание опасности появления вспышек инфекционных заболеваний (см. выше раздел 2.1). От наводнений, штормов, тайфунов, ураганов в России ежегодно гибнет до 1 тысячи человек, а число людей, получивших травму, посттравматический шок, неизвестно. Длительные психические нарушения возможны как у взрослого населения, так и у детей. От природных катастроф в последние годы в наибольшей степени пострадало население Якутии, Ставропольского, Краснодарского и Приморского края. В наибольшей степени от наводнений страдает население с низким социальным статусом.

Природные катаклизмы влекут за собой и такие непрямые последствия, как увеличение числа комаров в результате затопления территорий, активизацию клещей и других переносчиков инфекций,

увеличение периода их потенциальной инфекционной опасности, нарушение работы водопроводно-канализационных сооружений. В связи с этим возрастает и риск повышения кишечной инфекционной заболеваемости.

Наводнения также могут привести к загрязнению источников питьевого водоснабжения опасными химическими веществами из складских помещений ядохимикатов, хранилищ горюче-смазочных средств, нефтехранилищ и т. д. Например, ураган Катрина в США привел к утечке нефти из нефтеперерабатывающих заводов и складских резервуаров и выбросам вредных отходов, пестицидов и металлов.

Одно из самых масштабных наводнений произошло в 2001 году в городе Ленске в Республике Саха (Якутия)⁷. Наводнение на реке Лена в период с весны до августа 2001 года, последствия которого Президент Российской Федерации В. В. Путин назвал крупномасштабной трагедией, создало угрозу стабильному жизнеобеспечению и санитарно-эпидемиологическому благополучию свыше 38 тысяч граждан республики. В верховьях Лены наступило резкое потепление и прошли обильные дожди, в результате чего уровень воды поднялся на 2–2,5 м. В Ленске в течение 2 часов вода поднялась до самой высокой отметки за всю историю его существования – 20,03 см над минимальным зимним уровнем. По городу сплошной массой двигался разбитый лед, сметая на своем пути дома, дороги, линии электропередач. Город Ленск перестал существовать, была разрушена вся его инфраструктура и нефтебаза. В р. Лену вылилось 9 тысяч тонн нефтепродуктов, часть поселков была затоплена на 80 %.

Всего в паводок 2001 года в Якутии пострадало 59 населенных пунктов и 39 тысяч жителей, было разрушено около 8,5 тысяч жилых домов, 304 объекта коммунального хозяйства, 26 объектов соцкультбыта, 293 производственных объекта, 60 км дорог, 46 мостов и 52 плотины, 280 км линии связи, 239 трансформаторных станций, котельные. Погибло много скота и птицы, затоплены пашни и пастбища, повреждены 320 объектов сельского хозяйства. Общая сумма ущерба составила более 7 трлн рублей.

⁷ Здесь и далее информация по г. Ленск: Протоdjяков А. П. Эпидемиологические и организационные основы системы мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения в период ликвидации последствий наводнений (на модели наводнения 2001 года в г. Ленске): Автореф. диссертации доктора медицинских наук. – М., 2007.

В Ленске было полностью разрушено или повреждено 80 % жилого фонда, затоплено 95 % территории города, вода подступила к самому центру, окружив его с четырех сторон. В наводнении 2001 года значительно пострадали источники хозяйственно-питьевого водоснабжения, артезианские скважины, возникла реальная угроза тотального загрязнения водоносных горизонтов, а также водопроводов, обеспечивающих питьевой водой город Ленск. В целях профилактики возникновения кишечных инфекций работа водопроводов была приостановлена. Канализационные насосные станции, городские очистные сооружения также были затоплены; загрязнение питьевой воды привело к росту заболеваемости дизентерией и острыми кишечными инфекциями.

Наводнение 2001 года в Якутии негативно повлияло на заболеваемость вирусным гепатитом А. После многолетнего сокращения распространенности этой инфекции в республике заболеваемость вспыхнула с новой силой: число заболевших возросло в 30 раз. Ленский район отреагировал на наводнение 2001 года резким ростом показателя смертности – до 13,4 на 100 тысяч населения при 9,9 по республике.

Социальные последствия пожаров. Ожидаемое изменение климата в XXI веке может привести к увеличению числа пожаров. Гигантские пожары в Греции летом 2007 года привели к гибели людей: тысячи жителей юга этой страны остались без жилья, а влияние на здоровье пострадавшего населения еще предстоит оценить. В России в наибольшей степени могут пострадать жители юга Европейской части страны, некоторых лесистых регионов Сибири и Дальнего Востока. Пожары в Хабаровском крае, приведшие к интенсивному загрязнению атмосферного воздуха, вызывают многочисленные жалобы населения на ухудшение состояния здоровья.

Влияние изменения климата на здоровье населения в городах. В городах изменение климата рассматривается как один из ведущих факторов риска, оказывающих влияние на здоровье населения наряду с такими традиционными факторами риска индустриальной эпохи, как загрязнение атмосферного воздуха и питьевой воды, курение, наркотические вещества и другие. По оценкам ВОЗ, климатические изменения в настоящее время являются



причиной до 150 тысяч преждевременных смертей в мире и 55 млн лет нетрудоспособности/год (0,3 % от общего числа смертей и 0,4 % лет нетрудоспособности соответственно).

Генеральный директор ВОЗ Маргарет Чен считает, что «системы здравоохранения во всех странах должны быть ориентированы на работу в условиях меняющегося климата».

Экстремально высокие и низкие температуры (волны тепла и холода). Изменение климата сопровождается увеличением числа дней с аномально высокой и низкой температурой. Устойчивая продолжительная жаркая погода вызывает увеличение смертности и заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями. Интенсивная жара августа 2003 года повлекла за собой около 15 тысяч смертей во Франции и 35 тысяч смертей в Бельгии, Чехии, Германии, Италии, Португалии, Испании, Швейцарии, Голландии и Великобритании. Данные более 50 европейских исследований смертности населения в периоды летней жары показали, что наиболее высоки показатели среди пожилых людей, страдающих хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, диабетом, а также госпитализированных лиц, лю-

дей, проживающих на верхних этажах, в городах по сравнению с пригородом.

В жаркие дни прослеживалась также связь с обострением течения различных сердечно-сосудистых заболеваний (например стенокардии), появлением болей в грудной клетке, головной боли, головокружений, тошноты, чувства усталости и т. д. К группам наибольшего риска относят детей младшего возраста, людей пенсионного возраста, лиц, профессиональная деятельность которых связана с пребыванием на открытом воздухе и людей с низким уровнем доходов. В крупных городах группой риска являются также люди, живущие или работающие в «островах тепла».

Местные факторы (климат, особенности рельефа, размеры «теплового острова» в городе, доход и доля пожилых людей) важны в определении основных взаимоотношений между температурой и смертностью населения. Высокие температуры являются причиной от 1 до 10% смертей ежегодно среди старших возрастных групп в Европе. Исследования, проведенные в Москве и Твери, также подтвердили негативное влияние изменения климата на здоровье горожан. В Твери установлена связь между числом обращений за экстренной медицинской помощью, общей смертностью и смертностью от ряда причин (цереброваскулярные нарушения, травмы, утопления и самоубийства) и температурой воздуха в летний период.

Во время жары при увеличении максимальной дневной температуры на 10 °С число обращений и смертность от отдельных причин возрастают на 100 %, общая смертность – на 8 %⁸.

В июле 2001 года Москва пережила необычайно продолжительную тепловую волну, во время которой среднесуточные значения температуры превышали порог 25 °С в течение 9 последовательных суток (при средней многолетней норме 3 суток). В максимуме этой волны 23 июля 2001 года суточная смертность достигла рекордно высокого значения – она превысила среднее многолетнее значение смертности для июля на 93 %⁹.

8 Ревич Б. А., Шапошников Д. А. Высокие температуры воздуха в городах – реальная угроза здоровью населения. В кн.: Изменение климата и здоровье России в XXI веке. М.: Издат. тов-во «АдамантЪ», 2004. С. 175–184.

9 Ревич Б. А., Шапошников Д. А. Климатические условия, качество атмосферного воздуха и смертность в Москве в 2000–2006 годах.

28 мая 2007 года стало в Москве самым жарким майским днем за 120 лет метеонаблюдений. Для сравнения укажем, что во время «чикагской жары» число смертей в среднем в сутки превысило среднее многолетнее значение на 85 %¹⁰.

Потепление климата, согласно экспертным оценкам, может стать причиной от 4 до 28,8 тысяч случаев смертельных исходов в год, особенно среди лиц пожилого возраста. В дни высоких температур увеличиваются и концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, причем уровень загрязнения тесно связан как с температурой того же дня, так и предыдущих дней. В дни наиболее высоких температур в Москве концентрации диоксида азота, озона и мелкодисперсных частиц (PM10) точно повторяли ход температурной кривой¹¹.

Особо опасная ситуация в дни жары может сложиться в городах с крупными источниками загрязнения и плохими условиями рассеивания загрязняющих веществ – Магнитогорске, Норильске, Чите и многих других населенных пунктах. Опасность совместного влияния высоких температур и высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения в ближайшие годы может значительно возрасти. В энергетическом балансе страны ожидается увеличение доли наиболее грязного топлива (угля) – до 2 раз, особенно на юге Западной Сибири, где во многих городах ситуация с загрязнением воздуха неблагоприятна и сейчас.

Постоянное увеличение стоимости газа может вызвать массовый перевод производственных и коммунальных котельных на сжигание угля. Эти процессы неизбежно приведут к ухудшению качества атмосферного воздуха в населенных пунктах, произойдет рост концентрации взвешенных веществ, в том числе и наиболее опасных, размером до 2,5 и 10 микрон, диоксида серы, ряда токсичных металлов. В 2010 году возможен дополнительный выброс 2,3 млн т

В кн.: Климат, качество воздуха и здоровье населения Москвы, 2006. С. 102–140.

10 McGeehin M. A., Mirabelli M. 2001. The potential impacts of climate variability and change on temperature-related morbidity and mortality in the United States. Environ. Health Perspect. 109. suppl. 2. P. 185–189.

11 Ревич Б. А., Шапошников Д. А. Климатические условия, качество атмосферного воздуха и смертность в Москве в 2000–2006 годах. В кн.: Климат, качество воздуха и здоровье населения Москвы, 2006. С. 102–140.

твердых веществ, 1,3 млн т диоксида серы и 0,4 млн т диоксида азота.

На фоне этих неблагоприятных тенденций эксперты прогнозируют дополнительное сокращение средней продолжительности жизни россиян на 2 года, то есть будут сведены на нет практически все усилия по выводу страны из демографического кризиса, если здоровье россиян продается за границу в виде дорогого газа¹².

Происходящее потепление климата, увеличение количества аномально жарких и холодных дней оказывает влияние на уровень смертности населения, особенно пожилого возраста. Для уменьшения этих негативных последствий необходимо внедрение широкого комплекса профилактических мероприятий.

Весьма интересен в этом плане опыт Франции. Министерство здравоохранения этой страны разработало специальный план действий во время жары, в котором приведены уровни ее опасности для здоровья населения (бдительность, явная тревога, реализация мероприятий, мобилизация дополнительных сил), организационные схемы действий. Планируется информирование населения о правилах поведения во время жары (одежда, питание, образ жизни, трудовая деятельность), реорганизация работы скорой медицинской помощи, патронажная деятельность по отношению к пожилым людям, а также людям с тяжелыми сердечно-сосудистыми заболеваниями, заболеваниями органов дыхания и многое другое.

Пример для России

Во Франции имеется так называемый Голубой план, который предусматривает организацию прохладных комнат с кондиционированным воздухом в домах престарелых и учреждениях здравоохранения. За счет бюджета ведется покупка кондиционеров, чтобы в каждом таком здании была комната с температурой воздуха не выше 25 °С.

Другой, Белый план Минздрава Франции нацелен на дополнительные мероприятия в лечебных учреждениях, дополнительное оснащение скорой медицинской службы.

На основании Национального плана действий Франции в этой стране были разработаны местные планы действий на уровне префектур.

Минздрав Италии в 2007 году разработал комплекс мероприятий по защите населения (прежде всего пожилого) от жары. Вслед за этими странами и другие государства Европы разработали планы действий по предотвращению негативного влияния жары на здоровье населения.

4.4. Изменение климата как фактор риска развития инфекционных заболеваний

Климатические изменения, даже не очень значительные, могут нарушать баланс некоторых видов в экосистемах, приводя другие виды на грань исчезновения и позволяя новым видам входить в экосистему. Распространители инфекционных заболеваний растений, животных и людей – составные части всех экосистем, которые могут расти, сокращаться или распространяться в новых регионах в результате изменения климата. Изменение климата часто дает возможности для видов перемещаться в новые регионы. Виды могут занимать регион, мигрируя из смежных территорий, либо случайно или намеренно переноситься человеком.

Острые кишечные заболевания. Потепление климата – один из факторов риска разных острых кишечных инфекций. В ряде стран увеличение среднемесячной температуры в последние годы уже привело к росту числа случаев заболеваний бактериальной дизентерией, сальмонеллезом и т.п. Контакт пищи с вредителями, особенно мухами, грызунами и тараканами, также зависит от температуры. Температура влияет на активность мух больше, чем биотические факторы. В странах с умеренным климатом теплая погода и умеренная зима часто повышают численность мух и других вредителей в летние месяцы, при этом вредители появляются уже в начале весны.

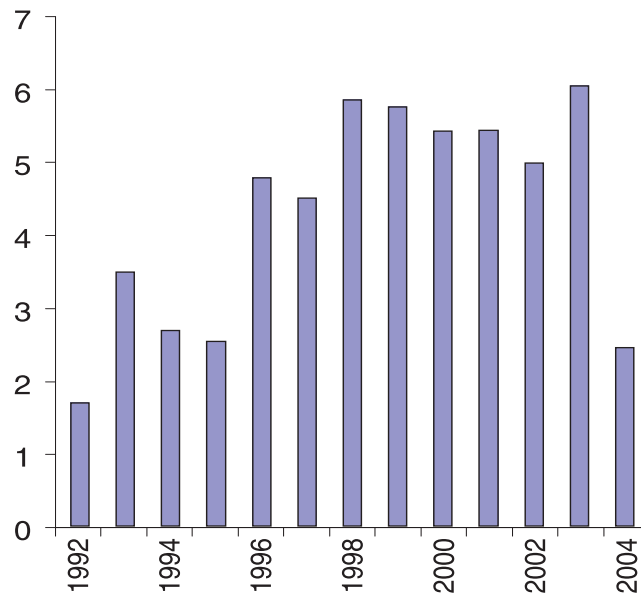
Доступ к чистой воде остается важным вопросом обеспечения здоровья населения, так как более 20 % исследованных Роспотребнадзором образцов воды из поверхностных источников питьевого водоснабжения не отвечает гигиеническим требованиям.

Дизентерия наиболее распространена на территориях, где до сих пор не налажено добро-

12 Бобылев С. Н., Голуб А. А., Ксенофонтов М. Ю., Некрасов А. С., Сидоренко В. Н., Синяк Ю. В., Струкова Е. Б. Ожидаемое воздействие изменения структуры топливного баланса электростанций на здоровье населения России // Проблемы прогнозирования, 2004. – № 6. С. 99–113.

Заболееваемость иксодовым клещевым боррелиозом в Российской Федерации в 1992–2004 годах, число заболевших на 100 тысяч человек

(В 1999–2003 годы средняя температура в России была примерно на 0,5 °С выше, чем в 1992–1998 годы, 2004 год был более холодным, чем предыдущие годы)



Рудакова С. А. Иксодовые клещевые боррелиозы в сочетанных природных очагах трансмиссивных инфекций Западной Сибири: Автореф. дисс. докт. мед. наук, 2007.

качественное водоснабжение населения. Это Республика Тыва, Бурятия, Удмуртия, Марий Эл, Удмуртия, Читинская, Тюменская и Сахалинская область.

Особенно страдает от недостатка качественной воды население с низким доходом.

Изменения климата создают дополнительные сложности нормальной работе систем водоснабжения. Хорошо отрегулированная общественная система водоснабжения должна быть способна выдерживать крайности климата. С одной стороны, при засухе уменьшение количества осадков ведет к снижению поверхностного водного стока, что, в свою очередь, сказывается на качестве поверхностных источников питьевого водоснабжения. Нерегулярное водоснабжение, столь характерное для ряда населенных пунктов юга России, Дальнего Востока, ведет к нарушению нормальных санитарно-бытовых условий проживания людей.

Природно-очаговые инфекционные болезни. Природно-очаговые болезни – это группа заболеваний, характеризующихся специфическими чертами эпидемического процесса, при котором возбудители передаются с помощью какого-либо переносчика (комара, клеща, мухи) через воду и пищу. Они

наблюдаются повсеместно. Потепление климата приводит к изменению условий их распространения. Меняются условия существования переносчиков трансмиссивных болезней и условия развития возбудителей в переносчике, что влечет за собой изменение передачи многих болезней человека и животных, распространяющихся при посредстве членистоногих переносчиков – комаров, блох, клещей и других. Увеличение температуры ускоряет развитие возбудителя в организме переносчика, а сам процесс передачи делает более эффективным, облегчается передача заболевания и расширяется его географическое распространение.

Изменения климата в наибольшей степени влияют на тех возбудителей болезней, чей жизненный цикл связан с более или менее длительным существованием во внешней среде и, следовательно, с определенными требованиями к ее условиям и наличием адаптаций к их изменениям. К ним относятся возбудители таких заболеваний, как чума, туляремия, лептоспироз и других инфекций.

Климатические изменения распространения природно-очаговых инфекций происходят на фоне действия различных факторов неклиматической природы: экологических, демографических и социально-экономических. В частности, заболе-



ваемость клещевым энцефалитом зависит от объемов вакцинации, подавления очагов методами неспецифической профилактики, от происходящего увеличения частоты контактов населения, в первую очередь городского, с возбудителями и переносчиками на садово-огородных участках.

Клещевой энцефалит. За последнюю четверть XX века заболеваемость клещевым энцефалитом в России возросла в 9 раз и достигла 10 тысяч случаев в год. Вследствие потепления климата происходит увеличение продуктивности лесных биогеоценозов, ускоренное развитие клещей, увеличение периода их активности, рост численности «хозяев» клещей. Рост произошел в основном на Урале и в Сибири, при этом расширяется ареал клещевого энцефалита. Доказаны связи между климатическими условиями и численностью клещей в Красноярском крае¹³.

В другом сибирском регионе – Иркутской области температура февраля за последние годы по-

высилась на 6 °С и достигла +11 °С, а длительность безморозного периода увеличилась с 90–100 до 120–130 дней. По многолетним наблюдениям (1956–2003 годы), число иксодовых клещей возросло в 57,5 раза, а заболеваемость – в 40,2 раза. В качестве причин, приведших к росту заболеваемости клещевым энцефалитом, называют также освоение лесных массивов под дачные участки, более частый выезд горожан на природу для отдыха, сбора грибов, ягод и т. д., что способствует повышению контакта населения, прежде всего городского, с клещами. Это привело к тому, что в настоящее время доля заболевших городских жителей достигает 70–80 %¹⁴.

Лето 2007 года стало рекордным по числу людей, укушенных клещом. В медицинские учреждения обратилось более 300 тысяч человек, в том числе 73 тысячи детей. Диагноз «клещевой энцефалит», по данным на конец августа, был поставлен

¹³ Коротков Ю. С., Акулова Л. М., Хазова Т. Г., Килина А. И., Кисленко Г. С., Чунихин С. П. Циклические изменения численности таежного клеща в заповеднике «Столбы». Медицинская паразитология и паразитарные болезни, 1992, «3, с.7–10.

¹⁴ Злобин В. И. Клещевой энцефалит в Российской Федерации: современное состояние проблемы и стратегия профилактики. Вопросы вирусологии. – 2005. – №3. С. 26–31.



2 367 людям, что почти в 2 раза больше, чем в предыдущем году. 35 случаев заболевания кончились летальным исходом, из них наибольшее количество – в Новосибирской области, Приморском и Красноярском крае. К сожалению, многие регионы страны не заказали вовремя противоклещевую вакцину и противоклещевой иммуноглобулин, что значительно осложнило своевременное лечение пострадавших.

Клещевые боррелиозы (болезнь Лайма). Данное заболевание отмечается в России с начала 1990-х годов, и с того времени частота этого заболевания за 15 лет возросла почти в 2 раза. Имеющиеся данные говорят о явной связи этого заболевания с ростом температуры. В жаркое время года в Иркутске произошел рост заболеваемости клещевым боррелиозом¹⁵.

Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС). С середины 1980-х годов число этих заболеваний увеличилось более чем в 3 раза. Одна из причин наблюдаемого эффекта – повышение температуры и количества осадков в умеренных широтах Европы.

В Удмуртии за последние 30 лет среднегодовая температура поднялась на 0,6 °С, среднегодовое количество осадков увеличилось с 501 до 650 мм, толщина снежного покрова в феврале – марте возросла с 33 до 48 см. Эти климатические изменения способствовали росту численности популяций европейской рыжей полевки – основного резервуара возбудителя ГЛПС в природных очагах. Это заболевание связано и с тем,

что горожане стали чаще посещать лес, где возрастала возможность контакта с переносчиком инфекции¹⁶.

Крымская геморрагическая лихорадка. Это заболевание периодически регистрируется в южных регионах страны. Рост случаев этого заболевания отмечен с 2000 года, когда оно было зарегистрировано в Калмыкии, Волгоградской области и Дагестане, что связывают с расширением ареала клеща-переносчика¹⁷. В последние годы распространенность этого заболевания увеличилась, и в 2007 году было выявлено уже 1973 случая.

Лихорадка Западного Нила. Потепление климата ведет к улучшению условий обитания местных комаров, являющихся переносчиками вирусов, что способствует формированию новых природных очагов комариных лихорадок, в том числе лихорадки Западного Нила.

В 1999 году произошла эпидемическая вспышка лихорадки Западного Нила в Волгоградской и Астраханской области (394 и 95 человек соответственно было госпитализировано; в предыдущие и последующие годы – на порядок ниже). Вспышка связана с тем, что этот год был самым теплым в XX веке. В 2007 году 54 случая лихорадки возникло в Волгоградской области, 41 случай – в Астраханской и 11 случаев – в Ростовской области, что объясняют жаркой погодой и идеальными условиями размножения комаров.

Ожидается возникновение природных очагов и проявление клинических случаев лихорадки Западного Нила в Саратовской, Самарской, Оренбургской, Воронежской, Курской, Белгородской, Омской и Новосибирской области, Алтайском крае, и этот прогноз уже сбывается: единичные случаи заболевания зафиксированы в Новосибирской области¹⁸.

¹⁶ Бернштейн А. Д., Алекина Н. С., Коротков Ю. С., Демина В. Т., Хворенков А. В. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом: экологические предпосылки активизации европейских лесных очагов. В кн.: Изменение климата и здоровье России в XXI веке. – М.: Издат. тов-во «АдамантЪ», 2004. С. 105–113.

¹⁷ Бутенко А. М., Ларичев В. Ф. Влияние климата на активность и распространение очагов крымской геморрагической лихорадки (КГЛ) в северной части ареала вируса КГЛ. В кн.: Изменение климата и здоровье России в XXI веке. – М.: Издат. тов-во «АдамантЪ», 2004. С. 134–138.

¹⁸ Платонов А. Е. Влияние погодных условий на эпидемиологию трансмиссивных инфекций (на примере лихорадки Западного Нила в России). Вестник РАМН. –2006. – № 2. С. 25–29; Платонова Л. В., Михеев В. Н., Локтев В. Б., Кононова Ю. В., Шестопалов А. М., Дупал Т. А. О первых результатах эпидемиологического мониторинга лихорадки Западного Нила в Новосибирской области. Сибирь-Восток. – 2006. – №3. С. 45–48.

¹⁵ Антов К. А., Малов И. В., Злобин В. И., Коган В. М., Козлова И. В. Клещевой риккетсиоз в Прибайкалье // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2004, том 3, №1. С. 66–71.

Малярия. Согласно последним оценкам экспертов, потенциальный ареал малярии в XXI веке при потеплении климата расширится в основном к северу. На территориях, где малярия человека эндемична, увеличится длительность сезона передачи. Значительно увеличится число людей, проживающих в зонах с большим риском заражения малярией. Если сейчас на территориях, где потенциально существует возможность инфицирования, проживает 2 400 млн человек, что составляет около 40 % населения земного шара, то к 2080 году это число увеличится, по различным оценкам, еще на 220–400 млн человек. Новые риски, как и во многих других случаях, коснутся в первую очередь стран с низким уровнем жизни.

За последние 15–20 лет существенно изменилась структура завоза малярии в Россию. До 1995 года преобладал завоз из стран дальнего зарубежья, но в 1996 году масштабы завоза из стран ближнего и дальнего зарубежья сравнялись. В последующие годы было зафиксировано больше случаев завоза малярии из стран ближнего зарубежья, преимущественно из Таджикистана и Азербайджана. В Санкт-Петербурге число завозных случаев малярии с 1987–1992 годов до 1997–2001 годов выросло почти в 3 раза¹⁹.

Изменения климата, произошедшие в XX веке на территории стран СНГ и Балтии, сказались на ареалах переносчиков и условиях развития возбудителей в организме переносчиков²⁰. Эти изменения были оценены расчетным методом с использованием прикладных климатических индексов, определяющих условия существования переносчиков и возбудителей в зависимости от температуры воздуха в приповерхностном слое атмосферы и суммы осадков. Северные границы ареалов малярийных комаров сдвинутся к северу, возможно замещение северных популяций южными.

Для отдельных территорий страны влияние потепления климата на частоту малярии уже очевидно. Так, произошла трансформация эпидемиологической обстановки по малярии в Московском регионе. В результате нескольких эпидемиологических се-

зонов с необычно ранними высокими среднесуточными температурами, обусловившими накопление значительных сумм эффективных температур, резко увеличилось число случаев малярии.

После ликвидации малярии в Московской области вновь это заболевание появилось в 1972 году, и в период с 1999 по 2005 год было зарегистрировано уже 379 случаев паразитологически подтвержденной местной трехдневной малярии. После 1988 года на фоне увеличения средних суточных эффективных температур в Московской области произошло увеличение доли благоприятных сезонов для передачи трехдневной малярии при уменьшении повторяемости неблагоприятных сезонов, увеличилась средняя длительность сезонов эффективной заражаемости комаров, дата наступления первого заболевания малярией сдвинулась на более ранние сроки²¹.

Шистоматоз. Распространение шистосомоза, паразитарной болезни, связанной с водой, водными улитками, выступающими в качестве промежуточных носителей, может находиться под влиянием климатических факторов. Недавние исследования показывают увеличение количества случаев заболевания шистосомозом за последнее десятилетие, что может отражать общую тенденцию к потеплению климата, так как граница промерзания передвинулась к северу, подвергнув дополнительные 20,7 млн человек риску этого заболевания.

4.5. Проблемы изменения условий жизни и вынужденной миграции

Сигналы о сильно негативных изменениях условий жизни идут со всех уголков планеты, но действительно катастрофический характер ситуация может принимать в беднейших странах. В частности, малое островное государство Тувалу уже дважды запрашивало правительство Австралии об оказании содействия по размещению беженцев, пострадавших от изменений климата. Пока правительство Австралии отказало им в помощи, тогда как Новая Зеландия согласилась выделить квоту на прием жителей Тувалу в качестве беженцев.

19 Антонов В. М. Клинико-эпидемиологическая характеристика завозных случаев малярии в Санкт-Петербурге: Автореферат дис. канд. мед. наук. – СПб, 2004. – 22 с.

20 Семенов С. М., Ясюкевич В. В., Гельвер Е. С. Выявление климатогенных изменений. – М.: Издательский центр «Метеорология и гидрология», 2006. – 324 с.

21 Миронова В. А. Тенденции изменения климата и малярия в Московском регионе // Медпаразитология и паразитарные болезни. – 2006. – № 4. С. 20–25.

В Никарагуа Oxfam работает вместе с коренным населением на атлантическом побережье страны. Это далеко от России, но проблема, увы, универсальна. Люди замечают, что природные ритмы, на которых веками строился их сельскохозяйственный цикл, стали нарушаться. Времена года накладываются друг на друга. Крысы стали появляться неожиданно и в огромном количестве. Для местных общин такие изменения чреваты психологическими травмами.

По словам Карлоса Линга, сотрудника Oxfam в Манагуа, «подобные изменения климата заставляют вас переосмысливать все мироздание, а не только свою жизнь. Для людей очень важно осознавать, что, скажем, 3 мая вы засеиваете поля. Это магический ритуал, это дает надежду на будущее... Когда меняется то, что веками казалось неизменным, вы теряете чувство контроля над своей собственной жизнью, что вас полностью деморализует. Ничему вокруг нельзя верить. Старые люди, обладавшие этой мудростью, уже не знают, как поступить, так что молодежь к ним больше не прислушивается»²².

Oxfam провел ряд специальных исследований о влиянии изменений климата на условия жизни бедных слоев населения. Начиная с 2002 года, вьетнамская провинция Нинь Суань ежегодно подвергалась засухе, причем засуха 2004 года стала самой ужасной за всю историю страны. От сильной жары больше всего пострадали женщины, дети и пожилые люди. По иронии судьбы средний за год уровень осадков при этом неизменно растет, однако крестьяне страдают от засухи, так как дожди превратились в короткие ливни, а средств для создания современных ирригационных систем нет. Такая же ситуация в ЮАР, причем опять же тяжелее всего приходится женщинам и детям.

Говоря о жизни людей в России и сопредельных странах, первое, на что надо обратить внимание, – это ситуация с растущим дефицитом воды в Центральной Азии и Северном Китае (см. выше главы 2 и 3, посвященные собственно водным ресурсам и влиянию их дефицита на сельское хозяйство). Уменьшение количества воды, доступного для ведения сельского хозяйства, происходит одновре-

менно с ростом численности населения. Во всей Центральной Азии и Китае, возможно, и в Монголии будет расти спрос на воду для ирригационных нужд, питьевую воду и воду для гидроэлектростанций. Последствия изменений климата не происходят сами по себе; скорее, они усиливают уже существующую серьезную нагрузку на окружающую среду, начиная с вырубki лесов и заканчивая истощением почвы и загрязнением воды, что, в свою очередь, существенно влияет на жизнь людей.

Доктор Стефан Харрисон из университета Экстера (Великобритания), один из наиболее известных в мире экспертов по ледникам, наблюдал таяние и разрушение ледников во многих странах Центральной Азии и Китае. Наполняемые водой из ледников реки поддерживают ирригационные системы, необходимые для сельского хозяйства, а также дают питьевую воду для больших городов, например Алма-Аты. Он предупреждает, что ледники, в частности в Казахстане, тают с такой скоростью, что это будет иметь «самые глубокие политические, экономические и социальные последствия для жизни миллионов людей». Он также отмечает, что «устойчивое использование водных ресурсов не может быть достигнуто без политических соглашений на самом высоком уровне» среди всех стран данного региона, включая Китай²³.

Оценка социальных потерь – очень сложная задача, по которой пока нет полной информации, но уже понятно, что потери будут большими и миллионам людей придется сменить место проживания.

Даже для такой экономически сильной державы, как Китай, проблема пресной воды в семи северных и северо-западных провинциях будет очень серьезной. Там значительно снизится урожайность четверти обрабатываемых земель, что составляет 14 % всех сельскохозяйственных земель страны. В среднем продуктивность орошаемых земель в Китае может снизиться к 2020 году на 1,5 %, а к 2080 году на 7 %²⁴.

Оценки потерь и возможных миграционных потоков населения для Центральной Азии пока не сделаны. Однако оценки, имеющиеся для сходных по уровню жизни и уязвимости стран Азии и Африки,

22 Детали данного случая и другие подробные проблемы см., например, Mark Lynas. «Six Degrees, our future on hotter planet, page 282.»

23 http://www.opendemocracy.net/globalization-climate_change_debate/kazakhstan_2551.jsp

24 Stern N., 2006. The Economics of Climate Change. Cambridge University Press, 610 pp. www.sternreview.org.uk

говорят, что это не 1–2 или даже 5 %, предсказываемые для развитых стран, в частности для России. Для бедных стран потери, рассчитанные с учетом роста социальных проблем, гораздо больше. К концу XXI века потери для Индии, стран Северной Африки и Ближнего Востока могут составить 7–8 % ВВП по умеренному сценарию и 10–13 % ВВП по худшему сценарию, если человечество не будет сдерживать рост выбросов парниковых газов (см. также оценки для сельского хозяйства выше в главе 3)²⁵.

Видно, что в этом случае потери намного больше вероятного экономического роста, равного 3–6 %, то есть пойдет откат в прошлое, причем достаточно быстрыми темпами. Страны будут становиться все беднее, а жизнь там будет все тяжелее, что неизбежно вызовет многомиллионную миграцию. Начаться этот регресс, увы, может довольно быстро, первые «звоночки» уже есть. Ниже сложившаяся ситуация рассматривается на примере трагедии Аральского моря и Таджикистана.

Аральский социальный кризис

Проблеме водных ресурсов, включая и трагедию Арала, посвящен выше специальный раздел в главе 2, здесь этот вопрос рассматривается с точки зрения социальных проблем, нехватки продовольствия и вынужденной миграции²⁶. Увы, ни один из сценариев, отражающих изменение климата, не предполагает увеличения стока рек Амударьи и Сырдарьи. Напротив, ожидается существенное сокращение стока в вегетационный период. 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. Если ранее в регионе Арала обитало 178 видов животных, то теперь это количество сократилось до 38.

Так, до 1970-х годов в Приаралье действовали 13 рыболовецких хозяйств, в Аральске был судоремонтный завод, в порту Уч-Сай – судоремонтная мастерская. С отступлением Аральского моря более 10 тысяч человек оказались безработными, что в пересчете на одну сред-



нюю семью из 5 человек составляет 50 тысяч населения.

Миграция из Приаралья идет уже долгое время и, вероятно, приведет к почти полному перемещению населения из данного района.

Но климат в данном случае – лишь «добавка» к прямому ущербу, который человек нанес природе, а в конечном счете самому себе. Сейчас более половины забираемой на орошение воды испаряется и просачивается в мелиоративных системах, не доходя до полей. Для бассейна Аральского моря объем таких потерь воды составляет 30–40 км³ 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 с земляными каналами требуется до 30–40 тысяч м³ воды на 1 га в год, а для земель с новыми и реконструированными оросительными системами – только 6–10 тыс. м³.

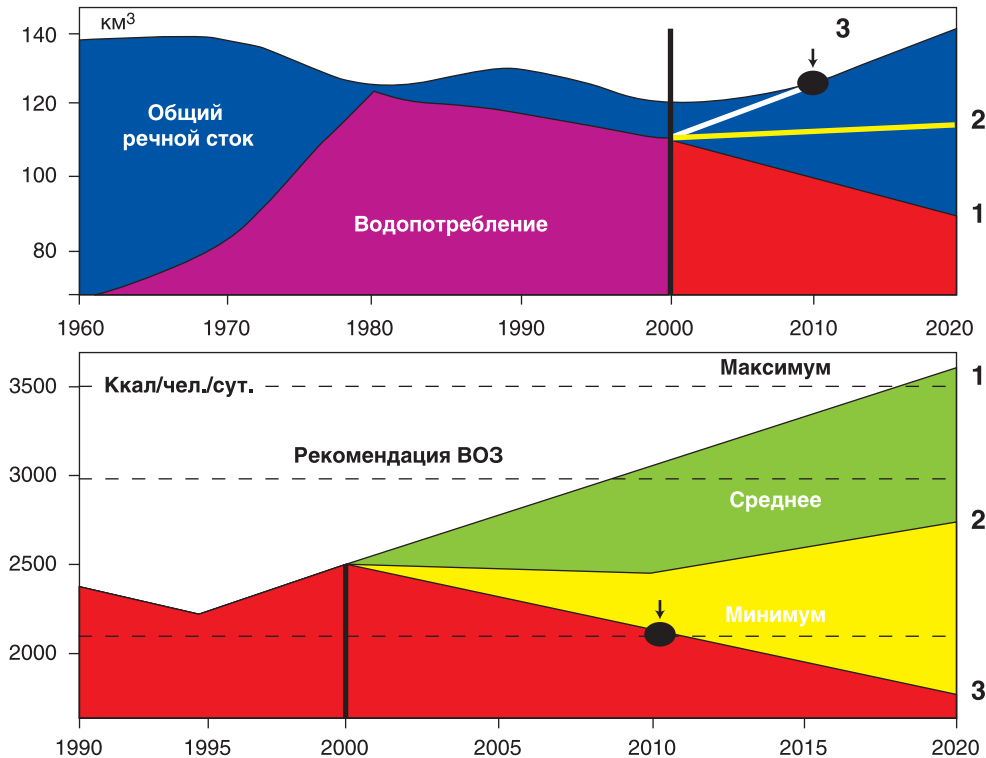
К числу негативных социально-экологических последствий аральского кризиса следует отнести вынос огромного количества песка и соли с обнажившегося дна. Это чрезвычайно опасно для природных систем всего региона, включая и горные

25 Там же.

26 Представленные здесь и далее материалы по Центральной Азии см. Аламанов С. К., Лелевкин В. М., Подрезов О. А., Подрезов А. О. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии. Учебный курс для студентов естественных и гуманитарных специальностей. Москва – Бишкек: WWF России, 2006. – 188 с.

Три сценария развития стран Центральной Азии (бассейн рек Амударья и Сырдарья):

1. Оптимистический (низкий прирост населения – 1,1 %, высокие темпы экономического роста – 6 % ВВП, постоянный сток рек);
2. Нейтральный (средний прирост населения – 1,3 %, средний темп экономического роста – 4 % ВВП, небольшое уменьшение стока);
3. Пессимистический (высокий прирост населения – более 1,5 %, низкие темпы экономического роста – менее 4 % ВВП, существенное понижение годового стока рек).



Аламанов С. К., Лелевкин В. М., Подрезов О. А., Подрезов А. О. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии: Учебный курс для студентов естественных и гуманитарных специальностей. Москва – Бишкек: WWF России, 2006. – 188 с.

экосистемы Памира и Тянь-Шаня, удаленные от Арала на тысячи километров. Вода в реках, стекающих в Арал, и в самом море чрезвычайно загрязнена пестицидами и минеральными удобрениями. Это следствие чрезмерной химизации сельского хозяйства региона. Уровень использования пестицидов здесь в десятки раз превышает этот показатель по странам бывшего СССР и является одним из самых высоких в мире. При этом до последнего времени применялись пестициды, опасные для здоровья и запрещенные во многих странах мира.

По проекту UNDP. («Развитие потенциала бассейна Аральского моря») было разработано три сценария²⁷. По оптимистическому сценарию объем использования водных ресурсов в 2020 году не превысит 70 % имеющихся. По нейтральному сценарию

водозабор составит около 80 % и слегка увеличится в связи с ростом населения. По пессимистическому сценарию уже к 2010 году потребительский спрос может превысить имеющиеся водные ресурсы (точка возможного конфликта интересов стран Центральной Азии).

В Приаралье ухудшение экологической ситуации сопровождается тяжелыми последствиями для здоровья людей. Прежде всего это касается повсеместного ухудшения здоровья населения. К этому приводит загрязненная химикатами и солью питьевая вода, высокое содержание вредных веществ в продуктах питания, производимых в регионе, и загрязнение воздуха во время химических обработок полей.

В результате в Приаралье детская смертность достигает 80 детей на 1 000 новорожденных. Это в 5–7 раз выше, чем в России, на Украине, в Беларуси. Более 70 % взрослых и 80 % детей

²⁷ Касымова В. М., Карасаева А. Х., Родина Е. М. Об устойчивом природопользовании в бассейне Аральского моря. – Бишкек: Илим, 2001. – 272 с. www.grida.no/aral

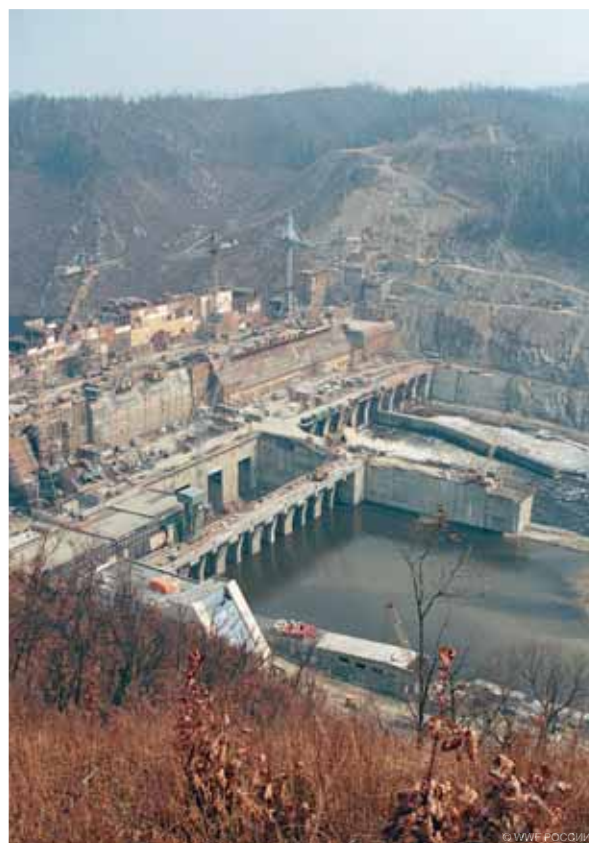
страдают от одной или нескольких болезней. До 90 % рожениц больны малокровием и анемией. Все это приводит к постоянному снижению средней продолжительности жизни в регионе. Неслучайно для характеристики экологической и социальной ситуации в Аральском регионе часто употребляется слово «экоцид» – геноцид природы и человека.

При оптимистическом сценарии регион сам будет производить продукты питания, а ежедневное потребление калорий к 2010 году превысит уровень 3 000 ккал на душу населения, рекомендованный Всемирной организацией здравоохранения. По нейтральному сценарию возможное производство продуктов питания позволит удовлетворить потребность в пище.

Пессимистический сценарий дает резкое сокращение производства продуктов питания, и рацион населения меньше минимального прожиточного суточного уровня в 2 100 ккал. Это, возможно, будет одной из причин массовой миграции из бассейна рек Амударья и Сырдарья, где проживает большая часть населения Центральной Азии. Увы, резкое таяние ледников и другие последствия изменения климата делают наиболее вероятным именно этот вариант.

Таджикистан. В этой, увы, очень небогатой стране уже сейчас можно наглядно видеть, как изменение климата ведет к ухудшению жизни людей и даже миграции. Температура растет: в долинах средняя годовая температура поднялась на 0,7–1,2 °С, а в городах несколько больше. Однако средние показатели вряд ли отражают реальное положение дел. Летом в ряде районов страны температура может быть выше почти на 5 °С. Изменения в количестве осадков очень неравномерны, где их значительно меньше, а где намного больше, что не удивительно для горной страны. Количество холодных дней существенно сократилось, а жарких дней стало больше.

Гораздо опаснее для Таджикистана и соседних стран, что быстро тают ледники, а осадки все чаще выпадают в виде ливней. В результате стало больше резких паводков, наводнений и лавин, водный режим стал гораздо менее устойчивым. Устаревшие, а часто просто архаичные ирригационные системы не способны сохранять и запасать воду. В итоге при очень «приличном» годовом выпадении осадков население испытывает растущий дефицит воды для ведения сельского хозяйства –



основы жизни людей в Таджикистане, где многие семьи ведут полунатуральное хозяйство.

Таяние ледников – это глобальный феномен, предвестник и предупреждение о глобальном потеплении. Таджикистан «производит» 55 % всей воды в бассейне Аральского моря наряду с четырьмя другими странами, а горные ледники Таджикистана содержат 25–50 % от этого количества. В 1949 году ледники занимали 18 000 км². Сделанные в 2000 году спутниковые снимки показали, что эта территория сократилась до 11 863 км² – 35 %-ное уменьшение всего лишь за 50 лет.

Это снижение запасов воды накладывается на повышение температуры, рост населения и развитие Таджикистана и других стран Центральной Азии, что тоже требует больше воды для населения, ирригации и гидроэнергетики. Проблему изменения климата так сложно решить, потому что она тесно переплетена с другими очень серьезными проблемами, воздействующими на природу и жизнь людей: от сведения лесов до деградации почв и загрязнения воды.

В Первом национальном докладе Таджикистана по климату, подготовленном для РККИК ООН, в 2002 г. и последующем Национальном Плане Действий 2003 г. с горечью говорится о том, что «в сред-

не- и долгосрочной перспективе ожидается уменьшение водного стока во многих реках страны».

Пример Таджикистана показывает, что именно те страны, которые в наименьшей степени ответственны за изменения климата и выбросы в атмосферу газов, вызывающих парниковый эффект, первыми могут пострадать от наихудших последствий этих изменений. Выбросы углекислого газа в Таджикистане минимальны – страна занимает примерно сотое место в мире.

Правительство Таджикистана осознает проблему и старается через метеорологов и местные органы власти донести ее до населения. Составлен Национальный план действий, чтобы помочь населению и стране в целом адаптироваться к изменениям. Нужно подготовиться к стихийным бедствиям, укрепить дренажные и ирригационные системы, но главное – перестроить все сельское хозяйство: сделать его более современным, гибко реагирующим на наличие воды. Это очень сложная проблема. Сельским жителям изменения климата часто кажутся временными и менее важными, чем множество других проблем, с которыми ежедневно сталкиваются бедные слои населения.

В горной деревушке Пенджок на северо-западе Таджикистана сокращение сезона вегетации привело к проблемам с запасами еды, особенно актуальным для женщин. Традиционная там ответственность женщин за добычу воды, уход за домашним скотом, выращивание урожая означает, что именно на их плечи ложится основное бремя последствий изменений климата²⁸.

В начале 2007 года две таджикские организации – Молодежный экологический форум и «За планету Земля» при поддержке Christian Aid провели выборочное исследование отношений людей к данной проблеме в четырех областях Таджикистана. По словам людей, они были очевидцами двух основных изменений: большого перепада температур, с более жарким летом и более холодной зимой и непредсказуемости дождей и снегопадов. Усиливаются как снежные бури, так и сильная жара²⁹.

Многие респонденты заявили, что подобное ухудшение климата привело к уменьшению их доходов,

потому что пострадал урожай пшеницы, домашний скот, дыни и тыквы. В результате в некоторых областях усилились конфликты между разными общинами из-за нехватки воды, началась внешняя миграция людей в соседние области и страны, а также в Россию.

Мнения людей, собранные неправительственными организациями, в частности Oxfam, наглядно демонстрируют серьезность проблемы и необходимость принятия срочных мер.

Махмад Кабир, член Кулябского местного комитета по чрезвычайным ситуациям в Южном Таджикистане, говорит, что «за последние два года здесь произошло еще больше бедствий и наводнений. После распада СССР системы предупреждения о стихийных бедствиях больше не работают, так что мы не можем точно предсказать, когда случится то или иное стихийное бедствие. Климат стал жарче, снег растаял высоко в горах, что означает, что нас ждет еще много селей и наводнений. Если у людей нет денег на строительство нового жилья, они пропали. Когда происходит стихийное бедствие, люди покидают свои дома и вынуждены уйти, они должны изменить всю свою жизнь».

Вызов человечеству

Исследования социальных последствий изменений климата немногочисленны и поверхностны, эта проблема нуждается в более тщательном изучении. На то существует множество причин: социальное поведение человека часто очень неоднозначно. Кроме того, несмотря на то, что скорость глобальных изменений температуры является самой высокой за последние 10 тыс. лет, все еще непросто отделить воздействие изменения климата от множества других факторов, влияющих на поведение человека. Но по мере повышения температуры картина становится все более ясной. В частности, д-р Мил Аллен с физического факультета Оксфордского университета пришел к выводу о двукратном росте риска сильных волн жары (подобных жаре в Европе в 2003 году, когда погибло более 35 тысяч человек), вызванном выбросами парниковых газов в прошлом. В будущем риск, вероятно, возрастет в 6-10 раз. По его мнению, мы «слишком много ставим на карту», позволяя риску возрастать столь быстро.³⁰

28 "Up in Smoke? Asia and the Pacific" by the UK Working Group on Climate and Development at http://www.oxfam.org.uk/resources/policy/climate_change/asia_up_in_smoke.html

29 Общественное восприятие проблем, связанных с изменениями климата в Таджикистане и Кыргызстане, Молодежный экологический центр, Душанбе, Таджикистан, май 2007 года. www.ecocentre.tj

30 <http://www.climateprediction.net>

Более того, даже если с завтрашнего дня выбросы в атмосферу прекратятся, температура все равно будет подниматься в силу слишком медленного поглощения CO₂ океаном и «очищения» атмосферы. Поэтому, в любом случае требуется адаптация к изменениям климата. Волны жары, подобные европейской в 2003 г. к середине столетия могут стать «нормой».

Другими словами, человеческому обществу брошен в своем роде беспрецедентный и ужасающий вызов. Поражает возможное количество людей, которое будет испытывать голод и нехватку воды: например, к 2025 году число жителей стран, испытывающих недостаток воды, может достигнуть более 3 млрд.³¹ Сейчас трудно рассуждать о том, как и когда именно изменится общество – до или после опасного рубежа? Чтобы предотвратить угрозу, общество должно будет как можно скорее радикально изменить некоторые принципы своего устройства и поведение, чтобы жить более энергоэффективно и сократить потребление нефти. Однако даже реагированию на текущее глобальное потепление препятствует множество факторов.

В конце концов, изменения климата задают всем нам вопрос о том, как будет выглядеть человеческое общество. Никто не сможет остаться в стороне от проблемы, мы все буквально находимся в одной упряжке. Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН) подразумевает, что разные страны имеют «общую, но дифференцированную» ответственность. Те страны, которые несут большую историческую ответственность за выбросы и чье накопленное богатство предоставляет им больше возможностей действовать, должны сделать больше других, сокращая свои собственные выбросы и помогая более бедным странам адаптироваться к изменениям. Глядя на повышение уровня океана, малое островное государство Тувалу уже просило правительство Австралии о приеме беженцев. Пока правительство Австралии ответило отказом. В то время как Новая Зеландия согласилась принять жителей Тувалу, когда на их территории жить будет невозможно.³²

Изменения климата почти наверняка создадут – и уже создают в некоторых странах – дополнитель-

ный прессинг, побуждающий людей мигрировать. Миграция идет как внутренняя, в большие города, так и внешняя, в другие страны. Как недавно подчеркнул РКИК ООН, при рассмотрении последствий изменений климата, уязвимости и адаптации в странах Азии, мотивация к миграции может быть весьма разнообразной.³³ Зачастую миграция является последним выходом, вызываемым в равной степени как экономическими проблемами и поиском лучшей жизни, так и наводнениями и засухами. Однако скоро это соотношение может измениться, если усилятся природные катаклизмы. Они, в свою очередь, способны вызвать насильственную миграцию, порожденную отчаянием. Эта миграция может стать постоянной в отличие от текущей миграции, которой присущи приливы и отливы и для которой пока еще хотя бы в небольшой степени характерны возможность выбора и надежда.

Нам как человеческим существам свойственно реагировать на непосредственную угрозу, а угрозу отдаленную мы, как правило, оставляем без внимания. Но это означает, что действенные международные меры по сокращению выбросов парниковых газов, и меры по адаптации к текущему и уже неизбежному подъему температуры могут запоздать настолько, что потеряют свою эффективность.

До тех пор, пока страны, которые дают больше всего выбросов парниковых газов, не предпримут срочных международных мер по их сокращению, негативное воздействие будет нарастать. Оно будет накладываться на другие факторы, и проводить к усилению экономических, экологических и социальных проблем.

По мнению президента государства Тувалу, было бы лучше и мудрее действовать прямо сейчас, не откладывая дела в долгий ящик, пока мы как человеческие существа можем в достаточно хорошо контролировать ситуацию и будущее, чем столкнуться с явлениями, контролировать которые будет уже невозможно.

Как сказал бывший генеральный секретарь ООН Кофи Аннан, «Вопрос состоит не в том, происходят изменения климата или нет, но в том, можем ли мы сами, перед лицом этой чрезвычайной ситуации, измениться достаточно быстро» (Найроби, ноябрь 2006 года).

31 См. Например, UNDP Human Development Report 2006, Beyond scarcity: power, poverty and the global water crisis

32 См. <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/1581457.stm> Информацию о правовых проблемах переселения см. например, Spiegel Online, September 14, 2007 или <http://greenleft.org.au/2007/703/36535>

33 UNFCCC Background paper: impacts, vulnerability and adaptation to climate change in Asia, Beijing, 11-13 апреля 2007

5. ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

5.1. Резюме

Предыдущие главы наглядно показывают, что человечество столкнулось с очень серьезной проблемой – антропогенным изменением климата – главной глобальной проблемой XXI века. Проблемой еще более глобальной, чем сами по себе бедность или энергетическая безопасность, поскольку ущерб от выбросов парниковых газов в принципе не зависит от места выброса. Однако, совершенно ясно, что бедные страны и слои населения сильнее подвержены угрозам, выдвинутым изменением климата, так как у них масса других проблем и меньше ресурсов. Ни богатые, ни северные страны не смогут «переждать», уповая на свой холодный климат или большие финансовые ресурсы. Вторичные проявления изменения климата (ураганы, наводнения, таяние вечной мерзлоты, распространение «южных» болезней, вынужденная миграция и т. п.) будут приводить к гораздо большему ущербу, чем прямое воздействие более теплого климата. Этим и плохо воздействие изменения климата на жизнь людей в России и в мире в целом.

Мировое сообщество оказалось плохо подготовленным к новой проблеме. Хотя антропогенное усиление парникового эффекта было предсказано учеными еще в XIX веке, а быстрый рост концентрации CO₂ в атмосфере регистрируется с середины XX века, еще несколько лет назад множество людей не могло поверить, что климат меняется по вине человека, и поверить, что ученые могут рассчитать эффект достаточно точно, чтобы можно было принять срочные меры по снижению выбросов парниковых газов.

- Причины и прогнозы изменения климата, изложенные в главе 1;
- рост опасных явлений, дефицит пресной воды и изменения в Арктике, рассмотренные в главе 2;
- влияние на экономику, прежде всего сельское хозяйство, см. главу 3;
- и в итоге влияние на жизнь людей, их здоровье и социальные проблемы в России и сопредельных странах, примеры которых даны в главе 4;

все это говорит о том, что решать проблему надо срочно и общими усилиями всех стран.

Но не зашло ли изменение климата слишком далеко? Может ли человечество в принципе справиться с проблемой, не неся массовых потерь? Нужны ли для этого принципиально новые технологии или «укрощение» термоядерной энергии? Для ответа на эти вопросы в 2007 году WWF провел специальное исследование и выпустил доклад «Решение проблемы изменения климата. Как WWF видит цели на 2050 год»¹.

Главный вывод доклада WWF: хорошее и плохое. Хорошая новость – еще возможно избежать худших последствий изменения климата и в то же время полностью удовлетворить в XXI веке энергетические потребности как развитого, так и развивающегося мира.

Плохая новость – результат чрезвычайно сильно зависит от момента начала активной деятельности, важно начать ее в ближайшие 5 лет.

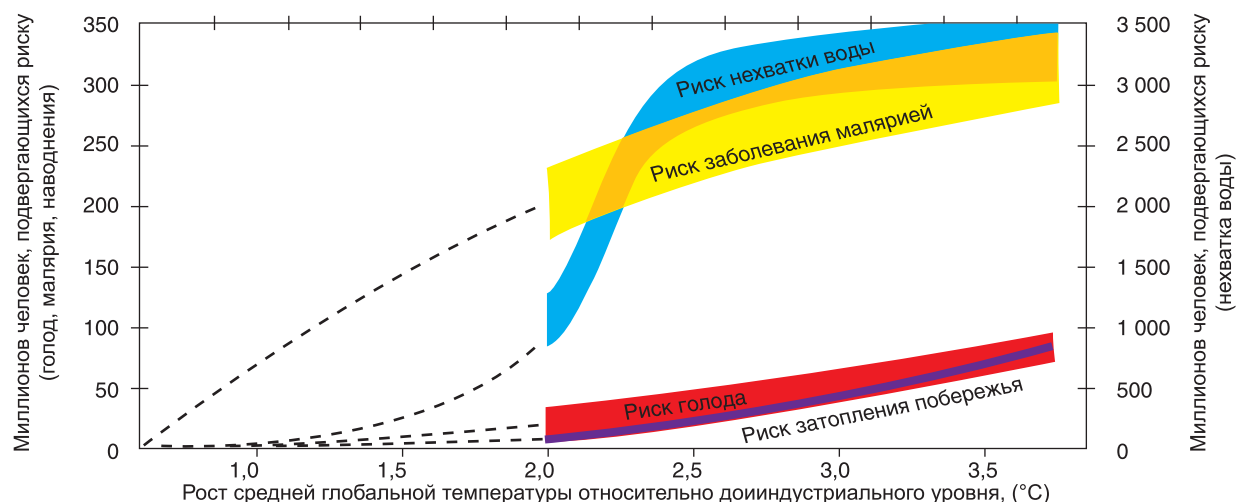
Принципиально важным экологическим, экономическим и социальным выводом является установление порога допустимого вмешательства человека. Ущерб от участвовавших стихийных бедствий быстро растет, а прогнозы будущих экономических потерь не оставляют сомнений в необходимости снижения выбросов². Установлено, что «2 °С глобального потепления являются границей, которую лучше не переходить»³. Если при 2 °С «только» 500 млн человек к середине века будут страдать от недостатка пресной воды, то при 3 °С их число возрастает до 3 млрд человек. Столь резкий скачок, конечно, нанесет сильный удар по мировой экономике, прежде всего по развивающимся странам. В свою очередь, для этого «глобальные выбросы парниковых газов к

1 Climate Solutions. WWF's Vision for 2050. – WWF Intl., 2007. <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/220/>

2 IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, vol. 3. Climate Change Mitigation, www.ipcc.ch; см также The Economics of Climate Change. 2006, The Stern Review. Nicholas Stern. Cabinet office – HM Treasury, UK, www.sternreview.org.uk (обзор на русском языке имеется на www.wwf.ru).

3 IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, vol. 2. Climate Change Impact, Adaptation and Vulnerability, www.ipcc.ch; см. также документ ООН FCCC/KP/AWG/2007/L.4, принятый в августе 2007 года, www.unfccc.int

Оценка числа людей, подвергающихся различным видам риска, в 2080 году



Parry M. L., Arnell N. W., McMichael T., Nicolls R., Martens W. J. M., Kovats S., Livermore M., Rosenzweig C., Iglesias A., and Fischer G. 2001. Millions at risk: defending critical climate change threats and targets. *Global Environmental Change* v. 11, Pp. 181–183.

середине века надо снизить в 2 раза от нынешнего уровня»⁴. Такая постановка задачи была признана в ООН, на Саммите «Восьмерки» и на встрече стран АТЭС на высшем уровне в сентябре 2007 года. Вопрос перешел из области экологии в экономику, прежде всего в энергетику.

Проблемой текущего (заметим, не палеоклимата, где через тысячи лет ожидается новый ледниковый период¹) изменения климата занялись ведущие экономические организации: Всемирный бизнес-совет по устойчивому развитию, Международное энергетическое агентство (МЭА), Межправительственная группа экспертов по изменению климата PricewaterhouseCoopers, Финансовая группа «Альянс» и т. д. В 2006–2007 годах вышли основополагающие труды, в частности доклады МЭА «Перспективные технологии в области энергетики – 2006» и «Обзор мировой энергетики – 2006»⁵. В этих работах детально рассматриваются пути развития мировой энергетики, включая низкоуглеродные сценарии, ускоренного снижения выбросов CO₂ по причине изменений климата. В 2007 году РККИК ООН выпустила доклад об инвестициях и финансовых потоках для снижения выбросов и адаптации условий жизни людей и экосистем, который служит финансовой основой прак-

тической реализации низкоуглеродного сценария развития мира⁶.

Ведущие международные экологические организации (WWF, Greenpeace) также включились в эту деятельность, хотя для этого им пришлось освоить новую область деятельности – энергетику, ведь именно коренное преобразование мировой энергетики – ключ к решению проблемы изменения климата. Они рассмотрели вопрос со своей точки зрения, придавая большое значение экологическим и социальным аспектам использования той или иной технологии⁷. В частности, в докладах они доказывают, что проблему можно решить без развития ядерной энергетики, а также очень критически подходят к строительству крупных ГЭС и источникам получения биомассы: развитие биоэнергетики не должно идти в ущерб охране экосистем и решению социальных проблем местного населения.

На вопрос «Что делать?» многим политикам и бизнесменам очень нравится рассуждать о неопределенности наших знаний и необходимости дальнейших исследований. Налицо проволочки в принятии решений и нежелание снижать нынешние прибыли

4 Строго говоря, для выполнения задачи с высокой вероятностью достижения успеха надо снизить выбросы в 2 раза от уровня 1990 года, который для мира в целом на 21 % ниже, чем уровень 2004 года. Для России ситуация обратная: в 2004 году выбросы были примерно на 30 % ниже, чем в 1990 году.

5 IEA, 2006/ Energy Technology perspectives – 2006, OECD/IEA, 2006, 458 pp. www.iea.org (обзор на русском языке имеется на www.wwf.ru).

6 IPCC, 2007, Fourth Assessment Report. Постановка задачи и основные черты см. в IEA WEO, 2006; более детальное изложение см. в докладе РККИК ООН по инвестициям и финансовым потокам. http://unfccc.int/cooperation_and_support/financial_mechanism/items/4053.php

7 Climate Solutions. WWF's Vision for 2050. – WWF Intl., 2007. <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/220/>; Greenpeace. Энергетическая революция, 2007 год. <http://www.greenpeace.org/russia/ru/press/reports/1309441>

Логическая структура: подход к решению проблемы и схема принятия решений



и сверхприбыли ради решения важнейшей глобальной проблемы.

Ждать? Представляется, что нам, как человеческим существам, свойственно реагировать только на непосредственную угрозу, но угрозу отдаленную мы, как правило, оставляем без внимания. Это означает, что какие-либо значимые действия на международном уровне по сокращению выбросов парниковых газов и адаптации к уже неизбежным изменениям могут запоздать настолько, что потеряют свою эффективность.

Зачастую миграция является последним прибежищем, вызываемым в равной степени как экономическими проблемами и поиском лучшей жизни, так и наводнениями и засухами. Однако в скором времени это соотношение может измениться. Природные катаклизмы могут вызвать насильственную миграцию, угрожающую стать постоянной и порожденную отчаянием, в отличие от текущей миграции, которой присущи приливы и отливы и в которой пока еще хотя бы в небольшой степени сохранились элементы выбора и надежды.

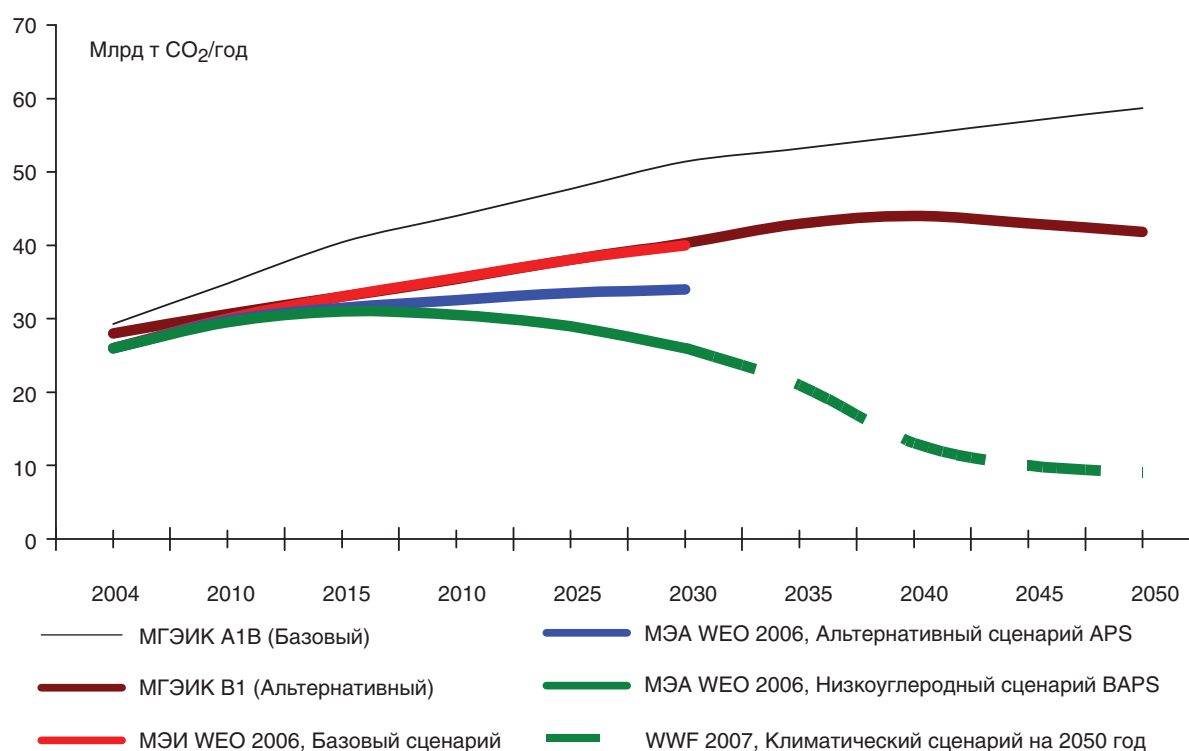
Ждать и рассуждать о недостаточность знаний – такое же фарисейство, как не лечить рак, а го-

ворить о его недостаточной изученности. Всем: политикам, бизнесменам, простым людям надо осознать общую проблему и изменить свой образ мышления, понимая, что каждый должен внести свой вклад, даже если он противоречит сиюминутным желаниям и планам. Как сказал бывший генеральный секретарь ООН Кофи Аннан, «вопрос состоит не в том, происходят изменения климата или нет, но в том, можем ли мы сами перед лицом этой чрезвычайной ситуации измениться достаточно быстро» (Найроби, ноябрь 2006 года).

Прямо управлять климатом планеты Земля?

В прессе периодически появляются сообщения, будто можно распылить в стратосфере сульфатные аэрозоли и так уравнять температуру планеты. Идея совсем не нова: ее высказывали еще 1950-е годы, в частности отец американской водородной бомбы Эдвард Теллер. Тогда было много подобных предложений: «мирные» ядерные взрывы, распыление медных опилок, чтобы улучшить связь, ведь еще не знали о влиянии геомагнитных полей на человека, и т. д. Подавляющее большинство ученых считает подобные вмешательства в экосистему крайне опасными. Идею называют сделкой Фауста,

Эволюция глобальных сценариев выбросов CO₂ в энергетике



Источник: по данным доклада РККИ ООН по инвестициям и финансовым потокам 2007 года С. 21. http://unfccc.int/cooperation_and_support/financial_mechanism/items/4053.php и доклада WWF Climate Solutions. WWF's Vision for 2050. – WWF Intl., 2007. <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/220/>

так как придется распылять все больше аэрозолей, чтобы уравнять результат с парниковым эффектом. Велик риск неконтролируемых нелинейных эффектов резкого «скатывания» в глобальный холод и т. п. Давайте лечить не симптомы (температуру), а саму болезнь (изменение человеком концентрации парниковых газов в атмосфере)! Это не опасно и не столь дорого, чтобы рисковать планетой.

Лучше восстановить леса? Россия – лесная страна, и логично предложить использовать именно это наше преимущество. К сожалению, леса России способны поглотить очень немного CO₂. В отдельные годы после обширных лесных пожаров они даже не являются нетто-поглотителем CO₂. Так, в 2000 году эмиссия была больше поглощения примерно на 100 млн т. В «хорошие» годы поглощение больше эмиссии на 500–600 млн т – это немало, но составляет лишь 20 % от всех выбросов парниковых газов в России (энергетика, промышленность, ЖКХ, сельское хозяйство и т. д.)⁸. Поэтому в нашей

стране главное дело – снижение выбросов. В мире в целом прекращение сведения тропических лесов – очень важный фактор: если эту задачу не решить, то снижать выбросы надо на 25 % больше, что гораздо сложнее и дороже.

Правильнее и проще всего снижать выбросы На 50-летнюю перспективу, в частности до 2050 года в докладе WWF предлагается технологический сценарий – конкретный набор технологий для решения поставленной задачи⁹. Человечество сможет преодолеть «энергетическую бедность» (сейчас около 2 млрд человек не имеют доступа к современным источникам энергии) и снизить выбросы, не потеряв в качестве жизни, то есть в объеме энергетических услуг (освещение, пользование бытовой техникой, температура в жилых и рабочих помещениях, транспортные услуги и т. п.). Согласно докладу в 2050 году для 9 млрд человек таких услуг потребуется на 1 000 EJ¹⁰ = 24 млрд т нефтяного эквивалента (на 2004 год

⁹ Climate Solutions. WWF's Vision for 2050. – WWF Intl., 2007. <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/220/>

¹⁰ 1 EJ = 1 018 Дж = 23,88 млн т нефтяного эквивалента = 278 ТВт/ч.

⁸ Четвертое национальное сообщение Российской Федерации по РККИ ООН, 2006. – М.: Росгидромет. 2006. – 164 с. www.unfccc.int

Набор мер для снижения выбросов CO₂ или снижения спроса на энергию в 2030 году

Мера	Шаг 1: от базового к альтернативному сценарию APS, млрд т CO ₂	Шаг 2: от альтернативного к низкоуглеродному сценарию BAPS, млрд т CO ₂	Суммарный результат, млрд т CO ₂
Снижение спроса: повышение топливной эффективности	2,16	0,0	2,16
Снижение спроса: повышение эффективности использования электроэнергии	1,74	1,0	1,74
Энергоэффективность и переход на другое топливо в энергетике	0,78	1,0	1,78
ВИЭ в энергетике, биотопливо и гибридные двигатели на транспорте	0,72	2,0	2,72
Ядерная энергетика	0,6	1,0	1,6
Улавливание и захоронение CO ₂ (CCS) в энергетике	0,0	2,0	2,0
CCS и энергоэффективность в промышленности	0,0	1,0	1,0
ВСЕГО	6,0	8,0	14,0

Источник: по данным IEA WEO, 2006.

6,4 млрд человек потребили 11,2 млрд т нефтяного эквивалента). Но повышение конечного энергопотребления всех видов энергетических услуг, то есть энергоэффективность и энергосбережение, снизят спрос на 500 EJ.

Вырабатывать придется только 500 EJ, причем практически без выбросов парниковых газов, использование углеводородов без технологии улавливания и захоронения CO₂ (CCS) будет очень небольшим – в основном на транспорте. Авторы доклада показывают, что имеющиеся технологии позволяют действовать с запасом в 200 EJ и тем самым подстраховаться на случай провала той или иной технологии или неудачи в прекращении вырубке тропических лесов. Набор технологий без выбросов CO₂ для выработки 700 EJ (или 16,8 млрд т нефтяного эквивалента) электроэнергии и тепла включает: около 200 EJ угольной генерации с CCS; 120 EJ ветроэнергетики; примерно по 80 EJ геотермальной энергии и биомассы; 90 EJ солнечной энергетики. Предполагается быстрое развитие производства водорода из ВИЭ: к 2050 году – 130 EJ.

На 25-летнюю перспективу, до 2030 года, МЭА подготовило детальный экономический сценарий низкоуглеродного развития мировой энергетики, который в целом совпадает со сценарием WWF (строго говоря, с его вариантом, предполагающим прекращение сведения тропических лесов). Сначала МЭА сделало шаг 1 – разработало сценарий APS

(Advanced Policy Scenario), где предполагается, что *все страны выполнят все виды мер, относящиеся к снижению выбросов CO₂ в энергетике, которые они сейчас рассматривают*¹¹.

Крупнейшие 13 программ снижают к 2030 году выбросы на 2 млрд т CO₂ в год (это как раз столько же, как все нынешние выбросы CO₂ в России). Американская программа модернизации автопарка CAFE даст снижение на 252 Мт CO₂/год. Энергосбережение в жилых и нежилых зданиях в США даст 161 и 96 Мт CO₂/год. Китайские программы энергоэффективности в промышленности, жилых и нежилых зданиях дадут 216, 189 и 158 Мт CO₂/год. Нынешние программы развития ВИЭ в Китае, США и ЕС снижают выбросы на 230, 150 и 141 Мт CO₂/год. Увы, в России подобных программ пока нет.

Однако сценарий МЭА APS еще не решает проблему климата: выбросы CO₂ к 2015 году возрастают на 21 %, а к 2030 году находятся на уровне +31 % от 2004 года. То есть *все сейчас запланированные меры позволяют лишь существенно затормозить рост выбросов, но не решить проблему.*

Для этого делается шаг 2 – принимаются специальные меры, ставящие своей задачей решение климатической проблемы (сценарий BAPS – Beyond Advanced Policy Scenario). Он показывает, как к 2030 году можно снизить выбросы еще на 8 млрд т

11 IEA WEO 2006, www.iea.org



CO₂ в год по сравнению с МЭА APS, что направляет мировую экономику на решение проблемы климата.

5.2. Рекомендации

Представленные ниже рекомендации отражают два направления деятельности: снижение выбросов парниковых газов и меры по адаптации. С одной стороны, никакие меры по адаптации без снижения выбросов не помогут решить проблему – изменения климата станут столь сильными, что с ними человечество не справится. С другой стороны, бедные и наиболее уязвимые слои населения, мужчины, женщины и дети уже сейчас страдают от изменения климата, что делает национальные адаптационные меры делом первой необходимости.

Снижение выбросов парниковых газов

В России нужны политические и экономические инициативы, укладываемые в общую стратегию низкоуглеродного развития мира.

- Поставить целью высокотехнологичное развитие российской энергетики, детально прописать «дорожную карту» до 2030 года в **российской Энергетической стратегии**. Принять решение о разработке комплекса экономических мер (системы стимулов и платежей) на период до 2030 года, позволяющего **«отделить» рост выбросов от экономического развития в целом**.

- Ввести **стандарты топливной экономичности производства энергии и тепла** (с дифференциацией по видам топлива и 5-летним пошаговым ужесточением показателей). Предусмотреть платежи за невыполнение стандартов, а образующиеся средства направить на развитие инновационных энергетических технологий.
- За 5 лет на **практике довести утилизацию попутных газов до 95 %** (то есть сжигать в факелах не более 5 %). При заключении новых лицензионных соглашений предусмотреть 98 %-ную утилизацию попутных газов, дифференцированные штрафы за несоблюдение этого показателя, жесткие санкции за превышение 5 %-ного уровня сжигания в факелах.
- Принять **Закон о возобновляемых источниках энергии (ВИЭ)**, предусматривающий поэтапное введение сертификации деятельности, как основной на возобновляемых источниках, стимулирующих мер, компенсационных платежей (после сертификации результата) и т. п. Принять дифференцированный по регионам России план развития возобновляемой энергетики с общей целью **доведения доли ВИЭ в выработке энергии и тепла к 2030 г. до 20 %**.
- Принять **план введения стандартов топливной экономичности новых автомобилей** на период до 25 лет. Ввести стандарты на ближайшие 5 лет, скоординированные с зарубежными нормами. Предусмотреть платежи компаний-

производителей за невыполнение стандартов, а образующиеся средства направить на развитие инновационных технологий гибридных транспортных средств.

- Принять план **введения норм и правил при строительстве новых зданий и реконструкции** старых на период до 25 лет. Ввести стандарты на ближайшие 5 лет, скоординированные с зарубежными нормами. Предусмотреть платежи компаний-производителей за невыполнение стандартов, а образующиеся средства направить на развитие инновационных технологий.

В качестве **количественной цели при введении всех норм и стандартов должно быть 25 %-ное снижение энергоёмкости экономики страны (расход энергии на единицу ВВП) за ближайшие 5 лет и дальнейшее ее снижение на 20 % каждые 5 лет.** Это сложная, но вполне достижимая задача: за 2000–2005 годы энергоёмкость экономики России снизилась примерно на четверть, при этом, конечно, были реализованы самые простые и дешёвые меры по повышению энергоэффективности и энергосбережению.

Тогда через 25 лет Россия сможет по этому параметру технологического развития экономики догнать Европу – на единицу ВВП будет тратиться только 30 % энергии по сравнению с уровнем 2005 года. С учетом развития возобновляемых источников энергии и доведения их доли в топливном балансе до 20 % и **при четырехкратном увеличении ВВП к 2030 году наши выбросы CO₂ останутся на уровне 2005 года.** Точнее, после роста на 10–15 % в первые 10 лет данного периода они стабилизируются, а затем на столько же снизятся.

В целом если глобальная экономика и энергетика будет следовать низкоуглеродному сценарию, это будет содействовать переориентации экспорта на продукты глубокой переработки и технологическому перевооружению России и сопредельных стран.

Адаптация к уже неизбежным изменениям

- **Нужна разработка национальных и региональных адаптационных стратегий и планов, где приоритетом должны быть нужды наиболее уязвимых и бедных слоев населения.** Начать можно с регионов, где уже сейчас есть наглядные свидетельства негативного влияния изменений климата на жизнь наиболее уязвимых слоев на-

селения и экосистемы (в частности, Чукотки и других Арктических регионов, Камчатки, Тувы).

- **Для южных районов России, Северного Кавказа** нужно заблаговременно подготовиться к неблагоприятному режиму стока рек и дефициту воды, негативному влиянию на главные сельскохозяйственные регионы страны. Комплекс мер должен включать: переход на современные системы орошения, строительство защитных гидротехнических сооружений по берегам рек, переход на засухоустойчивые культуры, ведение нового строительства с учетом вероятных наводнений, в ряде мест – строительство защитных сооружений, посадку защитных лесополос.
- **Для центральных районов России** нужно подготовиться к более «резкому, но редкому» режиму выпадения осадков, более частым ураганам и штормам, периодическим волнам жары, подтоплению исторических центров городов, находящихся в низинах. Необходимо принять меры к защите Санкт-Петербурга от более частых и сильных наводнений, обусловленных штормами и подъемом уровня моря.
- **Нужен мониторинг ситуации и меры снижающие воздействие климатических изменений на качество атмосферного воздуха и питьевой воды,** воздействие высоких температур на здоровье населения в целом по стране, в наиболее проблемных регионах и по группам повышенного риска (возрастным, социальным, профессиональным). Места нахождения наиболее подверженных влиянию жары лиц (пожилых людей, детей), социальные учреждения должны быть оснащены кондиционерами.
- Нужен **Национальный план действий по уменьшению негативного воздействия климатических изменений на здоровье населения** России, включая проблему распространения инфекционных и паразитарных заболеваний. Эта проблема должна быть признана приоритетной, заблаговременно должны быть приобретены соответствующие вакцины, обучен персонал и т. п. Приоритет должен быть отдан защите наиболее уязвимых слоев населения.
- **Россия должна оказать помощь странам Центральной Азии в решении проблемы дефицита воды и обострения нерегулярности речного стока.** Эти меры могут включать кооперацию в переходе на современные системы орошения,

- строительство гидротехнических сооружений, переход на засухоустойчивые культуры.
- **Россия должна оказать помощь странам Центральной Азии** в построении более современной и технически оснащенной **системы здравоохранения**, особенно в отношении наиболее уязвимых групп населения, женщин и детей.
 - **Для стран Центральной Азии** можно рекомендовать развитие отраслей экономики, меньше связанных с водными ресурсами, снижение веса сельского хозяйства в занятости населения, стимулирование развития малого бизнеса. Это позволит предотвратить массовую миграцию населения, вызванную нехваткой воды.
 - **Для Монголии** большую опасность уже сейчас представляет нерегулируемый выпас и рост численности скота что при наступлении неблагоприятных погодных условий, приводит к массовой гибели животных. Развитие современного животноводства и мясопереработки поможет сгладить некоторые удары изменений климата.
 - **России и Китаю нужно экологически грамотно подойти к проблеме водных ресурсов** в Северном Китае и использованию вод реки Амур, учитывать права и нужды местного населения. Долгосрочная кооперация и современные технологии орошения позволят решить проблему без строительства крупных плотин и водохранилищ на Амуре.

Снижение негативных социальных последствий потепления климата – задача не только исполнительной власти на федеральном, региональном и муниципальном уровне, МЧС, органов здравоохранения и социального обеспечения. В условиях, когда «ненормальная погода – нормальное явление» нужны конкретные меры «сверху» и отклик «снизу» – понимание и участие населения, представителей мелкого бизнеса, общественных организаций.

Необходимо чтобы каждая семья, каждый человек поняли, что бережное отношение к энергии, теплу, воде и другим ресурсам, это не только забота о своем бюджете. Это необходимость, без которой не может быть ни решения проблемы климата, ни современного общества. Чистый воздух, чистая вода, леса и города без мусора, бережное отношение к энергии и климату, в котором мы живем, это все звенья одной цепи – ступеньки развития нашей цивилизации.

Быстрый экономический рост и устойчивое развитие России, приближение ее к развитым странам по ВВП на душу населения означает и большую экологическую ответственность страны, и помощь более бедным странам в адаптации к изменениям климата.

СПИСОК САЙТОВ ПО ТЕМЕ «ЭНЕРГЕТИКА И КЛИМАТ»

Сайты межправительственных организаций и официальных органов

www.unfccc.int – Секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Киотского протокола. Архив документов и решений Конвенции, новости, данные о выбросах парниковых газов, официальные государственные доклады.

www.wmo.ch – Всемирная метеорологическая организация. Широкий спектр материалов и данных об изменениях климата, новости, прогнозы, ссылки на последние публикации.

www.ipcc.ch – IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Официальные доклады, вопросы идентификации изменений климата и их причин, прогнозы, оценка влияния на окружающую среду.

www.unep.ch – Программа ООН по окружающей среде (UNEP). Образовательные материалы по изменению климата и влиянию на экосистемы. Библиотека публикаций.

www.who.int – Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Образовательно-информационные материалы, включая влияние изменений климата на здоровье человека.

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

www.meteorf.ru – Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, прогноз погоды, информация о погодных явлениях, новости и пр.

www.meteo.ru/climate_var – сайт российского центра гидрометеорологических данных ВНИИГМИ-МЦД. Дополнительная информация о состоянии климата Российской Федерации, бюллетени мониторинга климата.

www.climatechange.su – Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН.

www.aari.nw.ru – Арктический и антарктический научно-исследовательский институт Росгидромета. Данные по Арктике, состояние льдов и т.п.

www.hmn.ru – Метеобюро Москвы и Московской области. Прогноз погоды и лента метеонОВОСТЕЙ и информации по климату для всей России. Климатические новости, информация о публикациях и пр.

www.lib.noaa.gov – библиотека Агентства США по исследованию атмосферы и океана, широкий спектр материалов и данных об изменениях климата.

www.wri.org/climate – World Resource Institute (Институт мировых ресурсов). Информация по проблеме изменения климата и путям ее решения, аналитические и справочные материалы.

www.sternreview.org.uk – британский сайт по экономике проблемы изменения климата. Доклад научной группы под руководством Николаса Стерна, 2006 год

Сайты неправительственных организаций

www.panda.org/climate – Всемирный фонд дикой природы – WWF International, климатическая программа. Информация о климатических событиях, влиянии изменений климата на экосистемы, путях снижения выбросов парниковых газов, международных переговорах по климату.

www.wwf.ru – Всемирный фонд дикой природы – WWF России. Информация по широкому спектру проблем охраны природы, в том числе о климатических событиях, влиянии изменения климата на экосистемы, возможностях снижения выбросов парниковых газов. Библиотека публикаций, в частности по проблеме изменения климата, энергосбережению и развитию энергетики.

www.oxfam.org – сайт международной организации Oxfam International, проекты по борьбе с бедностью и решению острых социальных проблем, новости, публикации по широкому спектру социальных и экологических вопросов, включая изменение климата.

www.greenpeace.org/russia/ru/ – сайт экологической организации Greenpeace Россия. Широкий спектр острых экологических проблем, включая изменение климата и энергосбережение.

<http://greenpack.rec.org> – интерактивная «Зеленая книга», учебный материал для школьников и учителей с наглядным изложением сути проблемы изменения климата и путей ее решения, методические материалы по проведению уроков.

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

Специальные климатические дискуссионные и информационные сайты

www.realclimate.org – ведущий мировой сайт для научных дискуссий по проблеме изменения климата (поддерживается учеными Годдардовского института NASA, США). Новости, обсуждение любых дискуссионных вопросов, кроме политических. Вопросы и ответы.

www.climatechange.ru – образовательно-информационный сайт по проблеме изменения климата на русском языке.

www.pointcarbon.com – фактическая информация и аналитические материалы по текущему состоянию мирового углеродного рынка. Новостная лента, библиотека публикаций.

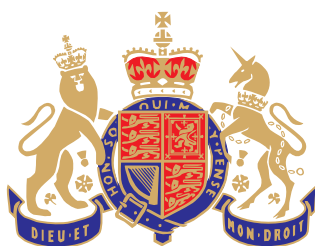
www.poteplenie.ru – дискуссионный сайт о глобальном потеплении климата Земли и парниковом эффекте: новости и комментарии

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.nature.com/climate – сайт журнала Nature, свободный доступ к очеркам и статьям по проблеме климата, информации и мнениям.

<http://blogs.nature.com/climatefeedback/> – сайт журнала Nature для обмена мнениями по проблеме изменения климата, живая неформальная дискуссия.

Подготовлено WWF России, akokorin@wwf.ru.
Большая просьба сообщать о климатических сайтах, не вошедших в данный список.





Oxfam Великобритания была основана в 1942 г. как организация, содействующая развитию и решению гуманитарных вопросов, призванная решать проблемы бедности и уменьшать страдания людей по всему миру. Oxfam считает, что каждому человеку дано право на достойную жизнь и реализацию своих возможностей. Oxfam работает по всему миру с другими организациями и частными лицами, чтобы воплотить это на практике.

Oxfam Великобритания член Oxfam International – конфедерации 13 организаций, вместе работающих более, чем в 100 странах над решением проблем бедности и нарушения прав человека: Oxfam America, Oxfam Australia, Oxfam-in Belgium, Oxfam Canada, Oxfam France - Agir Ici, Oxfam Germany, Oxfam Hong Kong, Oxfam Intermon (Spain), Oxfam Ireland, Oxfam New Zealand, Oxfam Novib (Netherlands) и Oxfam Quebec. Пожалуйста, для получения более подробной информации звоните или пишите в любую из организаций, заходите на сайт visit www.oxfam.org.

Oxfam Великобритания
Oxfam House, John Smith Drive, Cowley,
Oxford, OX4 2JY, UK
Tel: +44 1865 473 727
Fax: +44 1865 472 600
www.oxfam.org.uk/contact

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.



for a living planet®

Всемирный фонд дикой природы (WWF)
109240, Москва, ул. Николаямская, 19, стр. 3
www.wwf.ru Тел. +7 495 727 09 39
Факс +7 495 727 09 38
E-mail: russia@wwf.ru