Развернутый комментарий д.ф.-м.н. А.М. Стерина (ВНИИГМИ-МЦД) к докладу д.ф.м.н. Э. Я. Раньковой и д.ф.м.н., проф. Г. В. Грузы (ИГКЭ Росгидромета и РАН) “ОЦЕНКА ПРЕДСТОЯЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА С УЧЕТОМ РОСТА КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И 60-ЛЕТНЕГО ЦИКЛА”

Доклад авторов посвящен уточнению особенностей временного ряда аномалий глобальной температуры и температуры некоторых наиболее часто рассматриваемых регионов Земли, оценке возможных причин формирования тенденций изменения температуры. Тематика, безусловно, актуальна. Более того, вопрос о том, будет ли температура Земли продолжать монотонно возрастать, либо мы находимся на стадии приближения к максимуму цикла изменения температуры (после прохождения которого наступит похолодание), - можно смело назвать предметом номер один современных дискуссий и климате.

Название доклада не вполне удачно, т.к. в докладе, наряду с оценкой предстоящих изменений, значительная часть материала посвящена анализу уже наблюденных изменений климата. Авторы используют для анализа наиболее известные и современные массивы HadCRUT3 и CRUTEM3 (правда, для второго из них имеется уже версия 4, имеется и модификация первого, однако для целей настоящего исследования эти изменения несущественны). Для сглаживания использован низкочастотный фильтр Поттера с периодами отсечения 59 и 67 лет. Этот фильтр считается более устойчивым, по сравнению со многими другими применяемыми для рядов геофизических данных, и находит ряд приложений в аналогичных задачах. С помощью низкочастотной фильтрации на фоне общего тренда потепления выделены три максимума (около 1880, 1940 и 2000 гг.) и два минимума (около 1910 и 1970 гг.). Последний из выделенных автором максимумов - около 2000 г. - наименее очевиден – по нашему мнению, потепление в первом десятилетии 21 века действительно продолжается со скоростью, меньшей, чем в 1980-2000 гг., но это обусловлено, в том числе, аномально теплым для глобуса 1998 годом и повышением неопределенностей на «хвостах» рассматриваемого периода, а также особенностями процессов внутридекадного масштаба в начале XXI века.

Далее исследование авторами проводится по следующей схеме. В качестве фактора, определяющего трендовую составляющую, рассматривается концентрация CO_2. В качестве низкочастотной колебательной составляющей рассматривается сглаженный временной ряд, в котором обнаружена периодичность порядка 60 лет. В качестве внешнего фактора рассматривается ряд числа солнечных пятен (SS series). Далее строится регрессия на ряд CO_2 и вычисляются остатки от регрессии. Ряд остатков уже не содержит составляющих, связанных с ростом CO_2, но содержит составляющие, связанные с двумя другими факторами. Следующим шагом является сглаживание ряда остатков низкочастотным фильтром T61. На сглаженном ряде более четко, чем на исходном, просматриваются три максимума и два минимума между ними. Далее строится ряд разностей между несглаженными и сглаженными остатками (этот ряд уже не содержит составляющих, связанных с ростом CO_2 и с внутренним квази-60-летним циклом). Регрессия полученного ряда на ряд числа солнечных пятен не дает сколь-нибудь значимого вклада внешнего фактора (числа SS) в изменение глобальной температуры.

Подобная схема применена не только к ряду среднегодовой глобальной температуры, но и к рядам температуры для крупных регионов, как для года в целом, так и для отдельных месяцев - января и июля. Показано, что вклады в общую дисперсию рядов роста концентрации углекислого газа и квази-60-летнего цикла для континентов Северного полушария (в июле) и Арктического региона (в январе) сопоставимы друг с другом, для других же вариантов расчетов вклады роста

концентрации CO_2 существенно больше. Вклад же в общую дисперсию рассмотренных рядов внешнего фактора – числа SS – существенно ниже.

Последующая часть доклада авторов посвящена конструированию прогнозных оценок будущих изменений температуры с учетом роста как концентрации CO_2, так и обнаруженной в эмпирических рядах квази-60-летней цикличности. Примененный подход весьма прост и состоит в переносе к точкам наблюденного последнего максимума двух из наблюденных квази-60 летних циклов. Затем оба этих цикла осредняются. При всей своей простоте, такой подход имеет смысл, поскольку никакой другой эмпирической информацией о низкочастотных циклах в настоящее время мы не располагаем. В итоге получается, что, если бы квази-60-летний цикл в рядах температуры был единственным низкочастотным сигналом, мы бы в течение ближайших нескольких десятилетий находились в его нисходящей фазе и похолодание составило бы около 0.2^{o}C.

Далее авторами строится суммарная оценка ожидаемых изменений температуры у поверхности Земли. Эта суммарная оценка обусловлена ростом концентрации CO_2 (взят сценарий сбалансированного развития энергетических технологий A1B МГЭИК (SRES, 2000)) и нисходящей фазой квази-60 летнего цикла. Показано, что суммирование обеих этих тенденций, имеющих противоположные знаки, дает в итоге ожидаемое потепление. Величина этого ожидаемого потепления составляет «через 30 лет (от 1981-2010 к 2011-2040 гг.)- повышение глобальной температуры на 0.58 ± 0.17 ^{o}C, в том числе повышение на ~0,72 ± 0,11 за счет роста CO_2 и снижение на 0.14 ± 0.0.06 ^{o}C за счет 60-летнего колебания».

Выводы

Работа Э.Я. Раньковой и Г.В. Грузы представляет несомненный интерес. В ней путем последовательного исключения факторов изменений климата подтверждается, что в эмпирических данных аномалий среднегодовой глобальной температуры действительно присутствует квази-шестидесятилетняя цикличность, учет которой, однако, как показано расчетным путем, качественно не меняет наблюдаемую картину потепления.

Аналогичные расчеты проведены для крупных регионов глобуса и для отдельных месяцев года. В отдельных случаях вклады в общую дисперсию рядов таких факторов, как рост CO_2 и 60-летний цикл, оказались сопоставимы.

Данная работа еще раз подтверждает важность аккуратной и непредвзятой работы с эмпирическими данными, что может оказаться решающим для обоснованности выводов.

Отрадно, что авторы не втягиваются в многочисленные дискуссии о причинах квази-60-летних циклов в климатических рядах и о второстепенных особенностях циклов этого временного масштаба: чрезмерное углубление в эти проблемы увело бы в сторону от основной направленности работы.

Учет фазы 60-летнего цикла в оценке предстоящих изменений температуры выполнен простейшим, весьма приблизительным способом, что, однако, вполне оправданно в данной ситуации, когда эмпирическая информация крайне ограничена. Показано, что учет фазы 60-летнего цикла в ближайшие несколько десятилетий ослабит общую тенденцию потепления, однако не сменит ее знак.

Работа авторов дает ответы на некоторые важные современные вопросы, но также высвечивает и другие проблемы, на которые следует обратить внимание:

Приостановка потепления во второй половине первого десятилетия – начале второго десятилетия 21 века (“STANDSTILL”) – требуется уточнение ее причин (возможно – сочетание фаз Эль-Ниньо на относительно коротком интервале времени плюс особенность 1998 г.), надо понять, где же мы находимся сегодня.

Проявление факторов изменения климата в отдельных частях внутригодового цикла (месяцы, сезоны). Теперь чаще приходится сталкиваться с ситуацией, когда проявления долгопериодных тенденций в различные месяцы одного и того же сезона различны (например, изменчивость и тренды температуры в свободной атмосфере арктической зоны в различные месяцы зимнего сезона)

Дефицит данных для анализа изменений климата северной полярной зоны (см. дополнительные материалы) – необходима особая осторожность в выводах.

Дополнительные материалы

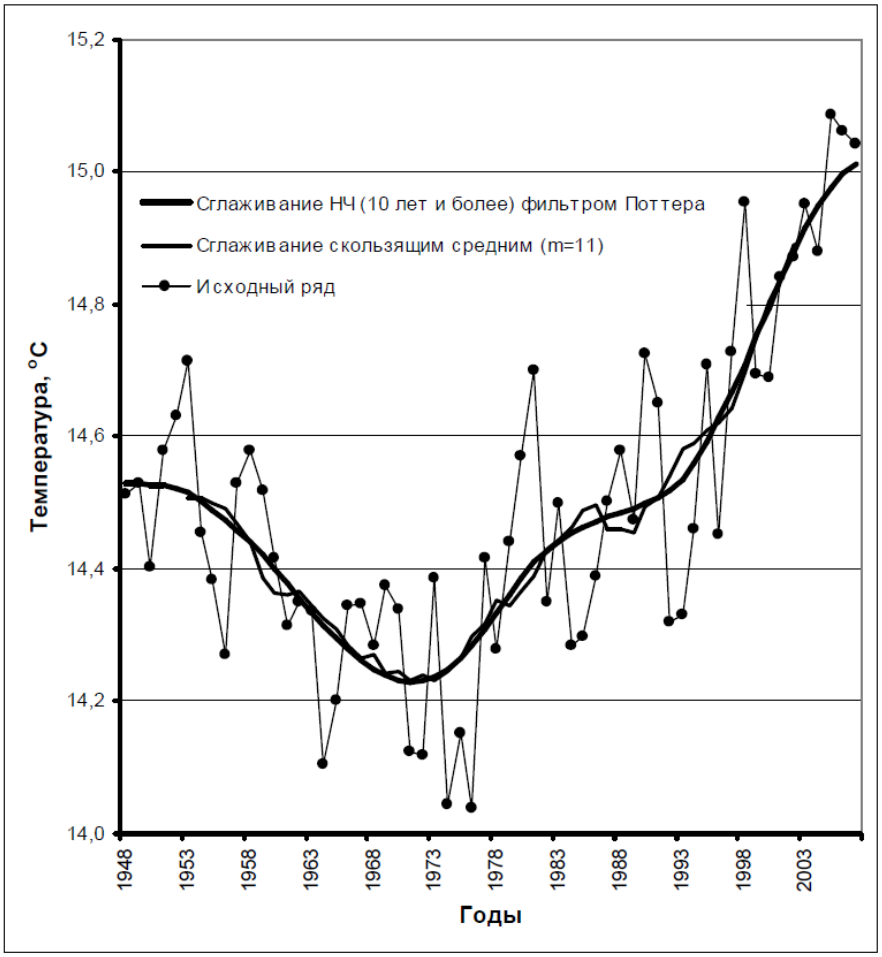

Рис. 1. Многолетний ход средней годовой приземной температуры воздуха северного полушария (°С), сглаженный 11-летним скользящим осреднением и НЧ фильтром Поттера (полоса пропускания 10 лет и более)

Из работы: Ю.П. Переведенцев, К.М. Шанталинский. ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ. Вестник Удмуртского университета, БИОЛОГИЯ. НАУКИ О ЗЕМЛЕ. 2008. Вып. 2, стр 2 -15

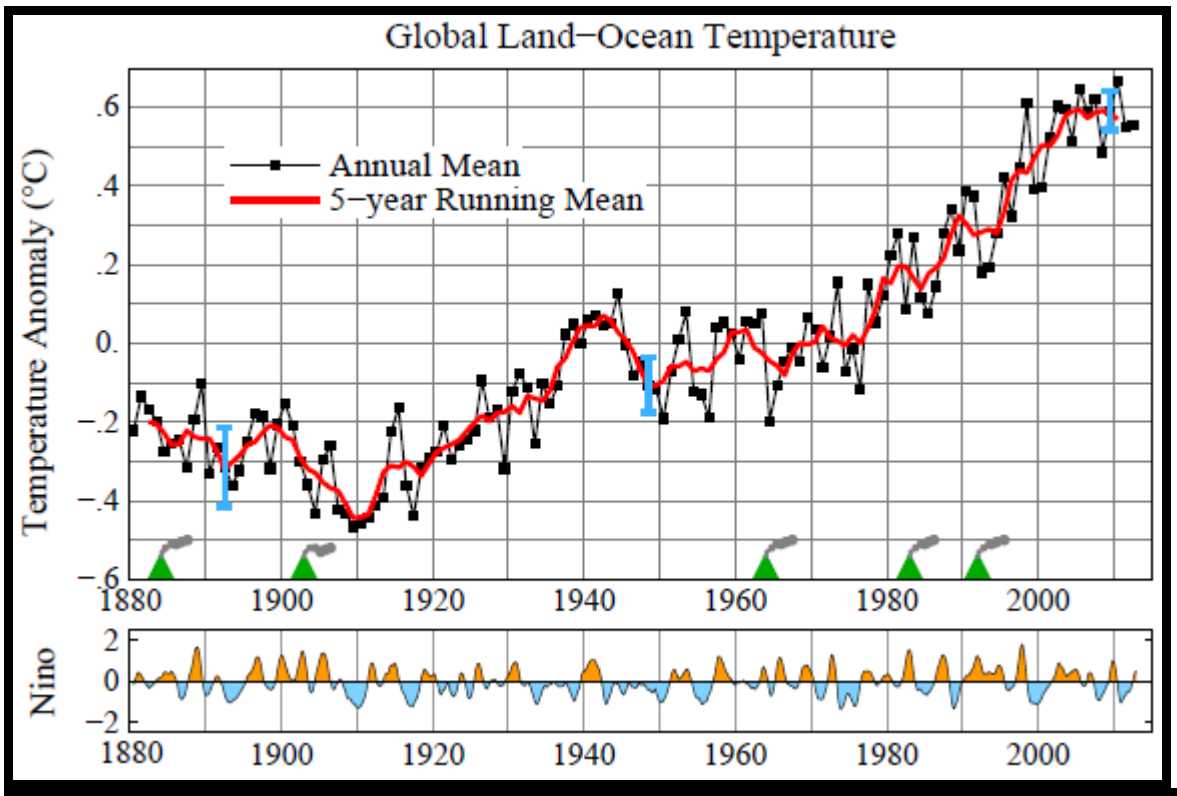

Fig. 1. Global surface temperature anomalies relative to 1951-1980. The Nino index is based on the detrended temperature in the Nino 3.4 area in the eastern tropical Pacific[5]. Green triangles mark the times of volcanic eruptions that produced an extensive stratospheric aerosol layer. Blue vertical bars are estimates of the 95% confidence interval for comparisons of nearby years.

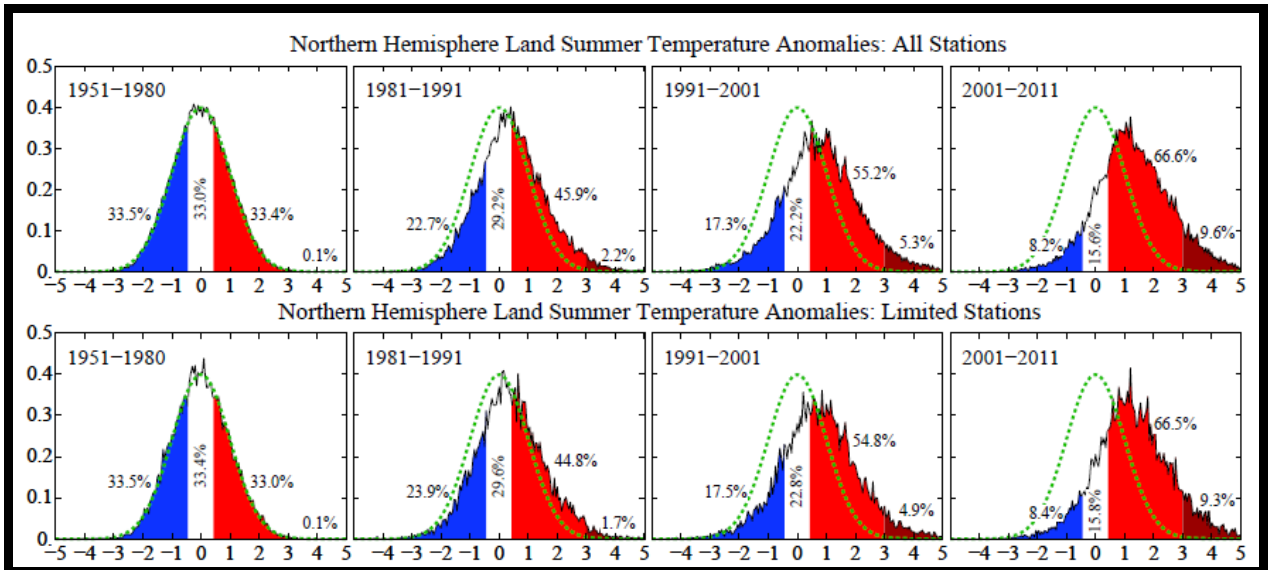

Fig. 3. Frequency of occurrence of local June-July-August temperature anomalies (relative to 1951-1980 mean) for Northern Hemisphere land in units of local standard deviation (horizontal axis). Temperature anomalies in 1951-1980 match closely the normal distribution (green curve), which is used to define cold (blue), typical (white) and hot (red) seasons, each with probability 33.3%. Lower graphs use only a subset of stations (1886 of 6147) that were present throughout recent decades as well as the base period.

Из работы: Hansen J., M. Sato, R. Ruedy. Global Temperature Update Through 2012. 15 January 2013

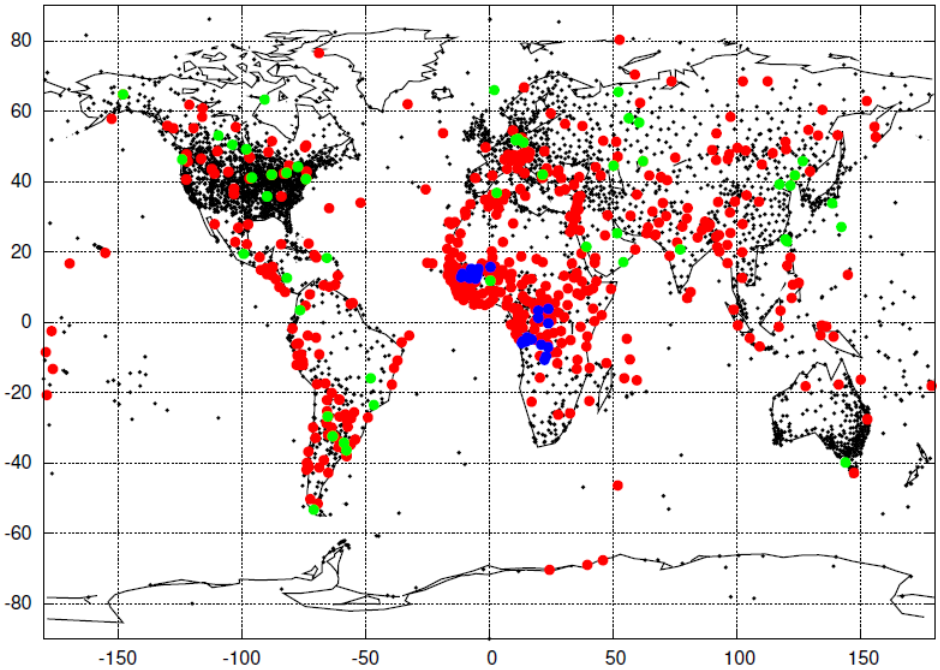

Figure 1: Land station coverage. Small black circles mark all stations, green circles mark deleted stations, blue circles mark stations added, and red circles mark stations edited. Many station edits are minor changes: involving, for instance, the correction of a single outlier.

Из работы: Brohan P. Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: new dataset from 1850 / P. Brohan, J.J. Kennedy, I. Harris, S.F.B. Tett, P.D. Jones //J. Geophysical Research. – 2006. – Vol. 111. – D12106, doi:10.1029/2005JD006548.

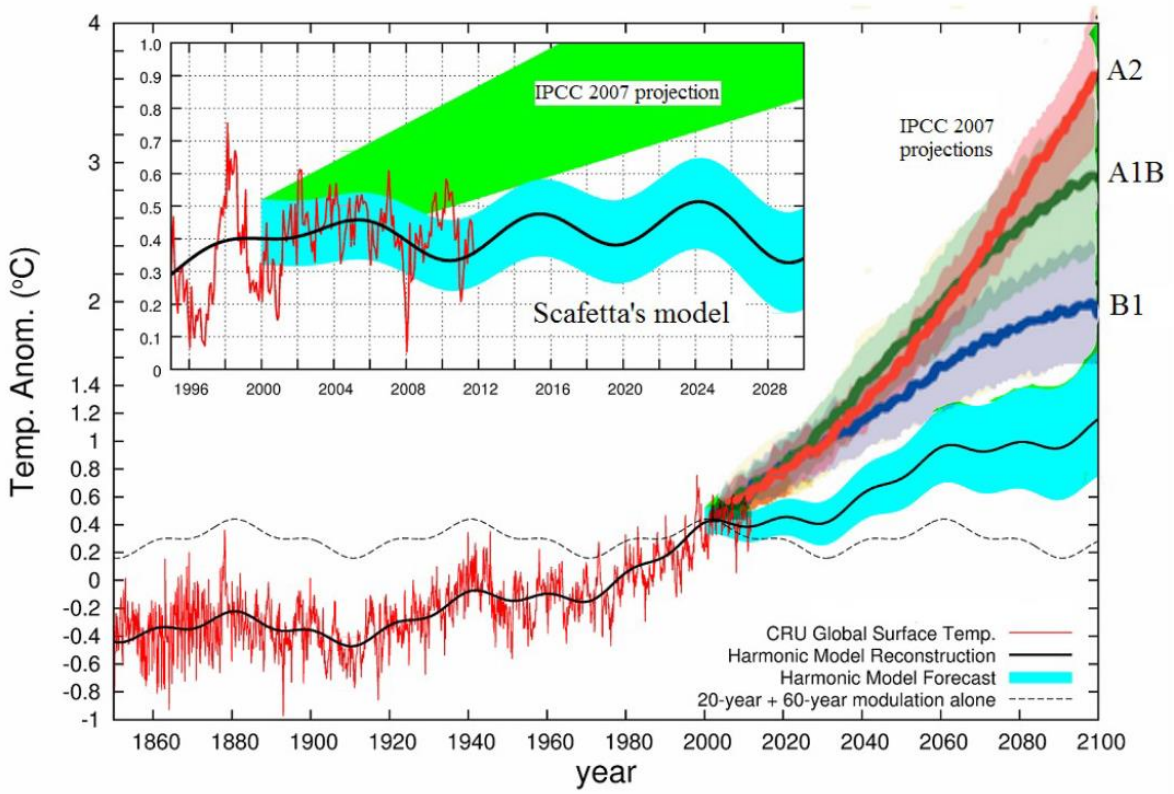

Рис из работы: Scafetta N. Testing an astronomically-based decadal-scale empirical harmonic climate model versus the IPCC (2007) general circulation climate models. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, (2011) doi:10.1016/j.jastp.2011.12.005, http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364682611003385

Дополнительная литература

Ю.П. Переведенцев, К.М. Шанталинский. ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ. Вестник Удмуртского университета, БИОЛОГИЯ. НАУКИ О ЗЕМЛЕ. 2008. Вып. 2, стр 2 -15

Born George H. Potter Square Root Filter ASEN 5070, October 30, 2002

Brohan P. Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: new dataset from 1850 / P. Brohan, J.J. Kennedy, I. Harris, S.F.B. Tett, P.D. Jones //J. Geophysical Research. – 2006. – Vol. 111. – D12106, doi:10.1029/2005JD006548.

Hansen J., M. Sato, R. Ruedy. Global Temperature Update Through 2012. 15 January 2013

Santer, B. D., et al. (2011), Separating signal and noise in atmospheric temperature changes: The importance of timescale, J. Geophys. Res., 116, D22105, doi:10.1029/2011JD016263

Scafetta N. Empirical evidence for a celestial origin of the climate oscillations and its implications. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 72 (2010) 951–970

Scafetta N. Testing an astronomically-based decadal-scale empirical harmonic climate model versus the IPCC (2007) general circulation climate models. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, (2011) doi:10.1016/j.jastp.2011.12.005, http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364682611003385

Loehle, C., and N. Scafetta. Climate Change Attribution Using Empirical Decomposition of Climatic Data. The Open Atmospheric Science Journal, 2011, 5, 74-86