

**Ответы на вопросы А.Н. Илларионова, сформулированные в его выступлении «Антропогенные факторы в глобальном потеплении: некоторые вопросы» на Всемирной Конференции по Изменению Климата – 2003 и подготовленные на основе материалов IPCC Third Assessment Report (TAR). Ответы сформулированы учеными – участниками Конференции<sup>1</sup> и представлены Конференции Б. Болином, почетным председателем IPCC.**

- 1) Атмосферная концентрация CO<sub>2</sub> выросла с 338 ppm в 1980 г. до 368 ppm в 2000 г. Значения для периода с 1980 по 2000 гг.<sup>2</sup> основаны только на прямых измерениях образцов воздуха, в то время как данные до 1980 г. получены как из прямых измерений, так и из реконструкций из ледяных кернов и фирнов.  
\*) Прогноз увеличения температуры в 21-ом столетии, показанный на рис. 9-1б<sup>3</sup>, получен при помощи сложных моделей и основан на корректно заданном множестве социально-экономических предположений о развитии технологий и общества.<sup>4</sup> Необходимо отметить, что эти предположения не содержат явных мер таких, как Киотский Протокол, для ограничений антропогенных выбросов парниковых газов.
- 2) Рисунки<sup>5</sup> относятся к температурным изменениям, рассчитанным с помощью сложных климатических моделей. Такие модели включают много параметров. Эти модели способны воспроизвести поведение климата в настоящее время, и они подверглись проверкам, описанным в TAR, 2001. Рис. 2-4а показывает климат, рассчитанный только с учетом естественных изменений солнечной постоянной и вулканических извержений, но не включая антропогенные эмиссии. Рис. 2-4б показывает климат, который рассчитан с учетом выбросов антропогенных парниковых газов и аэрозоля, но без учета естественных изменений. Рис. 2-4с показывает климат при учете как естественных, так и антропогенных эффектов. Поскольку только последний рисунок успешно согласуется с реальными измерениями, антропогенное увеличение атмосферной концентрации CO<sub>2</sub> должно быть включено как часть объяснения наблюдаемого потепления. Этот результат является важным основанием для следующего тщательно сформулированного утверждения: «Существует новое и убедительное свидетельство того, что большая часть имеющего место потепления за последние 50 лет обусловлено деятельностью человека» (SYR TAR, 2001)<sup>6</sup>.
- 3) Атмосферные концентрации парниковых газов таких, как CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>, оставались относительно постоянными в течение всей доиндустриальной эры.<sup>8</sup> Изменения температуры в течение доиндустриального периода происходили вследствие естественных факторов таких, как вариации солнечной радиации, вулканических выбросов и хаотической климатической изменчивости. Неопределенность в данных тем больше, чем дальше мы удаляемся от настоящего момента в прошлое, поскольку более ранние данные основаны на косвенных измерениях таких, как ширина древесных колец. Прямые измерения температуры были начаты только около 1840 г. Шесть периодов потепления, показанных на графике<sup>9</sup>, никогда не превышали изменения порядка ~0.3°C и никогда не продолжались дольше, чем полстолетия. С другой стороны, увеличение температуры в течение последнего столетия составляет ~0.6°C, и оно продолжалось в течение большей части 20-ого века. Как было указано выше (вопрос 2), поведение температуры в течение второй половины 20-ого века не может быть объяснено, если наряду с естественными факторами не включать антропогенные выбросы парниковых газов.
- 4) Да, если мы учитываем и другие факторы. Отклик климатической системы на плавное изменение содержания CO<sub>2</sub> – это медленное и запаздывающее во времени увеличение глобальной средней температуры. Полученные изменения температуры в течение последних 140 лет обусловлены не только антропогенными выбросами,

но и естественными факторами такими, как изменения солнечной радиации, вулканические извержения и хаотические естественные колебания климата (см. ответы на вопрос 2).

- 5) Да, если мы учитываем и естественные факторы. Критически важно понимать инерционность климатической системы, напр., то, что выбросы не приводят мгновенно к изменениям температуры. Т.о., можно ожидать дальнейших изменений температуры в результате произведенных ранее выбросов. Измеренные температурные колебания за последние 140 лет обусловлены совместным влиянием нескольких факторов, как естественных, так и антропогенных (см. также ответы на вопрос 2).
- 6) Да, естественные факторы такие, как извержения вулканов, были, есть и будут важными для объяснения изменения климата. Они были рассмотрены научным сообществом и таким образом учтены при анализе изменений температуры в прошлом, как это указано в TAR. Более того, этот анализ учитывает не только вулканические выбросы, но и изменения в солнечной активности, а также антропогенные эффекты от выбросов CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и сульфатных аэрозолей.<sup>12</sup>
- 7) Изменения температуры в течение тысячелетий является главным образом следствием изменений орбиты Земли и других естественных процессов таких, как солнечная активность. Однако эти изменения не объясняют наблюдаемого в последнее время быстрого потепления, и ожидается, что они не будут существенны в ближайших тысячелетиях.
- 8) Да. Протяженность, амплитуда и скорость изменений температуры, наблюдаемые за последние 140 лет, представляются беспрецедентными. Рисунок<sup>13</sup> показывает данные изотопного анализа, которые требуют дальнейшей обработки для оценки изменений температуры. Более того, они относятся к Гренландии и не являются репрезентативными в глобальном масштабе. В этом контексте следует отметить, что «прогнозируемые темпы потепления, наиболее вероятно, являются беспрецедентными в течение по крайней мере последних 10000 лет» (SYR TAR, 2001)<sup>14</sup>.
- 9) Да, с учетом недавних тенденций выбросов это представляется все еще возможным. Как с США и Австралией, так и без них, уменьшающаяся доля промышленно развитых стран в глобальных выбросах не существенна с точки зрения соблюдения ограничений выбросов в первый период выполнения обязательств, поскольку эти ограничения сформулированы только для промышленно развитых стран. Глобальные сокращения выбросов в более долгосрочной перспективе, конечно, потребуют расширения списка стран-участников в последующие периоды выполнения обязательств.
- 10) Это зависит от выбранного уровня стабилизации и должно рассматриваться применительно к объему ВВП в тот же период<sup>19</sup>. Напр., стабилизация на уровне 550 ppm<sup>20</sup> уменьшит глобальный ВВП в 2050 г. на 1% или меньше (по сравнению со случаем без ограничений выбросов<sup>21</sup>) для всех сценариев, кроме одного. В целом за столетие расходы составят многие триллионы долларов, однако их влияние на прогнозируемый экономический рост будет практически не ощутимо.

#### Сноски

<sup>1</sup> В числе этих ученых были Б. Болин (Швеция), А. Фишлин (Швейцария), Дж. Стоун (Канада), М. Пети (Франция), Д. Уорриу (Великобритания), Ж.-П. Ван Иберсель (Бельгия), М. Грабб (Великобритания) и многие другие.

<sup>2</sup> Рис. 9-1a SYR TAR, 2001, соотв. WGI TAR SPM, 2001, рис. 2a и 5b.

<sup>3</sup> SYR TAR, 2001, стр. 140, соотв. WGI TAR SPM, 2001, рис. 1b и 5d.

<sup>4</sup> SR ES, 2000.

<sup>5</sup> SYR TAR, 2001, рис. 2-4, стр. 50, соотв. WGI TAR SPM, 2001, рис. 12-7.

<sup>6</sup> стр. 51 и WGI TAR SPM, 2001, стр. 5.

<sup>7</sup> Докладчик осветил 6 периодов почти линейного потепления (6 регрессионных линий) после 1000-ого года и подчеркнул, что эти периоды не коррелируют ни с какими существенными изменениями в атмосферных концентрациях CO<sub>2</sub>.

<sup>8</sup> SYR TAR, 2001, рис. 2-3, стр. 49 и рис 9-1a, стр. 138.

<sup>9</sup> см. предыдущую ссылку.

<sup>10</sup> конф. TAR, 2001.

<sup>11</sup> Докладчик подчеркнул уменьшение температуры в течение 1960-70-х гг. и указал, что эти уменьшения не соответствуют возрастанию выбросов CO<sub>2</sub> в те же годы.

<sup>12</sup> Кстати, в настоящее время климатические модели способны воспроизвести влияние на климат извержения вулкана Пинатубо в 1991 г., что подтверждает качество этих моделей.

<sup>13</sup> Grootes et al., 1993.

<sup>14</sup> Вопрос 3.1, стр. 61.

<sup>15</sup> Чтобы ответить на этот вопрос, мы его переформулировали следующим образом: «Можем ли мы достигнуть целей Киотского Протокола в ситуации, когда доля стран Приложения I (включая Россию, но не включая США и Австралию) в глобальных выбросах быстро уменьшается?».

<sup>16</sup> Докладчик привлек внимание к тому факту, что суммарные выбросы CO<sub>2</sub> стабилизируются или уменьшаются в любом случае, т.е. и без ограничения выбросов, в то время как только небольшое число стран-членов Конвенции, ответственных лишь за 30% суммарных глобальных выбросов, обязаны снижать выбросы.

<sup>17</sup> На 2000 г. только для CO<sub>2</sub>, выбросы стран Приложения I были по крайней мере на 5% ниже уровней базового года, а без США и Австралии – на более чем 15%.

<sup>18</sup> Суммарная цель Киотского Протокола – это снижение выбросов на 5% по отношению к базовому году (обычно 1990 г.), как это описано в ст. 3.1.

<sup>19</sup> ср. рис. 7-3, стр. 119 с рис. 7-4, стр. 120 из SYR TAR, 2001.

<sup>20</sup> Для стабилизации на уровне 550 ppm CO<sub>2</sub> допустимы суммарные глобальные выбросы около 1000 Гт С за период с 1990 по 2100 гг. В среднем это соответствует 9 Гт С в год, или на 50% больше, чем глобальные выбросы от сжигания ископаемого топлива в настоящее время, или примерно в 100 раз больше чем количество углерода в известных запасах нефти в России.

<sup>21</sup> WGI TAR, 2001, разделы 2.5.2, 8.4.1, 8.4.3 и 10.4.6, см. также рис. 8-18.

<sup>22</sup> Azar C., Schneider S., 2002. Ecological Economics.