



ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ



ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

МОСКВА
2010



Российский национальный конкурс водных проектов старшекласников проводится с 2003 года.



Учредитель и организатор Российского национального конкурса водных проектов старшекласников – автономная некоммерческая организация «Институт консалтинга экологических проектов».

Российский национальный конкурс водных проектов старшекласников входит в федеральный «Перечень олимпиад и конкурсных мероприятий, по результатам которых присуждаются премии для поддержки талантливой молодежи» Министерства образования и науки РФ в рамках приоритетного национального проекта «Образование».



Руководитель Российского национального конкурса водных проектов старшекласников – Н. Г. Давыдова, канд. техн. наук, директор Института консалтинга экологических проектов.

Председатель Национального номинационного комитета – проф. А. Н. Косариков, докт. экон. наук, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии РФ.

Брошюра содержит материалы, которые могут быть полезны при выполнении проектов по номинации «Вода и климат»

В состав брошюры включены материалы издания «Изменение климата. Пособие для педагогов старших классов» А.О.Кокорина и Е.В.Смирновой, изданного WWF России в 2010 году (Части I и II), а также информация с сайтов www.o8ode.ru, www.meteo.ru и выдержки из монографии «Водные ресурсы России и их использование» под редакцией проф.И.А.Шикломанова.



Часть I

Изменение климата: последние десятилетия

Если вы смотрите телевизор или «бродите» по Интернету, то вам будет часто встречаться выражение «изменение климата». Но понять суть проблемы нелегко, настолько противоположны взгляды и суждения. Потепление или похолодание? Из-за человека или естественных причин? Почему ученые постоянно спорят на этот счет?

Давайте сначала выделим пять базовых понятий в проблеме изменения климата.

1. Проблема кроется в изменении химического состава атмосферы, а не в росте температуры

То, что мы видим на градуснике, это лишь «симптом болезни». Теплые дни, снег, выпадающий только в январе, наводнения и засухи бывали и при Пушкине, и даже когда викинги более 1000 лет назад открыли «зеленую землю» – Гренландию.

Но... *никогда в истории человечества не было ни столь большой концентрации CO_2 в атмосфере, ни столь резкого ее роста, какое мы видим с 1980-х годов.* Это доказано непосредственными измерениями

состава пузырьков воздуха, вмержших в лед в Антарктиде и сохранившихся в неприкосновенности с древних времен. Бурение до глубины, соответствующей временной отметке около 800 тыс. лет назад, позволяет проследить последовательность ледниковых периодов (они вызваны астрономическими причинами, и следующий ожидается через несколько десятков тысяч лет). По анализу изотопов ученые «восстановили» и температуру прошлого – действительно, временами на нашей планете было теплее, чем сейчас.

По записям температуры почти ничего нельзя сказать о нынешнем изменении климата – подобно тому, как, наблюдая у больного только кашель, нельзя сразу определить – это грипп, бронхит или туберкулез.

В 1930-е годы, во время экспедиции «Челюскина», в Арктике тоже было гораздо теплее, чем в XX веке в целом. Но роста концентрации CO_2 в атмосфере не наблюдалось, а был равномерный прогрев всего атмосферного столба. Сейчас прогрев отмечается только в тропосфере (под «парником»), а выше, в стратосфере, идет охлаждение.

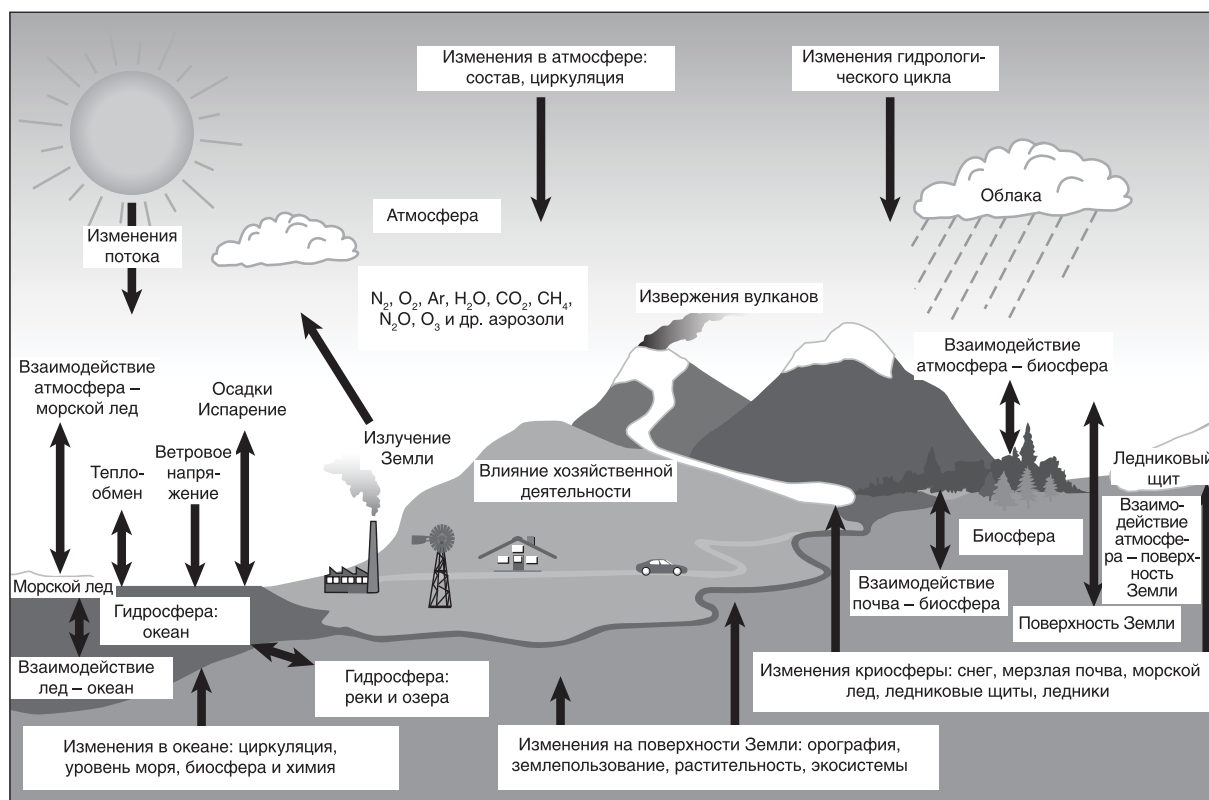


Рис. 1. Климатическая система, основные климатообразующие процессы и их взаимодействия

Источник: Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Росгидромет, М., 2008, т. 1, с. 9. <http://climate2008.igce.ru>



Поэтому все «бытовые» наблюдения, приметы и даже обработка рядов наблюдений за температурой за XX век не работают.

Примерно с 1980-х годов заработал новый климатический фактор – резкий рост CO_2 .

Увы, концентрация CO_2 в атмосфере, в том числе и в вашем регионе, неумолимо растет каждый год: и в холодный, и в теплый... Конечно, на нее накладываются сезонные изменения – леса и другие экосистемы растут и дышат. Концентрацию CO_2 легко измерить, и такие наблюдения ведутся примерно на 300 станциях по всему миру. В России детальные наблюдения ведутся на станции Териберка на Кольском полуострове. Но конкретное место в данном случае не важно: CO_2 хорошо перемешивается в атмосфере, и рост концентрации практически одинаков по всему миру. Глобальный рост концентрации CO_2 зависит не от наших выбросов, а от выбросов во всем мире.

2. Человек усиливает парниковый эффект

Парниковый эффект – относительно простое и хорошо изученное физическое явление, детальное описание которого было дано еще в середине XIX века. Молекулы водяного пара, углекислого газа и метана поглощают длинноволновое излучение Земли и, в свою очередь, излучают во все стороны – так же, как это делает полиэтиленовая пленка над грядками. Без этого эффекта не было бы жизни на Земле, средняя температура была бы не $+14$, а -19°C .

Именно человек в основном за последние 40 лет повысил концентрацию CO_2 в атмосфере более чем на треть и стремительно наращивает свое влияние. Как ему это удастся? Ведь биота дышит, потоки CO_2 между наземными экосистемами, атмосферой и океаном огромны – примерно в 30 раз больше, чем поток CO_2 от

сжигания ископаемого топлива. Как же можно утверждать, что виноват человек? Увы, на это однозначно указывает анализ корреляции между антропогенными выбросами CO_2 , изменением соотношения изотопов углерода (C^{12} и C^{13}) и ростом общего содержания CO_2 в атмосфере. Тот CO_2 , которым «прирастает» атмосфера, имеет изотопный состав, характерный для сжигания угля, нефти и газа.

Академик Михаил Будыко предсказывал антропогенное усиление парникового эффекта, и в 1980-е гг. даже докладывал об этом Политбюро ЦК КПСС, но тогда это была скорее теория, чем практика.

Что первично, а что вторично – рост концентрации CO_2 или рост температуры? Действительно, более теплый климат может приводить к более активному росту биоты и большему поступлению CO_2 в атмосферу. Так уже было в прошлом. Но теперь последовательность действующих факторов иная: сначала меняется концентрация CO_2 , а за ней следует повышение температуры (см. стр. 4).

Кроме этого человек, ответственен и за рост концентрации в атмосфере других парниковых газов: метана, N_2O . Есть и другие воздействия человека на климат, например, выбросы твердых частиц и аэрозолей в атмосферу изменяют альбедо облачного покрова, но **наиболее значимый эффект – рост концентрации CO_2 .**

Куда девается CO_2 ? Примерно 55% CO_2 просто накапливается в атмосфере, а около 30% поглощается океаном и в конечном счете в виде известняка (карбоната кальция, CaCO_3), – раковин морских животных и их обломков осаждаются на дне. Остальное поглощается наземными экосистемами.

Сможет ли океан и дальше поглощать CO_2 в той

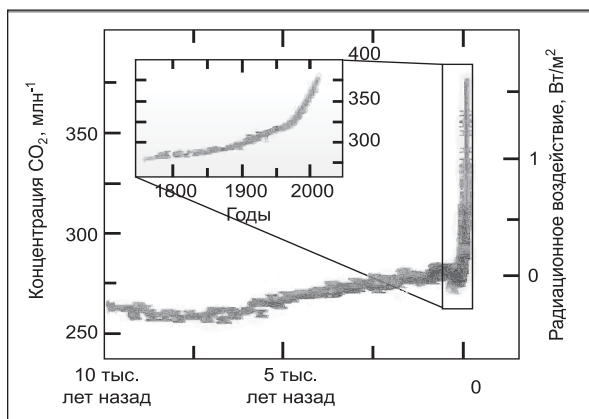


Рис. 2. Изменение концентрации CO_2 в атмосфере Земли в последние 10 000 лет

Источник: Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Росгидромет, М., 2008, т. 1, с. 90. <http://climate2008.igcc.ru>

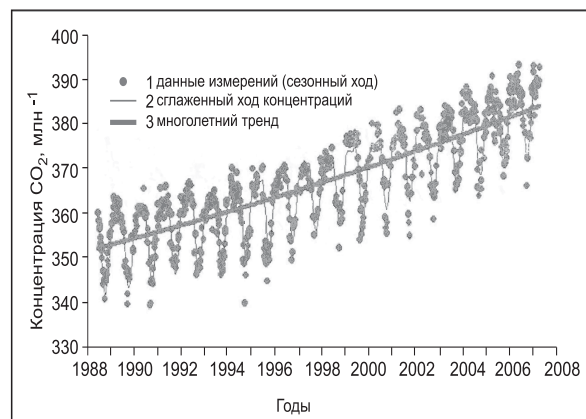


Рис. 3. Изменение концентрации CO_2 на станции Териберка за последние 20 лет

Источник: Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Росгидромет, М., 2008, т. 1, с. 91. <http://climate2008.igcc.ru>



Рис. 4. Парниковый эффект

же пропорции в будущем и «превращать» углерод, накопленный в угле, нефти и газе в осадочные породы на океанском дне? Ответ не очевиден: процесс поглощения CO_2 сложен и нелинеен, кислотность океана уже сместилась в сторону увеличения, и дальнейшую реакцию фитопланктона – основы жизни в океане – предсказать пока невозможно. Ученые говорят одно: в самом ближайшем будущем резкие изменения маловероятны, и, значит, **если человечество сможет обуздать рост выбросов парниковых газов в атмосферу в ближайшие десятилетия, то риск катастрофических явлений будет минимален.**

Итак, каждый год человек усиливает парниковый эффект – все больше энергии остается «под пленкой». Ученые говорят о росте глобальной температуры приземного слоя воздуха: с доиндустриальной эпохи, когда человек начал сжигать каменный уголь, накопилось уже $0,8^\circ\text{C}$. Средняя температура на планете в наши дни уже не $13,7^\circ\text{C}$, как в середине XIX века, а $14,5^\circ\text{C}$. При этом почти весь рост приходится на последние 30–40 лет.

Почему же тогда в вашем регионе не теплеет каждый год? Во-первых, энергия – это не только температура воздуха, но и океанские течения, и температура воды, и кинетическая энергия воздушных масс. Во-вторых, речь идет о всей планете, поэтому наиболее четкие тенденции видны на большой территории.

Например, для России в целом медленное, но неуклонное потепление – общая тенденция, проявляю-

щаяся на всей территории страны гораздо заметнее, чем в отдельном регионе. Как правило, если где-то холоднее нормы (тенденция не проявляется), как зимой 2009–2010 гг. на большей части России, то где-то еще более «жарко» и тенденция потепления особенно сильно выражена. Зимой 2010 г. был побит рекорд февральской «жары» на полюсе холода в Оймяконе: было всего -15°C , а на Олимпиаде в канадском Ванкувере не хватало ни снега, ни холода. Подобные «качели» стали уже привычными. Росгидромет в «Докладе об особенностях климата на территории российской Федерации за 2009 год» подчеркивает, что холодная зима 2010 года не указывает на смену тенденции.

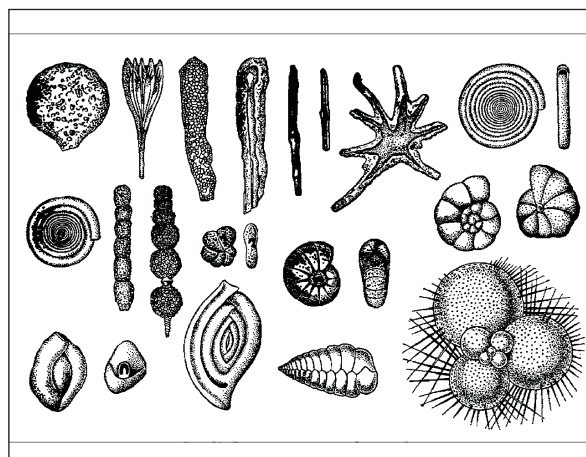
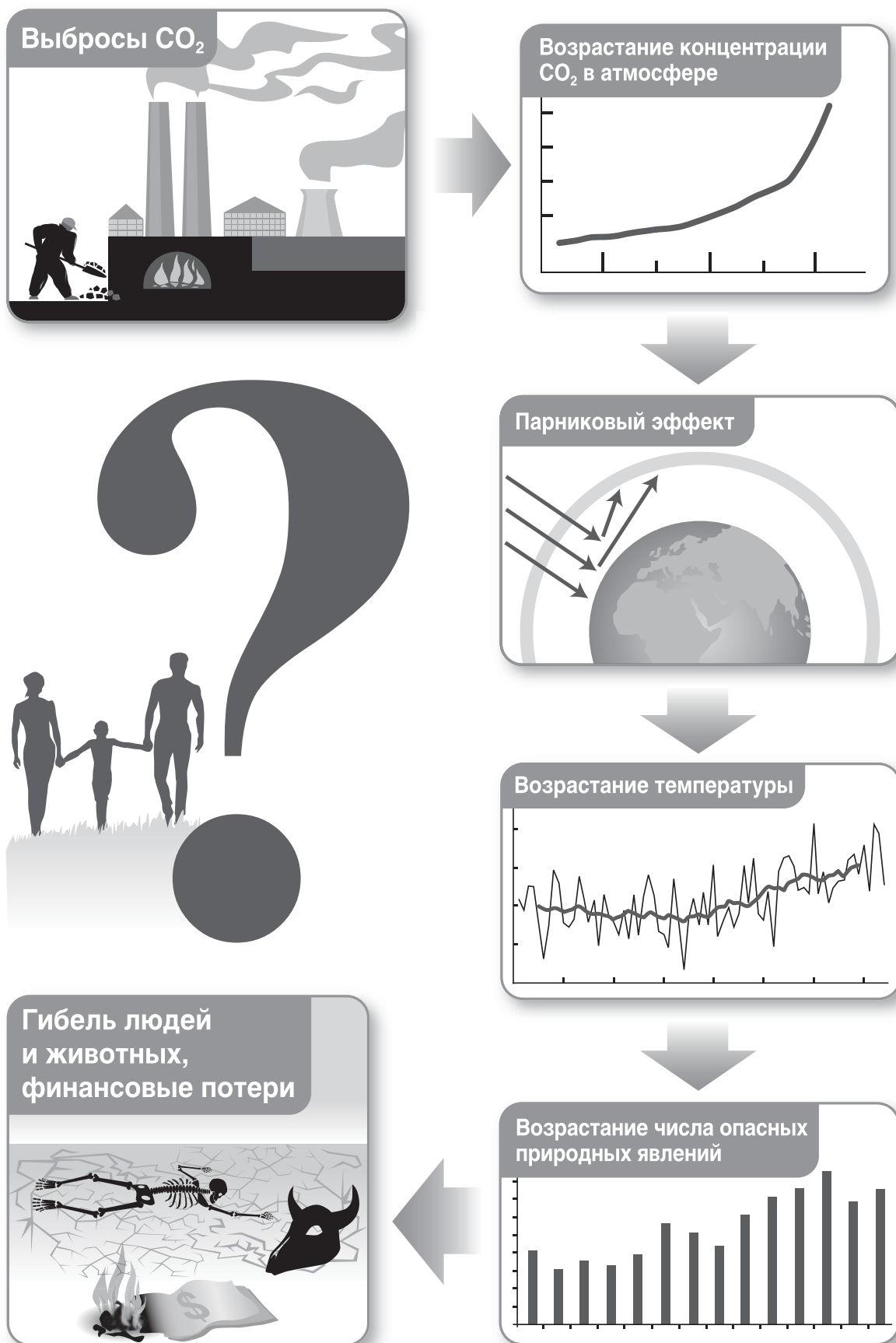


Рис. 5. Раковины различных фораминифер
Источник: Догель В.А. Зоология беспозвоночных. М.: Высшая школа; издание 7-е, перераб. и доп., 1981.



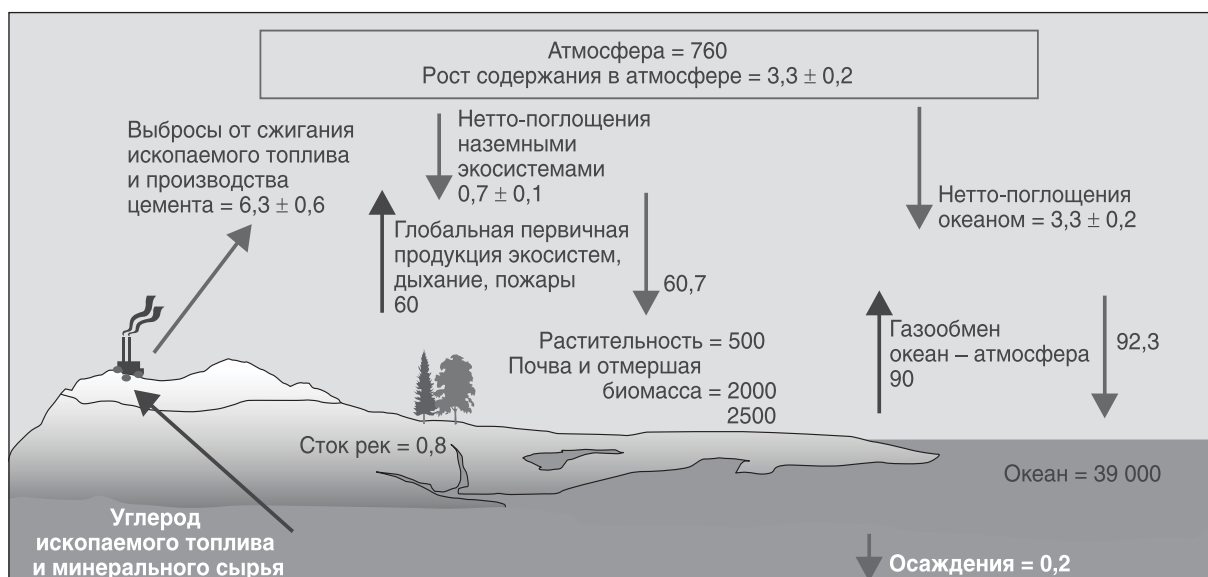


Рис. 6. Глобальный баланс углерода в среднем за 10 лет – с 1980 по 1998 год, запасы в млрд т С, потоки – в млрд т С / год
По данным: Land Use, Land-Use Change and Forestry, IPCC, 2000 – Robert T. Watson, Ian R. Noble, Bert Bolin, N.H. Ravindranath, David J. Verardo and David J. Dokken (Eds.), Cambridge University Press, UK, pp 375. http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land_use/index.php?idp=19

3. Важно понимать, о каком временном промежутке мы говорим

В ближайшие десятилетия антропогенное усиление парникового эффекта будет гораздо сильнее воздействовать на климат Земли, чем все естественные факторы вместе взятые. Ученые пришли к однозначному выводу, что в масштабе десятков лет человек, увы, сильнее природы: сейчас изменение климата зависит от нас.

В масштабе одного года многое зависит от извержений вулканов (впрочем, только таких, когда в верхние слои атмосферы попадает много пепла, экранирующего сол-нечное излучение). Поэтому утверждение «человек бессилен перед извержениями вулканов» верно, но только во время извержения. После извержений рост глобальной температуры тормозится на 1–3 года, но потом аэрозольные частицы оседают, и все идет по-прежнему. Этот эффект хорошо воспроизводится на моделях динамики климата Земли, но ведь никто не может за много лет ни прогнозировать сильные извержения, ни вызывать их по желанию.

Если взять больший масштаб – сотни, тысячи или десятки тысяч лет, – то главную роль будут играть астрономические причины и изменение солнечной активности. Наши далекие потомки смогут забыть про странный «пик» на кривых концентрации CO_2 в атмосфере и графиках температуры, если только этот взлет не приведет к необратимым потерям в экосистемах.

Часто встречается утверждение: «Климат становится не теплее, а холоднее: мы идем к ледниковому периоду». Это верно в масштабе десятков тысяч лет: мы действительно идем к новому ледниковому перио-

ду. Но для нас с вами в ближайшие десятилетия это не играет никакой роли.

Российскими учеными была проведена количественная оценка вклада человека в текущее изменение климата. В 2009 году учеными, представляющими институты Росгидромета и Российской академии наук, был подготовлен «Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации». Так, в этом докладе говорится: «крайне маловероятно (<5%), что изменения климата, наблюдавшиеся за последние 50 лет, происходили без внешнего воздействия; с высокой степенью вероятности (> 90%) можно утверждать, что наблюдаемое увеличение концентраций антропогенных парниковых газов обуславливает большую часть глобального потепления, начиная с середины XX века».

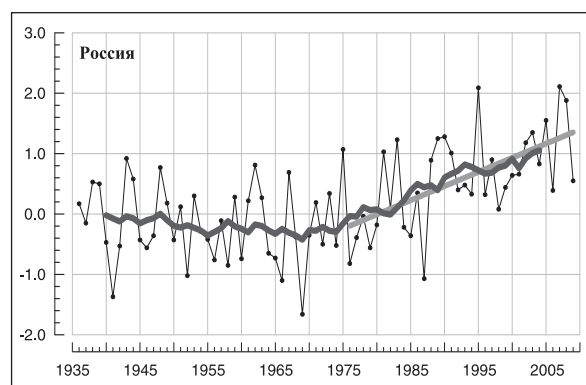


Рис. 7. Аномалии среднегодовой (январь – декабрь) температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ, 1936–2009 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961–1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976–2009 гг.
Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2009 год. Росгидромет, М., 2010. www.meteorf.ru



Ученые не говорят о 100%-ном влиянии, **но разве 90% недостаточно для того, чтобы осознать серьезность проблемы и начать предпринимать меры?** «Меры против чего?» – спросите вы. Конечно, не против средних температур и незначительного глобального потепления, это лишь косвенный индикатор процесса изменения климата.

4. Проблема не в средних температурах, а в опасных гидрометеорологических явлениях

Основным вредом и основной угрозой для природы и человека стало не потепление (оно незначительно), **а изменение, точнее, разбалансировка климата**. Климатическая система – это сложный «организм», имеющий собственные законы и внутренние колебательные процессы: циклоны и антициклоны, засухи и наводнения, муссоны и сезоны дождей и т.д. Если систему «подтолкнуть» (закачать больше энергии), она сдвинется немного (это небольшое глобальное потепление), но колебаться начнет гораздо сильнее. Это мы и наблюдаем: погода стала более неустойчивой. То есть корректно говорить не о потеплении (как глобальной краткосрочной тенденции) или похолодании (как тенденции будущих тысячелетий).

Росгидромет давно фиксирует рост опасных гидрометеорологических явлений: к ним относятся штормовые ветра, сильные дожди, снегопады, аномальная жара, аномальный холод и т. п. За последние 15 лет их число увеличилось вдвое: примерно с 150–200 до 300–400 явлений в год на территории России в целом.

Но здесь между ростом средних температур и ростом опасных явлений проходит «рубеж» точных научных знаний. Научный консенсус охватывает только рост средних по планете температур. Пока точно не известно, как пересчитать рост средней температуры в рост числа и силы стихийных бедствий, то есть в собственно ущерб. Для некоторых эффектов, например для роста уровня Мирового океана, такие расчеты есть. Где-то ученые уже прослеживают полуколичественные причинно-следственные связи. Есть оценки для мира в целом, для ряда регионов, но детальных и доказанных цифр в большинстве случаев пока нет.

Нерешенных вопросов и разногласий в климатической науке много, но они не касаются причин нынешнего изменения климата: это уже проблемы следующего уровня детализации. Уровень «человек или нет» пройден, и **найден однозначный ответ – человек**.

5. Опасно не нынешнее, еще относительно слабое, изменение климата, а то, которое будет через 20–50 лет

Число опасных гидрологических явлений за последние 15 лет уже выросло в России в 2 раза, а по прогнозу Росгидромета за 10–15 лет вырастет еще вдвое! Лавинообразное нарастание «необычной» погоды, штормовых ветров, сильных осадков, наводнений и засух, а также понимание причин и неизбежности ущерба – именно это и тревожит экологов.

Природа ко многому может приспособиться, но нужно время, процессы должны быть не очень быстрыми, иначе потерь не избежать. Плавность означа-

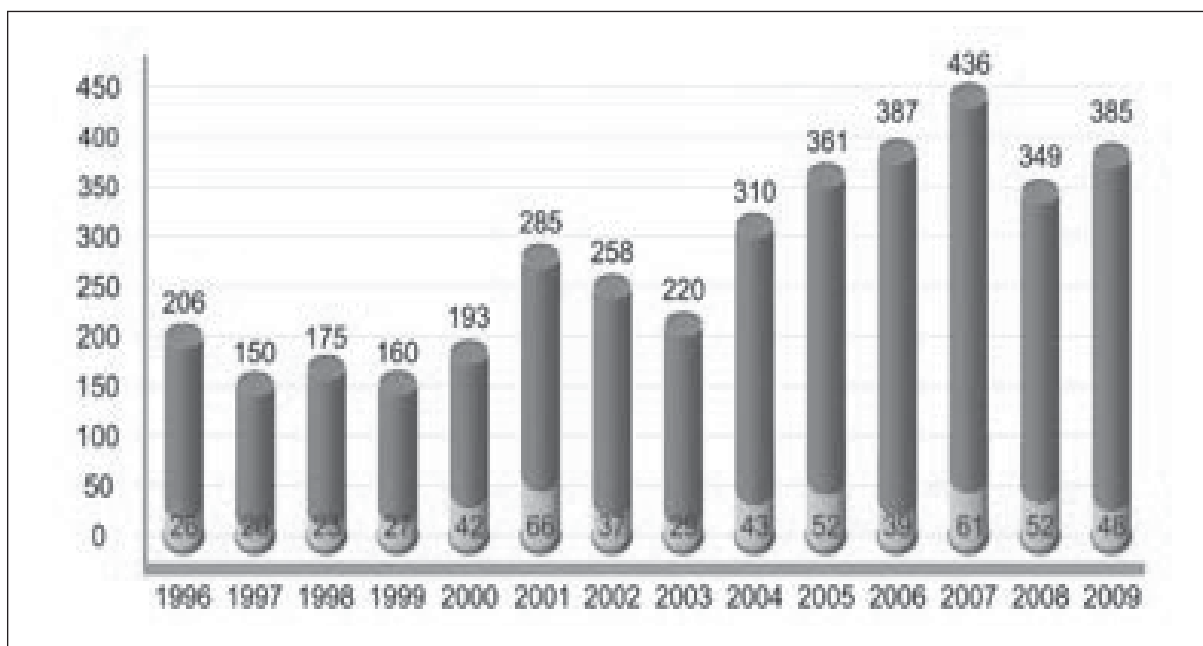


Рис. 8. Рост числа опасных гидрометеорологических явлений (темно-серые столбики) и число явлений, которые не были предусмотрены в прогнозах (светло-серые столбики).

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2009 год. Росгидромет, М., 2010. www.meteorf.ru



ет, что человечество должно замедлить рост выбросов парниковых газов, а потом постепенно их снижать. Ученые уже дали ответ об относительно безопасном уровне выбросов и необходимых действиях: к середине XXI века глобальные выбросы парниковых газов надо снизить в 2 раза от уровня 1990 года.

Подводя итог, можно сказать, что наших знаний уже достаточно, чтобы более активно предпринимать превентивные меры, совпадающие с приоритетами национального развития. Но недостаточно знаний для того, чтобы снижение выбросов стало приоритетом перед целями социально-экономического развития.

Конечно, правительства стараются руководство-

ваться принципом предосторожности: нужно действовать так, чтобы даже в худшем случае, т. е. при наиболее сильных изменениях климата, не понести большого ущерба. Это значит, что надо готовиться и к дорогостоящим мерам адаптации, и к возможным принудительным и жестким мерам по снижению выбросов, если мировое сообщество поймет, что иначе будет еще хуже – грозят катастрофические потери. Но, как показала прошедшая в декабре 2009 года конференция ООН по климату в Копенгагене, этот принцип хорошо понимают министры экологии и чрезвычайных ситуаций, но не всегда понимают министры финансов и экономики.

СПОРЯТ УЧЕНЫЕ

Перед конференцией в Копенгагене во второй половине 2009 г. на телевидении и в прессе мы видели беспрецедентную атаку на климатическую науку. Все разногласия между учеными тщательно подбирались и были «случайно» опубликованы.

Если о ракетной технике или нейрохирургии никто не решается судить самостоятельно (всем понятно, что это сложно, для профессионалов), то о погоде берется судить каждый, не осознавая, сколь сложен и специфичен вопрос.

В 2008 г. были опрошены ученые в области естественных наук, в основном из США и Канады, при этом степень кандидата или доктора наук (PhD) имели 90% респондентов. Им задали два вопроса: 1) считаете ли вы, что идет глобальное потепление?; 2) считаете ли вы, что деятельность человека – значительный фактор в росте температуры? «Да» ответили 90% и 82% на первый и второй вопросы, соответственно. но... выяснилась принципиально важная деталь: доля ученых сильно зависит от области естественных наук и от того, печатается ли сейчас данный ученый в научной прессе, то есть работает ли активно или уже отошел от дел и живет прошлыми заслугами.

Заметим, что на второй вопрос утвердительно ответили лишь 47% геологов. а вот среди климатологов и в целом всех активно работающих ученых положительно ответили 88–90% респондентов. Среди профессионалов в области изменений климата, регулярно публикующихся в научной печати, на второй вопрос ответ «да» дали 97,4%. Примечательно, что согласно данным опроса жителей США, проведенного Институтом Гэллага в марте 2009 г., только 58% согласились с главной ролью человека в происходящих изменениях климата. Более того, перед копенгагенской конференцией лоббисты «грязного» бизнеса разместили в СМИ множество мифов, дискредитирующих климатическую науку. Эту «информацию» ученые проигнорировали, однако на обычных людей она оказала свое воздействие.

Профессиональное сообщество не расколото, но оно оперирует строгими терминами вероятности, что малоинтересно СМИ, где популярностью пользуются либо «страшилки», либо «сенсационное» отрицание влияния человека. Ученые предпочитают игнорировать газетные «утки» и нелепые утверждения, например, что потепление – искусственный эффект, вызванный расположением метеостанций в городах («островах тепла») или уменьшением их числа в северных широтах. Очевидно, что все подобные «эффекты» учтены при анализе данных и имеют хождение только в среде несведущих журналистов и откровенных лоббистов «грязного» бизнеса, препятствующих ускоренному внедрению новых технологий.



Часть II

Климатическая доктрина Российской Федерации

О климатической доктрине:

- У президента и правительства есть официально выраженный взгляд на проблему нынешнего изменения климата. Это Климатическая доктрина, принятая в конце 2009 г.;
- в Климатической доктрине признается антропогенный характер текущего изменения климата;
- в Доктрине указывается, что негативное влияние изменения климата гораздо сильнее позитивного, особенно в будущем;
- Доктрина гласит, что нужно не только адаптироваться к новым условиям, но и снижать выбросы парниковых газов; в ней указано главное на сегодня средство для этого в России – высокая энергоэффективность и современное энергосбережение;
- подчеркивается, что действовать должны все: федеральные и региональные органы, население, общественность; нужно широкое «климатическое» образование с участием всех – и СМИ, и вузов, и школ.

Полный текст Климатической доктрины Российской Федерации вы можете найти на интернет-сайте Президента РФ Д.А. Медведева <http://www.kremlin.ru/acts/6365>

По тексту Доктрины высказывалось немало критики. Например, о том, что в нем нет цифр и конкретных действий: документ носит чисто концептуальный характер; что не указаны глобальные численные параметры, характеризующие изменение климата, например,

концентрация CO₂ в атмосфере или рост средней на планете приземной температуры воздуха. Это так, но тем не менее Доктрина – важный базовый документ. Он не подменяет и не дублирует научную печать, но дает научным знаниям официальное оформление.

ДОКТРИНА – «МОСТИК» МЕЖДУ НАУЧНЫМИ ЗНАНИЯМИ И КОНКРЕТНЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ

Процесс разработки климатической доктрины России

В 2009 г. шла активная работа по выработке климатической доктрины России. Во второй половине апреля министр природных ресурсов и экологии РФ Юрий Трутнев представил основные положения Доктрины на Президиуме Правительства во главе с Владимиром Путиным. Они были одобрены. Далее Доктрина дорабатывалась примерно месяц и в конце мая была представлена на Интернет-сайте министерства. Президент России подписал Доктрину 17 декабря 2009 г. – как раз во время конференции ООН по проблеме изменения климата в Копенгагене, желая тем самым подчеркнуть ответственное отношение нашей страны к данной глобальной проблеме.

Президент обязал правительство «руководствоваться положениями Доктрины при проведении государственной политики», а премьер-министр в соответствии с данным поручением 30 декабря 2009 г. дал указание министерствам и Российской академии наук подготовить предложения о том, как реализовывать Доктрину. В 2010 г. должны быть разработаны планы работ и конкретные меры.

ДОКТРИНА О ПРИЧИНАХ И ХАРАКТЕРЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

В основу настоящей Доктрины положен анализ результатов проводимых на территории Российской Федерации и в других регионах земли исследований климатических изменений и последствий влияния этих изменений на различные сектора экономики, население и окружающую среду... научное обоснование настоящей Доктрины включает **признание способности антропогенного фактора оказывать воздействия на климатическую систему, приводящие к значимым, в первую очередь неблагоприятным и опасным для человека и окружающей среды, последствиям.** (Доктрина, раздел I, п. 4)

² Здесь и далее выделение жирным шрифтом сделано авторами данного пособия

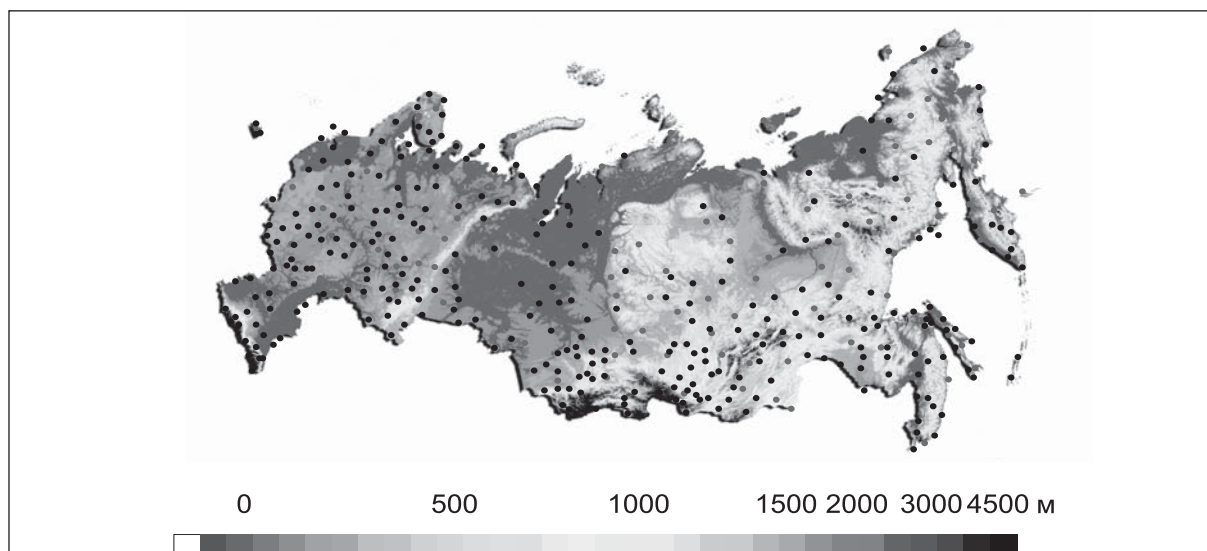


Рис. 9. Наземная метеорологическая реперная сеть России, включающая 454 пункта наблюдений, из них 135 пунктов участвуют в международном обмене в рамках программы Глобальной системы наблюдений за климатом
Источник: Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Росгидромет, М., 2008. <http://climate2008.igce.ru>

Такой вывод Доктрины вряд ли был бы возможен 10 лет назад. Потребовались годы исследований, появление фундаментальных работ и обобщающих их докладов. В 2005 г. Росгидромет подготовил Стратегический прогноз изменений климата на период до 2010–2015 гг.³ В 2008 г. ученые из научных учреждений Росгидромета и РАН подготовили двухтомный

доклад, где в первом томе говорится об изменении климата, а во втором – о его воздействии на природу, человека и отрасли экономики⁴. Именно этот труд лег в основу Доктрины. Там же показано, что, с одной стороны, модели прогноза климата хорошо воспроизводят ситуацию, а с другой это возможно только при детальном учете антропогенного воздействия.

Рост температуры можно объяснить только факторами антропогенного воздействия

Стратегической целью политики в области климата является обеспечение безопасного и устойчивого развития Российской Федерации, включая институциональный, экономический, экологический и социальный, в том числе демографический, **аспекты развития в условиях изменяющегося климата и возникновения соответствующих угроз** (Доктрина, раздел II, п. 6)

В Доктрине подчеркивается, что целью служит не сохранение климата как такового, а благополучие человека: «**...не человек для климата, а климат для человека**». Пока проблема не стала угрожающей, пока есть шансы снизить выбросы парниковых газов до безопасного предела и избежать катастрофических ситуаций,

не предполагается ничего делать в ущерб человеку и экономике страны. Но подход к нуждам человека и экономики должен быть гораздо шире сиюминутных эгоистических интересов. Здесь важное место занимает сохранение природы.

Интересы Российской Федерации, связанные с изменениями климата, не ограничиваются её территорией и **носят глобальный характер**. ... к опосредованным воздействиям климатических изменений относится их влияние на **миграционные процессы в результате глобального перераспределения природных, в том числе продовольственных и водных, ресурсов** и снижения относительной комфортности проживания человека в отдельных регионах Российской Федерации и за её пределами (Доктрина, раздел II, п.8).

³ Стратегический прогноз изменений климата российской Федерации на период до 2010–2015гг. и их влияния на отрасли экономики России.

⁴ Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации.

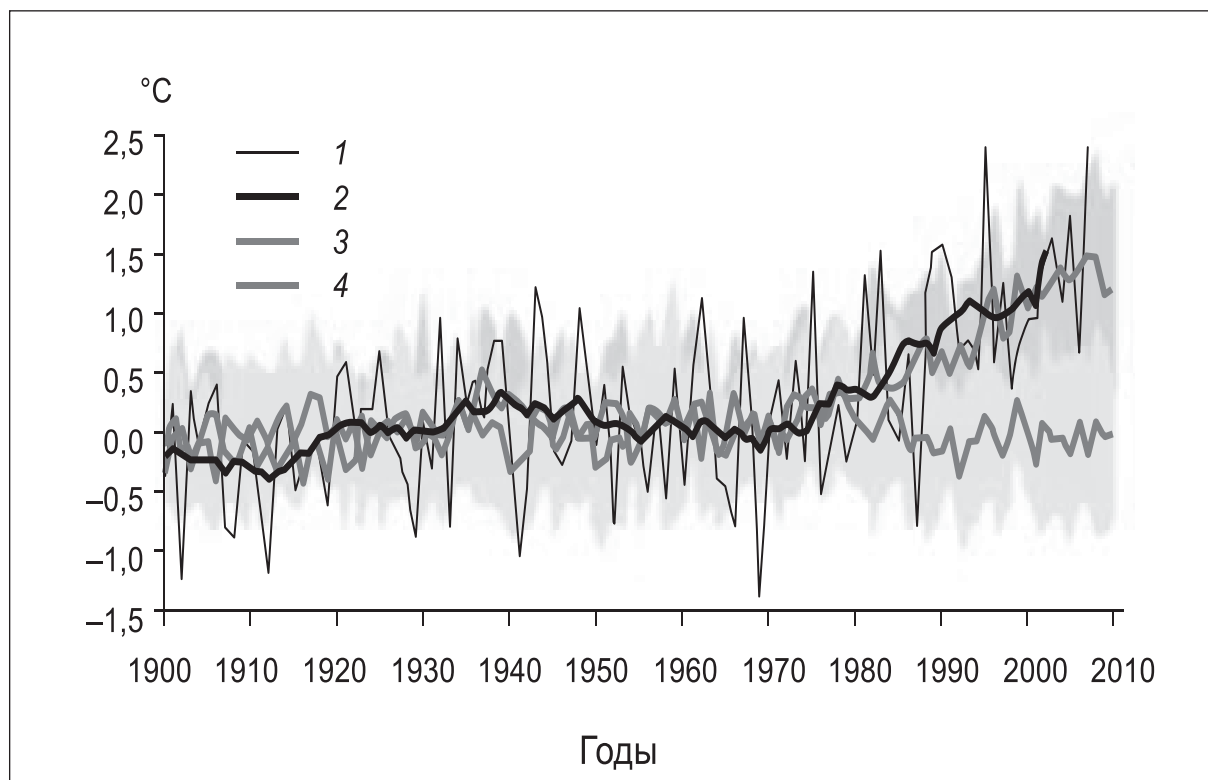


Рис. 10. Рост температуры можно объяснить только факторами антропогенного воздействия.

Черные кривые - результат наблюдений за температурой приземного слоя воздуха в России за последние 110 лет: тонкая (1) - данные за каждый год, толстая (2) - скользящее осреднение за 11 лет. Темно-серая кривая (3) - расчеты по моделям с учетом только естественных факторов. Светло-серая кривая (4) - расчеты по тем же моделям с учетом естественных и антропогенных факторов, по вертикальной оси - отклонения от средней температуры за 1901-1950 гг.

Источник: Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Росгидромет, М., 2008, т. 1, с. 166. <http://climate2008.igce.ru>

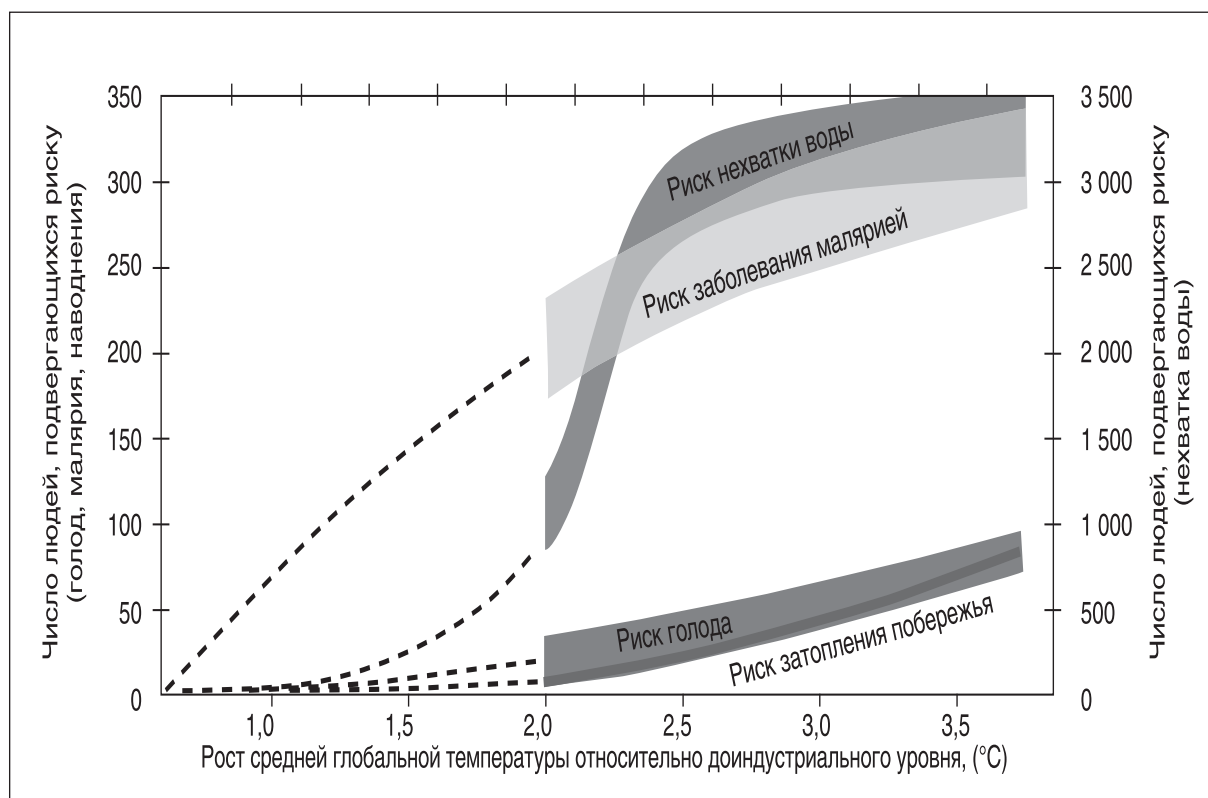


Рис. 11. Оценка числа людей, подвергающихся различным видам риска, в 2080 году

Источник: 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.



Как мы видим, угрозы таятся далеко не только в температуре или количестве осадков. Вопрос шире и сложнее. От изменений климата будут страдать, прежде всего, страны, испытывающие недостаток пресной воды. Если не снижать выбросы парниковых газов, то во второй половине XXI века треть населения планеты

– или более 3 миллиардов человек – будет страдать от недостатка воды, в частности в широкой «полосе» от Испании и Марокко до западных границ Китая. Условия их жизни станут очень тяжелыми, возможна массовая миграция населения.

Ожидаемые изменения климата неизбежно отразятся на жизни людей, на состоянии животного и растительного мира во всех регионах планеты, а в некоторых из них станут ощутимой угрозой для благополучия населения и устойчивого развития (Доктрина, преамбула).

Часто спрашивают, это катастрофа или нет? Для планеты в целом, конечно, так говорить нельзя: человеку как виду не грозит вымирание. Для России это тоже не катастрофа. Но трагедия для людей, пострадавших от клещевого энцефалита. Более мягкая весна и зима ведут к росту численности этих членистоногих.

Но это катастрофа для жителей многих малых островных государств, ведь их родина исчезнет. Чтобы их спасти нужно остановить рост глобальной температуры на уровне 1,5°C, что очень дорого для крупных стран, как развитых, так и развивающихся, и они не спешат на помощь.

Изменения климата многообразны и проявляются, в частности, в изменении частоты и интенсивности климатических аномалий и экстремальных погодных явлений. В течение XXI века высока вероятность ускорения динамики наблюдаемых изменений климата. (Доктрина, преамбула)

Доктрина нацеливает нас именно на изменение частоты и силы климатических аномалий и экстремальных явлений. Рост более чем в 2 раза за 15 лет впечатляет, но еще больше пугает прогноз – продолжение тенденции и двукратный рост в ближайшие 10–15 лет. Нередко встречаются утверждения, что люди не

видят опасных явлений. Действительно, там, где живет большая часть населения России, опасных явлений относительно немного. Но Сибирь и Дальний Восток дают более половины явлений. Затем идут Южный и Приволжский округа, в то время как густонаселенный Центр, Северо-Запад и Урал более благополучны.



Рис. 12. Распределение опасных гидрометеорологических явлений в 2009 г. по федеральным округам. Общая сумма превосходит сумму для страны в целом, так как ряд явлений охватывает более чем один федеральный округ. Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2009 год. Росгидромет, М., 2010. www.meteorf.ru



Какие климатические воздействия признаны главными?

- К отрицательным последствиям ожидаемых изменений климата для Российской Федерации относятся:
- повышение риска для здоровья (увеличение уровня заболеваемости и смертности) некоторых социальных групп населения;
- рост повторяемости, интенсивности и продолжительности засух в одних регионах, экстремальных осадков, наводнений, опасного для сельского хозяйства переувлажнения почвы – в других;
- повышение пожароопасности в лесных массивах;
- деградация вечной мерзлоты в северных регионах с ущербом для строений и коммуникаций;
- нарушение экологического равновесия, в том числе вытеснение одних биологических видов другими;
- распространение инфекционных и паразитарных заболеваний;
- увеличение расходов электроэнергии на кондиционирование воздуха в летний сезон для значительной части населённых пунктов.

(Доктрина, раздел IV, п.27)

Как видим, на первом месте значится здоровье населения. Вероятно, воздействие «скачков» погоды ощущает на себе каждый, но для людей, страдающих хроническими заболеваниями, особенно сердечно-сосудистой системы, это многократно хуже. Во время жары при увеличении максимальной дневной температуры на 10°C смертность от отдельных причин возрастает в 2 раза, а общая смертность – на 8%⁵.

Наводнения и засухи собраны вместе – как две стороны «медали» более неустойчивого климата. Здесь ущерб очевиден. Сухая и жаркая погода, в свою очередь, ведет к риску лесных пожаров. Сначала эта

проблема коснется южных районов Западной Сибири и Урала, но к 2050 г. пожароопасность начнет существенно расти и на огромных таежных просторах Якутии и севере Европейской части России.

Составлены карты риска для зданий и сооружений в зоне многолетней мерзлоты. Конечно, там живет относительно небольшая часть населения, но ведь по площади – это около 60% территории страны. Есть уже немало случаев разрушения зданий: например, в 2009 г. обрушилось здание Геологоразведочного управления в Якутске.



Рис. 13. Распространение многолетней мерзлоты на территории России:

1 - зона с островным (менее 50% площади) распределением многолетнемерзлых грунтов; 2 - зона с прерывистым (50 - 90%) распределением многолетнемерзлых грунтов; 3 - зона со сплошным (более 90%) распределением многолетнемерзлых грунтов; 4 - зона сезонного промерзания.

Источник: Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Росгидромет, М., 2008. <http://climate2008.igce.ru>

⁵ Ревич Б.А., Шапошников Д.А., 2004. Высокие температуры воздуха в городах – реальная угроза здоровью населения. В сб.: «Изменение климата и здоровье населения России в XXI веке», Российская академия медицинских наук. Изд-во «АдамантЪ». М., с. 175–184.



К возможным положительным для Российской Федерации последствиям ожидаемых изменений климата... относятся:

- сокращение расходов энергии в отопительный период;
- улучшение ледовой обстановки и, соответственно, условий транспортировки грузов в арктических морях, облегчение доступа к арктическим шельфам и их освоения;
- улучшение структуры и расширение зоны растениеводства, а также повышение эффективности животноводства (при выполнении ряда дополнительных условий и принятии определенных мер);
- повышение продуктивности бореальных лесов.

(Доктрина, раздел IV, п.28)

Для такой северной страны, как Россия, рост температуры может приводить и к положительным эффектам. Но заметьте разницу в формулировках: отрицательные последствия указаны выше без сомнений и оговорок, а положительные названы «возможными» и «при выполнении ряда требований и условий». Ими надо еще суметь воспользоваться. Действительно, отопительный сезон может стать на 3–5 дней короче, но не каждый год. В один

год все будет, например, без изменений, в другой станет холоднее и отопительный сезон увеличится на 5 дней, но зато в третий год будет очень тепло, а отопительный сезон станет на 20 дней короче. То есть в среднем получается, что сезон укорачивается на 5 дней. При этом тепло может чередоваться с холодом, и энергетикам потребуется немало усилий, чтобы гибко реагировать на ситуацию.

Какие задачи ставит Доктрина?

Основными задачами политики в области климата являются:

- укрепление и развитие информационной и научной основы политики в области климата...;
- разработка и реализация оперативных и долгосрочных мер по адаптации к изменениям климата;
- разработка и реализация оперативных и долгосрочных мер по смягчению антропогенного воздействия на климат;
- участие в инициативах международного сообщества в решении вопросов, связанных с изменениями климата и смежными проблемами.

(Доктрина, раздел III, п.18)

То есть нужно понимать, что происходит, и иметь максимально достоверные прогнозы; нужно адаптироваться к новым условиям, снижать выбросы парни-

ковых газов (именно это означает термин «смягчение воздействия») и действовать сообща, всем миром.

Как же предлагается снижать выбросы?

Российская Федерация максимально концентрирует усилия на снижении антропогенных выбросов парниковых газов и увеличении их абсорбции поглотителями и накопителями. С этой целью предусматривается реализовать меры, обеспечивающие:

- повышение энергетической эффективности во всех секторах экономики;
- развитие использования возобновляемых и альтернативных источников энергии;
- сокращение рыночных диспропорций, реализацию мер финансовой и налоговой политики, стимулирующих снижение антропогенных выбросов парниковых газов;
- защиту и повышение качества поглотителей и накопителей парниковых газов, включая рациональное ведение лесного хозяйства, облесение и лесовозобновление на устойчивой основе.

(Доктрина, раздел III, п.23)



Главная часть наших выбросов парниковых газов исходит от сжигания угля, газа и нефтепродуктов. Значит, необходимы экономия топлива, энергии и тепла и развитие возобновляемой энергетики⁶. Термин «защита и повышение качества поглотителей» означает охрану и восстановление лесов. Не нужно ни изобретать термо-ядерные станции, ни смещать орбиту Земли, ни

строить вокруг нее сульфатные экраны. Люди любят экзотические решения и что-то совершенно новое, что спасет мир. К счастью, этого не нужно.

Но «не нужно» кому – только России, которая менее уязвима к ударам изменений климата, или всему миру? Как быть с наиболее уязвимыми странами?

Российская Федерация участвует в выработке коллективных мер международного сообщества по смягчению антропогенного воздействия на климат и **оказывает совместно с другими членами международного сообщества** содействие развивающимся странам, в том числе **наиболее уязвимым по отношению к отрицательным последствиям изменений климата**, в реализации мер по адаптации и смягчению негативных последствий изменений климата. (Доктрина, раздел III, п.25).

Приведем только один пример: на картах Евразии, которые вы обычно видите, в Центральной Азии есть Аральское море. Но на самом деле его уже нет. Река Амударья в наши дни до него не доходит вовсе, а с помощью небольшого объема воды второй реки – Сырдарьи – удастся спасти лишь маленькую северо-восточную часть бывшего моря, порядка 5%. Главная причина усыхания Арала – ужасная практика использования воды еще во времена СССР. Но по оценкам ученых, изменение климата тоже внесло сюда свой вклад – порядка 20% от общего эффекта⁷.

Ледники Тянь-Шаня и Памира сокращаются, паводки становятся более резкими – сильными и короткими, что ведет к большим потерям воды. Кроме того, разрушаются дороги и мосты, растёт опасность селей и оползней. Неблагополучна ситуация со здоровьем

населения. Самим странам Центральной Азии, особенно горным, с этой бедой не справиться: нужна помощь мирового сообщества, и России тоже нужно в ней участвовать.

Россия твердо высказалась за новое международное соглашение по проблеме изменения климата, которое должно прийти на смену Киотскому протоколу. В декабре 2009 г. в Копенгагене Дмитрий Медведев вместе с другими лидерами ведущих стран подготовили политический документ – Копенгагенскую Договоренность. «За» участие в ней в 2010 г., уже после конференции, высказались все крупные страны – и развитые, и развивающиеся. Так что у мира есть неплохая перспектива совместных действий, но они предусматривают не только снижение выбросов в самих странах, но и помощь наиболее слабым и уязвимым.



Рис. 14. Сокращение площади Аральского моря.

Источник: *Climate Change in Central Asia. A visual synthesis*. ZOI environment network 2009, 79 pp., http://www.zoinet.org/fileadmin/publications/CCCA_dec2009.pdf

⁶ Более подробная информация имеется в проекте Государственной программы по энергоэффективности, а также в докладе: «Энергоэффективная Россия. Пути снижения энергоемкости и выбросов парниковых газов» McKinsey & Company. 2009. www.mckinsey.com

⁷ Россия и сопредельные страны: экологические, экономические и социальные последствия изменения климата. WWF России, Oxfam, М., 2008, 64 с. www.wwf.ru



Кто должен действовать?

Субъектами реализации политики в области климата являются:

- федеральные органы государственной власти;
- органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления;
- организации, включая общественные организации (объединения);
- средства массовой информации;
- домашние хозяйства.

(Доктрина, раздел IV, п.39)

Авторы Доктрины понимают, что одних лишь усилий властей федерального уровня недостаточно. Нужно активное участие регионов и местного самоуправления, которые смогут убедить (или даже заставить) бизнес делать то, что нужно на перспективу, а не то, что сию секунду приносит максимальную прибыль. Без усилий общественности и поддержки СМИ тоже не обойтись, а ее у нас пока нет. Телевидение и интернет-сайты предпочитают обсуждать мифы о климате, а не давать серьезную и взвешенную информацию о проблеме. Вероятно, она им кажется слишком скучной.

Не забыты в Доктрине и домашние хозяйства⁸. Авторы понимают, что только «рублем» дело не решишь. Конечно, тарифы за электроэнергию, воду, тепло растут и будут расти, люди будут экономить ради денег, но этого недостаточно: нужно внутренне считать себя ответственным за свой город, свою страну и в данном случае за всю планету. Вы не бросаете мусор на обочину дороги не потому, что вас могут оштрафовать. Вы, вероятно, понимаете, насколько это плохо, что это осудят окружающие, ваши друзья. Так же должно быть и с энергией и теплом.

Ясность и информационная открытость политики в области климата необходимы на всех уровнях.... поскольку, с одной стороны, изменения климата сказываются на социальных факторах (изменение условий комфортного проживания и предпочтений населения при выборе места жительства, изменения на рынке труда и другие факторы), а с другой – **поведенческие факторы населения существенным образом влияют на потенциал осуществимости и эффективность мер по адаптации и смягчению антропогенного влияния на климат.** (Доктрина, раздел II, п.13)

Снижение выбросов в результате экономии электроэнергии, тепла, воды, газа, и успех мер по адаптации к новым климатическим условиям зависят от нас с вами. Без активного участия местного населения ни экологи, ни власти не смогут достичь успеха. Приведем лишь один пример успешной работы.

На Чукотке резкое сокращение морских льдов отрезало белых медведей от традиционной добычи – тюленей. В результате медведи были вынуждены не только преодолевать большие пространства открытой воды, что часто приводит к гибели животных, но и искать другие источники пищи. Такой альтернативной добычей становятся, в частности, моржи. Однако часто медведи выбирают путь «наименьшего сопротивления» и идут в поисках новой добычи в поселки

и на помойки. Например, в поселках Рыркайпий, Мыс Шмидта и Ванкарем жители подверглись целому нашествию медведей. Появились и жертвы, в том числе человеческие. Совместно с населением WWF создал бригады «Медвежий патруль»⁹.

«Медвежий патруль» предпринял ряд простейших упреждающих мер. Охотникам были розданы резиновые пули, чтобы можно было не убивать, а отгонять медведей. Для предотвращения «осеннего нашествия» на село Ванкарем останки моржей, погибших в силу разных причин рядом с селом, были вывезены навстречу медведям. Организация такого «кормового пятна» помогла остановить медведей в нескольких километрах от села и резко уменьшить число конфликтных ситуаций между хищниками и людьми.

⁸ См., например, <http://www.energosber.info/> - сайт об энергосбережении, сделанный Министерством энергетики РФ. Там есть изображения разных комнат квартиры, где можно щелкать на каждый электроприбор, счетчик «калькулятор экономии», советы по выбору оборудования и многое другое.



Осведомлённость всех заинтересованных сторон... **населения**, по вопросам изменений климата и их влияния на жизнь человека и общества и окружающую среду является одним из важнейших факторов успешного формирования и эффективной реализации политики в области климата в интересах нынешнего и будущих поколений. Приоритетными направлениями такой политики являются **объективное информационное освещение проблем**, связанных с изменениями климата и их последствиями, включая **популяризацию научных знаний в этой области**, в том числе с помощью средств массовой информации, а также **воспитание у населения Российской Федерации экологической культуры** (Доктрина, раздел V, п.37)

Однако авторы Доктрины хорошо себе представляют реальную ситуацию. Проблемы с непониманием сути изменения климата – это не только нежелание СМИ грамотно освещать новый и сложный вопрос,

не скатываясь в область мифов и катастрофических прогнозов. Это и противодействие бизнеса, по крайней мере той его части, которой совершенно не выгоден переход на новые технологии.

Учитывая **возможность конфликта интересов субъектов политики в области климата**, профессиональным и иным общественным организациям (объединениям) и средствам массовой информации принадлежит важная роль в предотвращении обострения таких конфликтов и возникновения социальной напряжённости, **недопущении коррупционного лоббирования интересов отдельных заинтересованных групп**. С этой целью предусматривается осуществлять обсуждение заинтересованными сторонами путей решения проблем изменений климата и их последствий для государства, общества и экономики. (Доктрина, раздел VI, п.44)

Конфликт интересов наглядно виден на примере двух крупных нефтяных компаний. «BP» решила стать лидером зеленого движения в бизнесе, она развивает производство биотоплива – например, солянки с 15%-ным содержанием рапсового масла, она вкладывает средства в солнечную энергетику, активно внедряет внутри самой компании меры по энергосбережению и т. п.¹⁰ Расчет прост: в будущем прибыли будут гораздо больше, хотя сейчас они и несколько меньше, чем при «обычной» работе. Противоположность этому – «Exxon Mobile». Компания делает ставку на сохранение существующей очень выгодной ей ситуации и не тратит лишних денег на экологию.¹¹

У разных представителей бизнеса всегда были и будут свои интересы, но баталии должны вестись вокруг конкретных экономических мер, предлагаемых правительством или экологами. Нежелание подчиняться и выполнять те или иные действия не должно переноситься в область климатической науки как таковой. Но в бизнес-лоббизме правила иные, и там иногда не гнушаются никакими средствами, включая и попытки дискредитации в СМИ очевидных научных основ наблюдаемых климатических процессов.

Заключительный параграф Доктрины посвящен последующим практическим шагам.

Реализация политики в области климата предполагает разработку на её основе федеральных, региональных и отраслевых программ и планов действий. (Доктрина, заключительный параграф)

⁹ Изменение климата глазами жителей Чукотки: www.belyemedvedi.ru
Наблюдения коренных жителей прибрежных районов Чукотского автономного округа об изменении климата. Кавры В., Болтунов А. М.: WWF России, 2006. 16 с. www.wwf.ru/resources/publ/book/196
¹⁰ Более подробную информацию, в том числе «Энергетический калькулятор для каждого» (на английском языке) см. на <http://www.bp.com/iframe.do?categoryId=9027929&contentId=7050956>. Аналог калькулятора для нашей страны имеется на <http://www.energobser.info>.
¹¹ На сайте <http://www.exxonmobil.com/Corporate/about.asp> вы найдете лишь дежурное упоминание об экологии, причем далеко не на первом месте.



Часть III

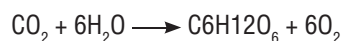
Климат и водные ресурсы

Вода - регулятор климата¹²

Океаны и моря являются регуляторами климата в отдельных частях земного шара. Суть этого заключается не только в океанических течениях, которые переносят теплую воду из экваториальных районов в более холодные (течение Гольфстрим, а также Японское, Бразильское, Восточно-Австралийское), но и противоположные им холодные течения – Канарское, Калифорнийское, Перуанское, Лабрадорское, Бенгальское. Вода обладает очень высокой теплоемкостью. Для нагревания 1 м³ воды на 1° требуется энергия, которая позволяет нагреть на такую же температуру 3000 м³ воздуха. Естественно, что при охлаждении водоемов эта теплота передается в окружающее пространство. Поэтому в районах, прилегающих к морским бассейнам, редко бывают большие перепады температур воздуха в летнее и зимнее время. Водные массы сглаживают эти перепады – осенью и зимой вода подогревает воздух, а весной и летом охлаждает.

Другой важной функцией океанов и морей является регулирование содержания в атмосфере углекислого газа (диоксида углерода). Его относительное содержание в атмосфере невелико и составляет всего лишь 0,03...0,04%. Однако общая масса, заключающаяся в атмосфере, очень большая – 2000...2500 млрд т. В связи с развитием энергетики, промышленности и транспорта сжигается огромное количество угля и нефтепродуктов. Основным продуктом их окисления является CO₂. Учеными установлено, что атмосферный CO₂ обладает способностью задерживать, т.е. не пропускать в космическое пространство, тепловое излучение Земли («парниковый эффект»). Чем больше CO₂ в атмосфере, тем теплее климат Земли. Общее потепление климата может привести к катастрофическим последствиям. В результате потепления усилятся таяние льдов на полюсах планеты и в горных районах, что приведет к повышению уровня Мирового океана и к затоплению огромных площадей суши. Подсчитано, что если расплавить все ледники Гренландии и Антарктиды, то уровень океана поднимется почти на 60 м. Нетрудно догадаться, что тогда Санкт-Петербург и многие приморские города окажутся под водой.

Важным регулятором содержания CO₂ в атмосфере является растительный покров Земли. В результате фотосинтеза растения превращают CO₂ в клетчатку и освобождают кислород:



Уместно отметить, что растения – основные поставщики атмосферного кислорода, а его источником прямо или косвенно является вода. Ежегодное продуцирование кислорода земной растительностью планеты составляет 300 млрд т.

Основную роль в регулировании содержания CO₂ в атмосфере играют океаны. Между Мировым океаном и атмосферой Земли устанавливается равновесие: углекислый газ CO₂ растворяется в воде, превращаясь в угольную кислоту H₂CO₃, и далее превращается в донные карбонатные осадки. Дело в том, что в морской воде содержатся ионы кальция и магния, которые с карбонатным ионом могут превращаться в малорастворимый карбонат кальция CaCO₃ и магния MgCO₃. Многие морские организмы извлекают первую соль из морской воды и строят из нее панцири. При отмирании этих организмов за большие периоды времени на дне образуются огромные скопления панцирей. Так формируются залежи мела, а в результате вторичных геологических превращений – залежи известняков, часто в виде бутовых плит. Как мел, так и бутовый камень широко используют в строительном деле.

Около половины поступающего в океан углекислого газа концентрируется в виде карбоната кальция в коралловых рифах. Кораллы также являются скелетами особых полипов – придонных морских беспозвоночных организмов. Цвет коралла зависит от состава и количества включенного в него органического вещества. Меньшую роль в окраске коралла играют ионы металлов. Обычно соли железа окрашивают кораллы в красный, оранжевый и коричневый цвета, а соли марганца – в серый цвет. В последние годы из белых кораллов японские стоматологи стали изготавливать искусственные зубы. Они не окисляются и не разрушают ткани ротовой полости. Иногда белые кораллы используют в качестве заменителей кости. Коралл не отчужда-

¹² По данным сайта www.o8ode.ru



ется организмом и приживается лучше, чем инородные кости, металлы или пластмасса. Ноздреватая структура коралла постепенно заполняется новообразованной костной тканью и становится довольно прочной.

Трудно представить, какой была бы наша планета, если бы океаны не связывали атмосферный углекислый газ.

Одному зеленому покрову Земли невозможно было бы справиться с задачей удержания примерно на одном и том же уровне содержания CO_2 в атмосфере. Подсчитано, что наземные растения для построения своего тела ежегодно потребляют из атмосферы 20

млрд т CO_2 , а обитатели океанов и морей извлекают из воды 155 млрд т в пересчете на CO_2 .

Не менее важным веществом в создании «парникового эффекта», чем CO_2 , является атмосферная вода. Она также перехватывает и поглощает тепловое излучение Земли. Однако в атмосфере ее гораздо больше, чем углекислого газа. Атмосферную влагу, особенно в виде облаков, иногда сравнивают с «одеялом» планеты. Многие замечали, при ясном и безоблачном небе ночи бывают холоднее, чем в облачную погоду. Согласитесь, что сравнение с одеялом - довольно образное и точное.

Вековое изменение температуры воздуха у поверхности земли, влияние на водные ресурсы¹³

Воздействия:

1. Во многих районах можно ожидать увеличения количества осадков, что может привести к изменениям в с/х производстве и природных экосистемах.
2. В Африке, возможно, будет уменьшаться влажность почвы, особенно, там где уже сейчас испытывается недостаток влаги в почве.
3. При сокращении количества осадков на 10% вызовет сокращение среднегодового стока на 40 - 70 %, что в свою очередь повлияет на с/х, водоснабжение и гидроэнергетику.
4. Вызывается увеличение стока за счет таяния снега от 16-81 %, вместе с тем уменьшается летний сток на 30-68% и одновременно понижается влажность почвы на 14- 36%.
5. Горные ледники в зоне умеренного климата останутся практически без изменений.
6. Значительно повлияет на водные ресурсы и биомассу, которые являются важными энергетическими ресурсами в большом числе развивающихся стран.
7. Последствия для энергетики, транспорта и промышленности определяются политикой реагирования на изменения климата.
8. Проектирование и эксплуатация гидрологических систем должны строиться с учетом возможного воздействия климатических изменений.
9. Изменяются гидрологические показатели осадки, испарение, влажность почвы, поверхностный сток.
10. Окажет значительное влияние на водообеспеченность.
11. Будут иметь серьезные последствия по использованию водных ресурсов, включая потребление воды человеком, сельскохозяйственные запасы, борьба с наводнениями и засухами.

Как изменения климата влияют на водные ресурсы планеты?¹⁴

На этот вопрос попыталась ответить Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). Эксперты МГЭИК оценили, как будут меняться осадки, снежные и ледовые покровы (на материке), уровень моря, почвенная влага, сток и расход воды в реках, а также какое влияние эти изменения окажут на здоровье человека, его хозяйственную деятельность и биоразнообразие Земли.

Согласно прогнозам специалистов к 2020 годам в Европе ожидается увеличение риска бурных паводков, причем, скорее всего, паводки, вызванные таянием снега, будут сдвинуты с весны на зиму. Такой риск увеличится и для Северной Европы. Одновременно предполагается уменьшение годового стока на Юге Европы

на 23%, и его увеличение на 15% в Северной Европе. К 2070-м годам повысится риск засух в Западной и Южной Европе и увеличение количества больших паводков в Северной Европе. Эксперты утверждают, что те засухи, которые сегодня возможны раз в 100 лет, будут повторяться в среднем каждые 10 лет и даже чаще в некоторых частях Испании и Португалии, западной Франции, в бассейне Вислы в Польше и западной Турции. То же и с паводками: сегодняшние паводки, возможные раз в 100 лет, станут частыми в Северной и Северо-Восточной Европе (Швеция, Финляндия, север России), в Ирландии, Центральной и Восточной Европе (Польша, Альпийские реки), в некоторых странах Атлантического побережья Южной Европы (Испания, Португалия).

¹³ По данным сайта www.meteo.ru

¹⁴ По данным сайта www.sevpersonu.wordpress.com



Какие последствия это может вызвать? По мнению экспертов МГЭИК, изменение климата скажется как на количестве, так и на качестве воды – возможен риск загрязнения систем водопользования. Повышенное количество осадков и засухи могут увеличить общее количество бактерий в пресной воде, что приведет к вспышкам болезней.

Изменение состояния водных ресурсов скажется и на биоразнообразии. Многие экологические системы, такие, как районы вечной мерзлоты в Арктике, и не-долговечные водные экосистемы в Средиземноморье, исчезнут. Исчезновение вечной мерзлоты в Арктике может вызвать сокращение некоторых типов водно-болотных угодий. Размножение водорослей и усиленный рост токсичных цианобактерий повысит риск цветения воды в озерах. Более высокие температуры, вероятно, приведут к увеличению видового разнообразия в пресноводных экологических системах в Северной Европе и его уменьшению в некоторых частях Юго-Западной Европы.

Такие изменения климата не могут не затронуть и сельское хозяйство. Продолжительность высокой температуры и засух приведет к тому, что урожайность будет неустойчивой и плохо прогнозируемой.

По мнению профессора И. Шикломанова, директора Государственного гидрологического института Росгидромета, некоторые общие оценки экспертов МГЭИК не соответствуют тому, что происходит в России. В частности, практически не отмечены особенности происшедших и ожидаемых изменений речного стока и водообеспечения для территории нашей страны. В целом для России, по словам ученого, ожидается увеличение возобновляемых водных ресурсов на 8-10%. В тоже время, если говорить об отдельных регионах, то на самых густонаселенных территориях – в Центральном и Южном федеральных округах, а также на юго-западной части Сибирского федерального округа, которые и в современных условиях имеют довольно ограниченные водные ресурсы, следует ожидать их уменьшения на 5 – 15%.

Водные ресурсы России и их использование¹⁵

Антропогенные факторы изменения климата

Среди факторов хозяйственной деятельности, влияющих на водные ресурсы и водный баланс посредством изменения климатических характеристик, применительно к крупным регионам и речным бассейнам, особое внимание следует обратить на следующие физические процессы:

- возможные изменения климата за счет хозяйственного использования больших объемов пресных вод;
- влияние деятельности человека на газовый состав атмосферы.

Эти аспекты рассматриваются на основании данных об объемах потребления пресной воды в России и в мире целом и анализа результатов выполненных в последние годы оценок влияния глобального потепления на водные ресурсы крупных речных бассейнов и регионов.

Об изменениях характеристик влагооборота за счет использования пресных вод.

Интенсивная хозяйственная деятельность человека может приводить не только к весьма заметным изменениям локального климата на относительно ограни-

ченных территориях, но и способствует поступлению в атмосферу большого количества дополнительной влаги за счет более интенсивного испарения по сравнению с условиями естественного гидрологического цикла. При этом с некоторыми допущениями можно полагать, что объем дополнительной влаги, поступающей в атмосферу в результате деятельности человека, соответствует безвозвратным потерям воды на хозяйственные нужды. Следует отметить, что величины дополнительного испарения в мире, которые достигнут в начале 21 в. 2500-2800 км³/год, приобретают уже крупномасштабный характер, тем более, что большая часть их, обусловленная, главным образом, развитием орошения, приходится на засушливые районы, где естественное испарение с суши невелико.

В соответствии с общей теорией влагооборота, дополнительная влага, поступающая в атмосферу, вызовет выпадение дополнительных осадков, которые в какой-то степени могут компенсировать потребление воды на хозяйственные нужды. При этом, учитывая стимулирующий эффект дополнительной влаги, величина дополнительных осадков может быть весьма значительной и для отдельных крупных регионов, имеющих большие массивы орошаемых земель, су-

¹⁵ Выдержки из монографии «Водные ресурсы России и их использование» под редакцией проф. И.А. Шикломанова



щественно превышать объемы испарения, обусловленного хозяйственной деятельностью человека. Естественно, что этот эффект может иметь место только очень больших территорий, для которых коэффициент влагооборота значительно больше единицы, например для континентов Земли и крупных природно-экономических регионов.

Исследования ГГИ показали, что рост потребления пресных вод вызовет некоторые изменения в соотношениях между отдельными элементами водного баланса крупных регионов, однако, даже в перспективе они будут весьма незначительными, и это не может привести к сколько-нибудь заметным изменениям глобального климата.

Изменение газового состава атмосферы и его влияние на климат и водные ресурсы.

Наибольшее беспокойство в отношении возможных в перспективе антропогенных изменений глобального климата вызывает все усиливающееся повышение концентрации в атмосфере Земли углекислого газа и малых газовых составляющих, а также атмосферного аэрозоля. Рост концентрации углекислого газа является важнейшим антропогенным фактором, способным оказать наибольшее влияние на глобальный климат. Углекислый газ почти прозрачен для коротковолновой солнечной радиации, но значительно ослабляет длинноволновое излучение, создавая так называемый парниковый эффект в атмосфере, способствующий существенному повышению температуры нижнего слоя воздуха. В связи с этим увеличение массы углекислого газа в атмосфере Земли должно приводить к глобальному потеплению.

Количество углекислого газа в атмосфере не остается постоянным, а изменяется под влиянием естественных и антропогенных факторов. Главная причина увеличения концентрации углекислого газа — хозяйственная деятельность человека.

Деятельность человека способствует увеличению поступления в атмосферу не только различных газов, но и малых частиц различных веществ, или аэрозолей, что увеличивает естественную концентрацию аэрозолей в атмосфере. Повышение концентрации аэрозоля в атмосфере ослабляет интенсивность солнечной радиации и способствует понижению температуры воздуха в приземном слое атмосферы, т. е. действие аэрозолей на климат прямо противоположно действию

«парниковых» газов. Таким образом, в условиях роста концентрации «парниковых» газов в атмосфере, глобальная температура неизменно будет повышаться.

Особенно много неопределенностей имеется при анализе изменения осадков. В целом для Земного шара осадки несколько увеличатся. Удвоение концентрации «парниковых» газов в атмосфере приведет к значительному увеличению годовых осадков в высоких и средних широтах. Прогнозируемые в ближайшие десятилетия антропогенные изменения глобального климата вызывают особенно большое беспокойство у специалистов по гидрологии и водному хозяйству. Это обусловлено, во-первых, тем, что гидрологические характеристики особенно чувствительны к климатическим изменениям, во-вторых, от изменения водного режима и водных ресурсов во многом зависят условия водообеспечения населения и экологическое состояние обширных регионов.

Исследования по оценке гидрологических последствий изменений климата ведутся по двум основным направлениям. Первое заключается в выявлении реакции крупных речных систем, расположенных в разных физико-географических условиях, на изменения климата. Второе направление исследований связано с оценками гидрологических и водохозяйственных последствий изменений глобального климата ожидаемых в перспективе. Следует отметить, что исследования по первому направлению очень важны, поскольку позволяют выявить реальные тенденции изменений водного режима по данным наблюдений.

Для изучения состояния водных ресурсов в будущем, в частности на уровень 2020-2030 гг., особенно значение имеют исследования по влиянию ожидаемого глобального потепления на годовой сток рек и его внутригодовое распределение. Для таких исследований необходимо иметь региональные прогнозы изменений основных климатических характеристик, оказывающих наибольшее влияние на водные ресурсы и водопотребление в регионе или бассейне.

Факторы хозяйственной деятельности, связанные с антропогенными изменениями газового состава атмосферы в ближайшие десятилетия могут иметь важнейшее значение для оценки состояния водных ресурсов в самых различных регионах мира, в том числе и для территории России, и это необходимо учитывать при разработке крупномасштабных мероприятий по водообеспечению и охране окружающей среды.



Увеличение глобальной температуры воздуха на 2°C приведет к полному оттаиванию мерзлых пород на 15-20 % территории криолитозоны, которая покрывает 60% территории России.

За последние 100 лет средняя температура на Земле выросла на $0,74^{\circ}\text{C}$.
По прогнозам ученых, к концу 21 века температура на планете может повыситься от $1,8$ до $4,6^{\circ}\text{C}$.

Среднегодовая температура в России с 1907 по 2006 гг. увеличилась на $1,29^{\circ}\text{C}$.

Количество атмосферных осадков в 20 веке увеличивалось на 0,5-1% за десятилетие в большинстве районов высоких и средних широт Северного полушария.

Во второй половине 20 века увеличилась повторяемость экстремально высоких температур.

За период с 1960 г. число катастрофических погодных явлений и наводнений выросло на порядок.

За последние 100 лет уровень океана повысился на 10–20 см.
Столь быстрые темпы роста (1–2 мм в год) вдвое превышают изменения, наблюдавшиеся в течение последних 3 тыс. лет.





РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНКУРС ВОДНЫХ ПРОЕКТОВ СТАРШЕКЛАССНИКОВ

НОМИНАЦИЯ «ВОДА И КЛИМАТ»

Проекты на тему «Водные ресурсы и климатические изменения» должны быть посвящены изучению изменений гидрологического режима суши (в том числе водных экосистем суши) под воздействием глобальных климатических изменений и их локальных последствий и проявлений.

Работа может быть выполнена в следующих направлениях:

Изменение количества атмосферных осадков и стока рек.

Изменение годового хода водности (уровня) рек и водоемов.

Экстремальные явления: половодья, паводки, засухи.

Воздействие изменений климата на водные экосистемы.

Кислотные дожди.

Деградация вечной мерзлоты и др.

Более подробная информация - www.eco-project.org



Учредитель и организатор Российского национального конкурса водных проектов старшеклассников – Институт консалтинга экологических проектов

Контакты:
www.eco-project.org
E-mail: water-prize@mail.ru, eco.epci@gmail.com
Тел./факс: +7 (499) 245-68-33
Тел.: (495) 589-65-22, (903) 144-30-19



При поддержке программы MATRA/KAP

Ambassade van het

Koninkrijk der Nederlanden