

О ВКЛАДЕ ДВОЙНОГО ЦИКЛА САТУРНА В ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕГОДОВЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА НА БАЙКАЛЕ И ИХ ПРОГНОЗ ДО 2030 г.

Л.Н. Куимова, П.П. Шерстянкин

Лимнологический институт СО РАН
г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3,
664033, Россия
E-mail: kuitova@lin.irk.ru

В последнее время в среднегодовых температурах Земного Шара обсуждается проявление и существование 60-летнего цикла солнечной активности, "двойной цикл Сатурна". Целью настоящей работы является оценка и обсуждение проявления этого цикла в наблюдениях на озере Байкал.

60-летний цикл солнечной активности по средней годовой температуре воздуха Земного шара.

1.1. Характеристика 60-летнего цикла солнечной активности «двойной цикл Сатурна». Связь солнечной активности с погодой на Земном шаре известна давно. Первой была установлена связь одиннадцатилетней периодичности солнечных пятен с катастрофическими отклонениями в погоде, стихийными бедствиями, включая засухи, моры и болезни, Чижевский [1] В Никоновской и Троицкой летописях описаны сильнейшие засухи 1364 и 1371 годов: «и земля горяше, и реки пересохла, иные же водные места до конца иссохша и бысть страх велик и ужас на всех чловецех и скорбь великая... Дождя сверху

не едина капля не бывала все лето...», Вернадский [2]. Через шестьсот лет, в 1965-м и 1972 годах, подобные великие засухи повторились. В этих событиях, несомненно, присутствует и одиннадцатилетняя периодичность солнечной активности, но также просматривается 60-летняя периодичность, которая в восьмидесятых годах прошлого столетия была обнаружена в продолжительных рядах изменения среднегодовых температур воздуха северного полушария. 60-ти летний цикл известен как "двойной цикл Сатурна", близкий к периоду тройного соединения Юпитера и Сатурна (Планеты находятся на одной линии и с одной стороны от Солнца) и три противостояния (Планеты находятся по разные стороны от Солнца), Дмитриев, Белязо [3]. На этот цикл приходится 89 % момента импульса всей Солнечной системы, тогда как на само Солнце приходится 2 %, и он проявляется в эпохальных циркуляционных режимах при преобразованиях основных форм межширотного обмена, в колебаниях температурного режима полярной зоны в форме долгопериодных похолоданий и потеплений.

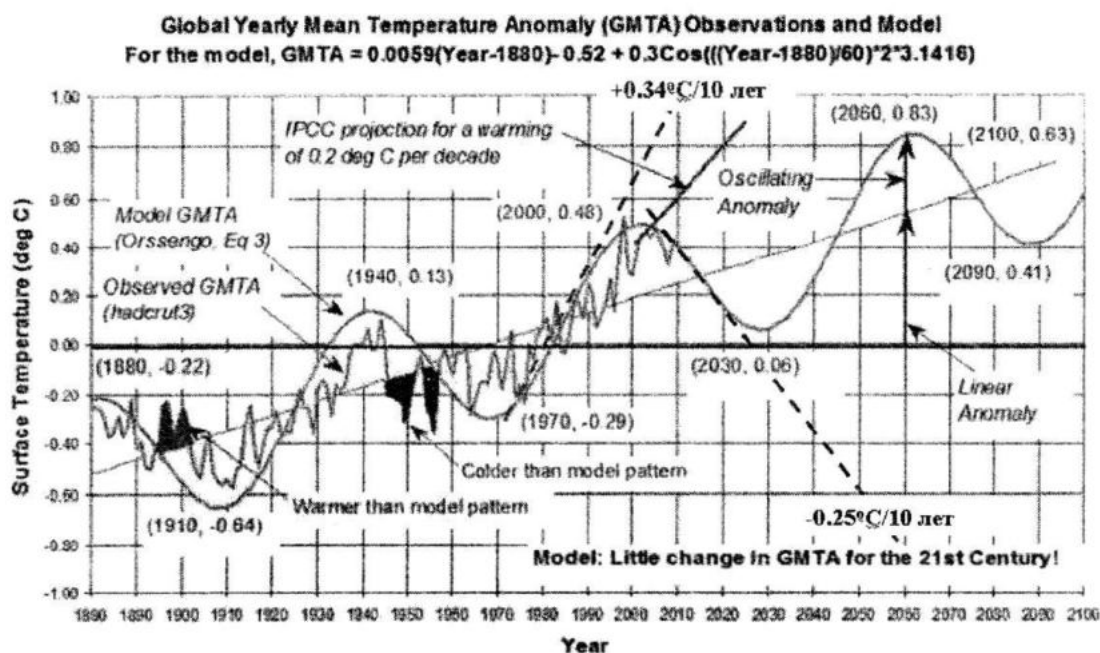
1.2. Метод G.Orssengo [4]. Для проявления и изучения 60-ти летнего цикла в среднегодовых температурах Земного шара Girma Orssengo [4] применила метод наложения огибающей в виде косинусоиды с периодом 60 лет с учетом линейного тренда с 1880 по 2009 гг. (рис. 1). Математическое представление аномалий средней температуры воздуха по земному шару (The Global Mean Temperature Anomaly, GMTA) имеет вид

$$GMTA = 0.0059 * (Year - 1880) - 0.52 + 0.3 * \cos(((Year - 1880) / 60) * 2 * 3.1416), \quad (1)$$

где первые два слагаемые – линейный тренд, третье – косинусоида с периодом 60 лет и нормирующим коэффициентом 0.3.

Качественное согласие покрытия косинусоидой данных наблюдений удовлетворительное, несмотря на два значительных отклонения в положительную в 1896 и 1900 гг. и отрицательную в 1949 и 1957 гг. стороны (рис. 1). Orssengo [4] выделила участки потепления от -0.6 до 0.1 °C с 1910 по 1940 гг.; от -0.3 до +0.5 °C с 1970 по 2000 гг. и похолодания

от -0.22 до -0.6 °C с 1880 по 1910 гг.; от 0.1 до -0.3 °C с 1940 по 1970 гг. и от 0.5 и, возможно, до 0.02 °C (прогноз) с 2000 по 2030 гг. Эти периоды потепления и похолодания были известны давно, но они не связывались и не объяснялись с фазами 60-ти летнего цикла солнечной активности.



Р и с. 1. Среднегодовые температуры воздуха Земного шара (сплошная ломаная кривая) с линейным трендом с 1880 по 2009 гг.

На рисунке 1 значительные отклонения данных наблюдений от огибающей в положительную сторону в 1896 и 1900 гг. и отрицательную в 1949 и 1957 гг. затусованы. Данные взяты по The Climate Research Unit of the Hadley Center (hadcrut3) [5]. Прогноз IPCC (Межправительственная Комиссия по Изменению Климата) [6] на 2030 год показан отрезком прямой линии, [4]. Оценки предельных фазовых наклонов огибающей для положительных (+0.34 °C/10 лет) и отрицательных участков (-0.25 °C / 10 лет) рассчитаны нами.

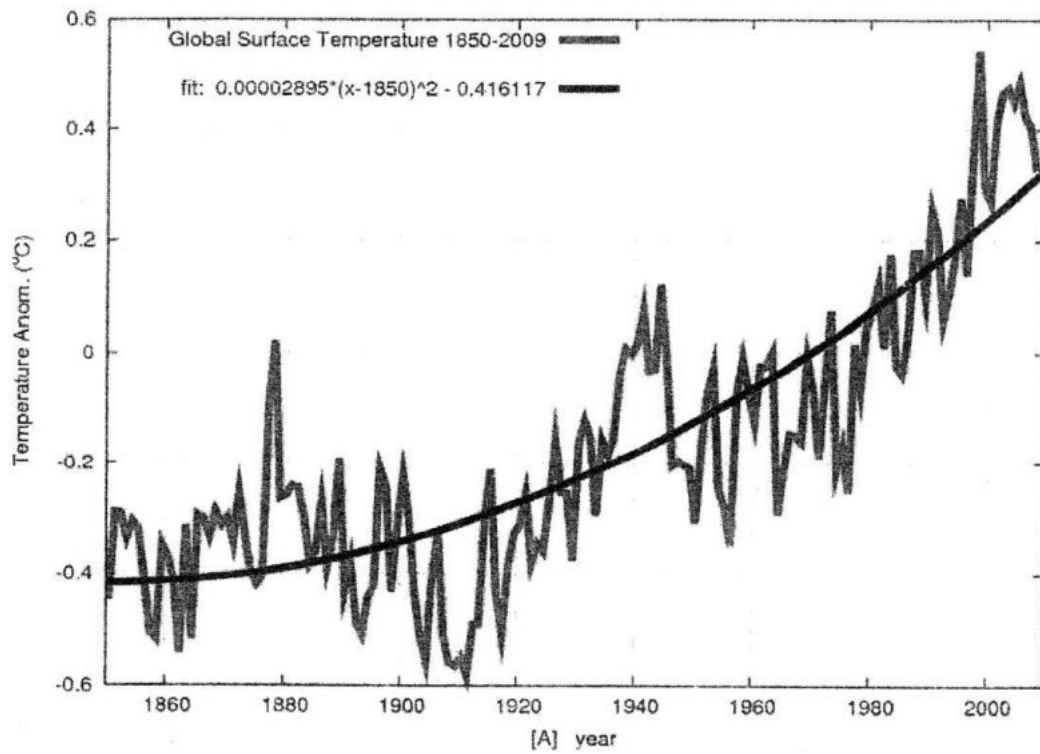
1.3. Метод N.Scafetta [7]. Для выделения 60-летнего цикла солнечной активности по средней температуре воздуха Земного шара с 1850 по 2009 г. Nicola Scafetta [7] предложил найти квадратичный тренд и вычесть его значения из данных наблюдений и получил четко выраженные 60-летние колебания, (рис. 2 а, б), где сплошная ломаная линия – данные по the Hadley Center (hadcrut3) с 1850 по 2009 гг., [5]. Сплошная гладкая линия – квадратичный тренд, [7]. Одним из главных выводов является то, что периодичность никак не связана с антропогенным фактором в отличие от квадратичного тренда, вызванного потеплением.

Отметим, что в 60-летней периодичности прослеживаются 30-летние периоды, связанные с цикличностью солнечной активности “двойной цикл Сатурна”. N.Scafetta [7] передвинул кривую температур воздуха Земного Шара в сторону 2000-х годов с вычтенными значениями квадратичного тренда, совместив пики 1880 и 1940 гг. с пиками 1940 и 2000 гг., и получил практически полное совпадение совмещенных частей кривых. При этом небольшой пик 1960 г. повторил пик 1900 г.

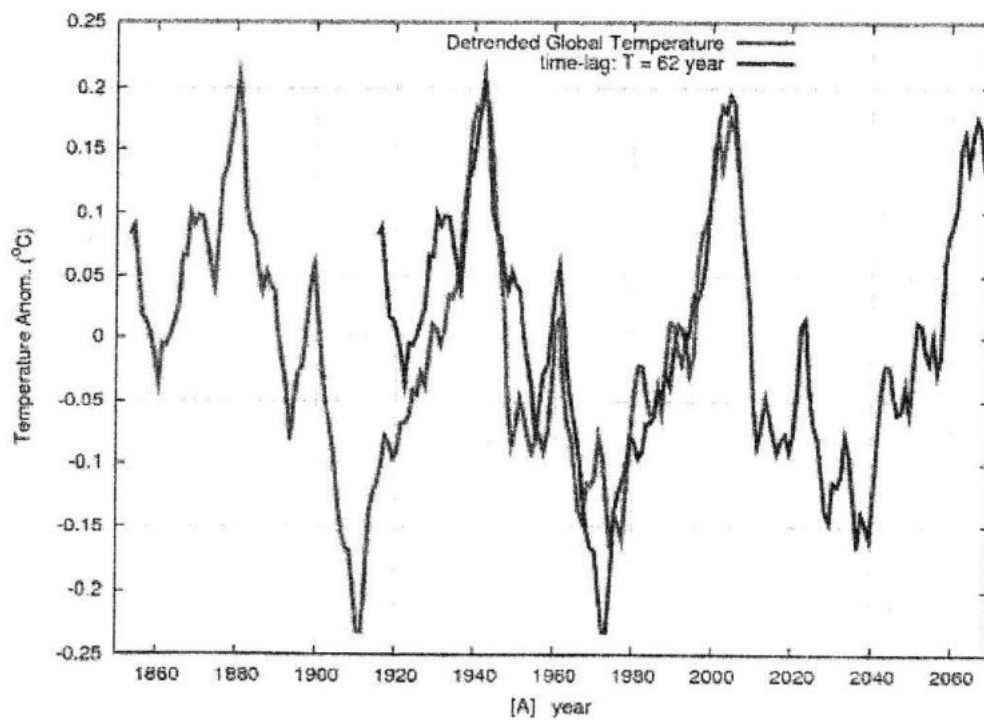
1.4. Основные выводы из 60-летнего цикла солнечной активности. Установлено, что наибольшие значения положительных аномалий температуры (через 60 лет) отмечаются в годы, когда Планеты находятся наиболее близко от Солнца и возмущающий их момент максимален. Экстремальные положительные температуры воздуха на Земном Шаре совпадали с максимальными значениями скорости вращения Земли. В годы, близкие к противостояниям Юпитера и Сатурна, экстремальные отрицательные аномалии температуры воздуха совпадали с минимальными значениями скорости вращения Земли, [3].

Таким образом, цикл солнечной активности “двойной цикл Сатурна”, состоящий из периода похолодания и по-

тепления, прослеживается по данным температуры воздуха Земного шара у [4, 5].



Р и с. 2. а. Температуры поверхности Земного шара за 1850 – 2009 гг.



Р и с. 2. б. 60-ти летняя периодичность в данных по the Hadley Center (hadcrut3) с 1850 по 2009 гг. [5] с вычетом квадратичного тренда, [7]

1.4.1. Объяснение «ускоренного» (accelerated warming) по IPCC потепления [6], фазовый смысл наклонов трендов с периодами порядка 30 лет и меньше. Учет линейных трендов изменения температур воздуха при существовании 60-летней периодичности накладывает условие, чтобы длины исследуемого тренда превышала 60 лет, так как для меньших длин трендов их наклоны будут носить фазовый характер. На рис. 1 показаны предельные фазовые наклоны линейных трендов, равные в фазе потепления $+0.34$ °C /10 лет и фазе похолодания -0.25 °C /10 лет при наклоне линейного тренда за весь период с 1880 по 2009 г. 0.059 °C /10 лет. В отчете IPCC (2007) [6] возрастание наклонов с уменьшением длины линейного тренда интерпретируется как «ускоренное потепление», рис. 3, где показаны линейные тренды за 150, 100, 50 и 25 лет, по IPCC (2007), [6]. Возрастание наклонов с уменьшением длины тренда интерпретируется как «ускоренное потепление» (accelerated warming).

На самом деле, при существовании цикла с периодом 60 лет, возрастание наклона линейного тренда в фазе потепления нужно трактовать, как увеличение наклона тренда в фазе потепления. Видно, что максимальный наклон тренда для

$$\Delta T_{\text{взд}}^{\text{Баб}} = 0.0132 \cdot (\text{Год} - 1896) - 0.93 + 1.8 \cdot \cos(((\text{Год} - 1880) / 60) \cdot 2\pi) , \quad (2)$$

где первое слагаемое – угол наклона линейного тренда, равный 0.0132 °C на год; второе – свободный член и третье – уравнение косинусоиды с нормирующим коэффициентом 1.8, начальным максимумом в 1880 г. и отсчетом с 1896 г.

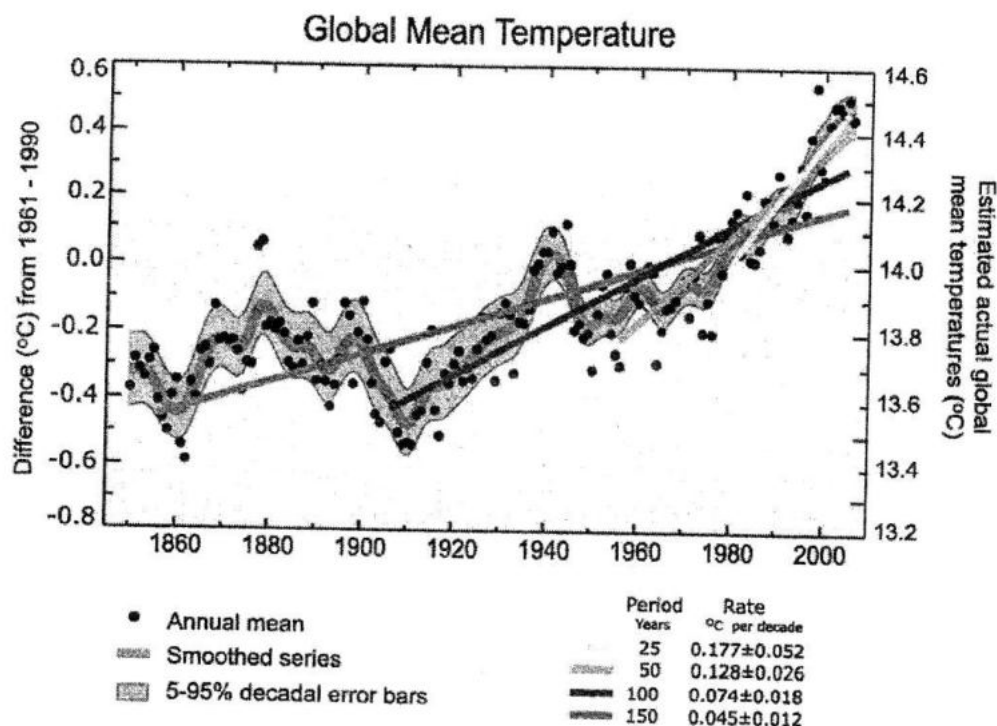
Качественное согласие покрытия косинусоидой данных наблюдений удовлетворительное, но уступает примеру G.Orssengo [4] для всего Земного Шара, рис. 1. Некоторое увеличение числа пиков помех для байкальских материалов может объясняться разными причинами, которые сейчас не будут рассматриваться, так как существование 60-летней пе-

длины 25 лет достиг только половины предельного наклона в $+0.34$ °C /10, рассчитанного нами. К сожалению, IPCC (2007) [6] не учитывает 60-летний «двойной цикл Сатурна», что приводит к неправильной оценке скорости потепления ($+0.2$ °C /10 лет) на 2030 и 2100, [4, 7].

2. Среднегодовые температуры воздуха на озере Байкал.

2.1. 60-летний цикл солнечной активности по средней годовой температуре воздуха по озеру Байкал, пункты: Бабушкин, Нижне-Ангарск. Рассмотрим временные изменения среднегодовых температур воздуха, Твзд., с 1896 г. на озере Байкал по г. Бабушкину, который расположен на берегу Южного Байкала. Первичный ряд Твзд, обозначенный кривой 1 на рис. 4, представляет собой волнообразные периодические ломанные кривые с всплесками (пиками) в сторону отрицательных и положительных температур. Ряд имеет положительный линейный тренд с наклоном 1.32 °C на 100 лет. Применяя метод G.Orssengo [4], накроем точки наблюдений огибающей в виде косинусоиды с периодом 60 лет с начальным максимумом в 1880 г. и получим

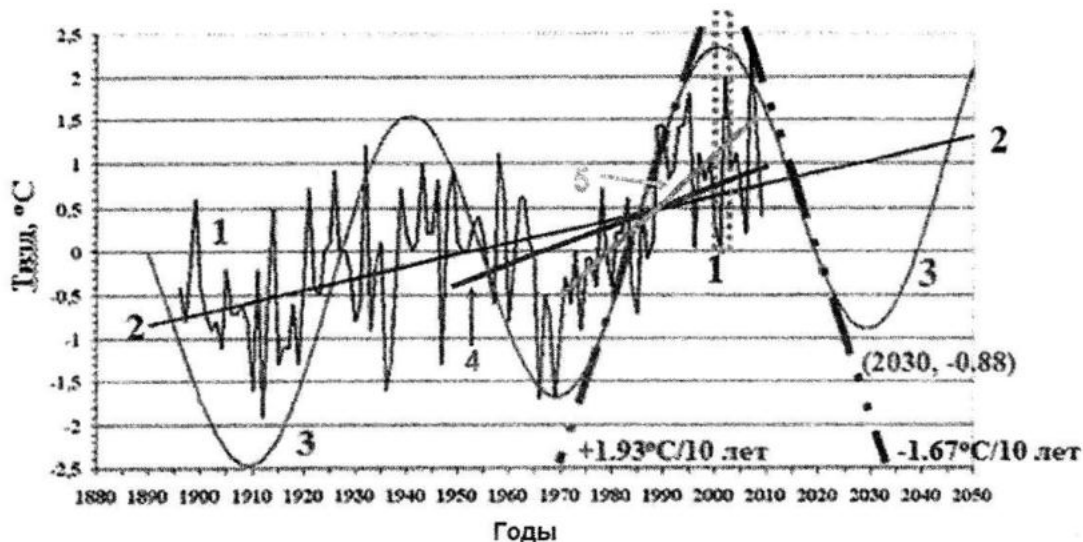
риодичности отрицать нельзя. Заметим, что для Бабушкина характеристики изменчивости Твзд по сравнению с Земным Шаром возросли: наклон линейного тренда – в два раза, нормировочный коэффициент для косинусоиды и предельные наклоны огибающей для 30-летних периодов потепления и похолодания – в шесть раз. Повышенные значения характеристик изменчивости на Байкале вызваны их широтным ходом (увеличение с приближением к полярным областям) и резко континентальным климатом, [8, 9] и др.



Р и с. 3. Температуры воздуха Земного Шара с 1850 по 2005 гг.

2.2. Об «ускоренном потеплении» на озере Байкал. Применяя методику уменьшения длительности линейных трендов от конца наблюдений в 2005 г. на 25, 50, 100 и 150 лет, IPCC [6], получили увеличение наклонов трендов с уменьшением их длительности и назвали «ускоренным потеплением», *accelerated warming*. Для байкальских пунктов наблюдений, это Иркутск (70 км от Байкала), Бабушкин и Нижне-Ангарск мы также получили увеличение наклонов линейных трендов, укороченных к 2008 г., рядов наблюдений с 1950 и 1970 гг. (58 и 38 лет). Увеличение наклонов линейных трендов с сокращенной длительностью по сравнению с полными рядами происходит в два-три раза, таблица 1 и для Бабушкина рис. 4. Из подходов G. Orssengo [4] следует, что на Байкале и на Земном Шаре это вызвано совпадением с 30-ти летней фазой потепления с 1970 по 2000 гг., особенно активное в байкальском регионе (в два –

три раза большее по сравнению с Земным Шаром в целом) и никоим образом не может быть использовано для характеристики общего потепления, как это сделано в [6]. Учет 60-ти летнего цикла солнечной активности (двойной цикл Сатурна) можно использовать для прогноза среднегодовой температуры для байкальских условий в Бабушкине на 2030 г. Действительно, очередной минимум огибающей косинусоиды в 2030 г. даст значение $T_{взд}$, равное -0.88 °C (рис. 4), где линейные тренды с 1950 по 2009 гг. и с 1970 по 2009 гг. показаны прямыми 4 и 5. Предельные наклоны огибающей за периоды потепления – штрих-пунктирная линия с одной точкой и похолодания с двумя. Пунктиром показаны холодные 2000 – 2001 гг. и теплые 2002 – 2003 гг. Линейные тренды для укороченных к 2009 г. рядов наблюдений с 1950 и 1970 гг. (58 и 38 лет) показаны кривыми 4 и 5.



Р и с. 4. Среднегодовые температуры воздуха по г. Бабушкин на Южном Байкале (кривая 1) с линейным трендом за период с 1896 по 2009 гг. (кривая 2) и с огибающей в виде косинусоиды с периодом 60 лет (кривая 3)

Таблица 1

Увеличение наклона линейных трендов среднегодовых температур воздуха в Иркутске, Бабушкине и Нижне-Ангарске в зависимости от выбранной длительности ряда наблюдений до 2008 г.: с начала ряда, с 1950 и 1970 гг.

Линейный тренд	$y = A[^\circ\text{C}/\text{год}] \cdot x[\text{год}] + B[^\circ\text{C}]$			Полный ряд, годы
	с начала	с 1950 г.	с 1970 г.	
Иркутск с 1873 г.	$0.0185x - 1.83$	$0.0443x - 1.02$	$0.0578 - 0.45$	135
Бабушкин с 1896 г.	$0.0196x - 0.78$	$0.0253x - 0.49$	$0.0488 - 0.51$	112
Нижнее-Ангарск 1933 г.	$0.0223x - 3.52$	$0.0357x - 3.63$	$0.0567x - 3.39$	75

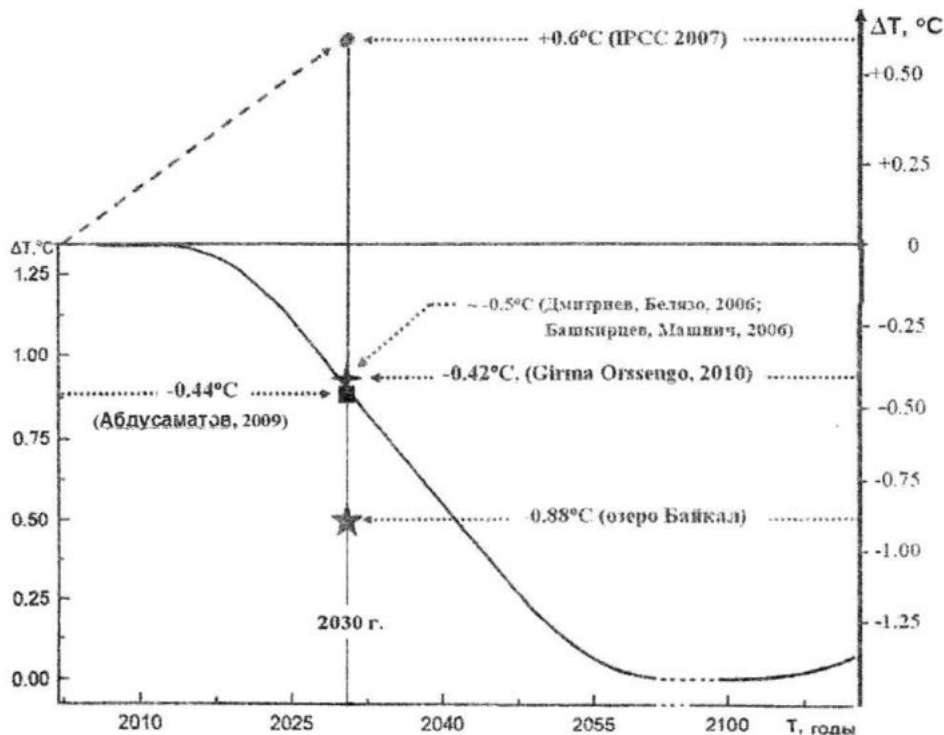
3. Прогноз Твзд на 2030 г. с учетом 60-летнего цикла солнечной активности. Зная про существование 60-летнего цикла солнечной активности и применяя 60-летнюю косинусную огибающую, можно легко получить прогноз температуры воздуха на 2030 г. по ближайшему минимуму огибающей, который равен 0.06°C , G.Orssengo [4]. Прогноз N.Scafetta [7], полученный после передвижения кривой температур воздуха Земного Шара в сторону 2000-х годов с вычтенными значениями квадратичного тренда на 60 лет, имеет практически полное совпадение смещенных частей кривых (пики 1880 и 1940 гг. совпали с пиками 1940 и 2000 гг.). Считая, что вряд ли такое совмещение кривых температур может быть случайным, получается, что в 2030 – 2040 годы без учета потепления также будет минимум температур, немного уступающий минимумам 1910 и 1970 гг.

Таким образом, прогнозы на 2030 г. с учетом 60-летнего цикла дают понижение температур немного уступающее минимумам Твзд в 1910 и 1970 гг., рис. 5.

Прогноз Х. Абдусаматова [10] учитывает двухсот- и одиннадцатилетний циклы колебаний солнечной активности. Достоинством прогноза Х. Абдусаматова [10] является то, что он не содержит никаких гипотез и свои прогнозы и выводы строит исключительно на изменчивости солнечной постоянной. В других гипотезах Солнце, главный источник тепла для землян, используется так или иначе опосредствованно и предполагается его излучение строго постоянным. Снижение активности 11-летней составляющей солнечной постоянной и спад нынешнего 24-го цикла при продолжающемся понижении активности двухвековой компоненты в 2013 – 2015 году приведет к устойчивому последовательному похолоданию нашей планеты, ко-

торое достигнет минимума до состояния глубокого похолодания в 2055 – 2060 ± 11 годах [10]. Похолодание может быть подобным тому, которое наблюдалось в 1645 – 1715 годах во всей Европе, в Северной Америке и Гренландии в период маундеровского минимума светимости и пятнообразовательной активности Солнца, когда среднегодовая температура воздуха снизится на 1,0 – 1,5 градуса по шкале Цельсия до отметки так называемого маундеровского минимума. Очередной период климатического минимума, глубокого похолодания климата, продлится ориентировочно около 45 – 65 лет, и после этого периода холо-

дов обязательно наступит потепление в рамках очередного двухвекового цикла Солнца. Глубокое похолодание сменится очередным потеплением ориентировочно в конце 21 – начале 22-го века, что показано на рис. 5, где для Земного Шара по данным [6] – красный овал, по данным [4] – синий ромб, по данным [10] – черные линия и квадрат, по данным [3, 11] – голубая стрелка и по озеру Байкал – зеленая звездочка. Для данных [10] шкала ΔT дана слева, для остальных – справа; аномалии ΔT взяты от средних значений за 2000 – 2010 гг., близких к значениям линейного тренда за 2030 г.



Р и с. 5. Прогноз аномалий температуры ΔT до 2030 г.

По климатическому сценарию для Северной Полярной области [3] дают с учетом всех комических ритмов, включая галактический, понижение Твзд достигнет около -0.5°C . Такое же понижение температуры прогнозируют к 2030 г. по данным солнечной активности [11].

Обсуждение прогнозов. По прогнозу IPCC 2007 [6] (0.2°C на десять лет) к 2030 г. температуры возрастут на 0.6°C , но, начиная с 2000-го года, прогнозируемые данные начинают превосходить наблюдаемые значения [5], что создает проблему в понимании надежности про-

гноза IPCC [6] и возможности их применения.

Вклад антропогенного фактора есть, но он не является решающим. В работах [9, 13] показано, что в Эмский период (~115 тыс. лет назад) среднегодовые температуры воздуха на Байкале превосходили современные на 2°C , а антропогенный вклад был нулевым.

Косинусоидная огибающая наблюдаемых значений температурных аномалий (GMТА) Orssengo [4] даёт важный вклад в понимание природных процессов, имеющих колебательный характер,

а именно в смысл осреднения и важность учета фазы. На рис. 1 нами показаны предельные наклоны 30-летних линейных трендов: $+0.34$ и -0.25 °C на 10 лет для фаз потепления и похолодания соответственно. Без учета фазы процесса наклоны линейных трендов для диапазонов менее 30 и 60 лет и экстраполирование их на большие диапазоны не имеют физического смысла, что видно по выводам IPCC 2007. Из трех рассмотренных прогнозов наиболее достоверными являются второй и третий, тем более для точки 2030 г. у Orssengo [4] и Абдусаматова [10] наблюдается полное совпадение. Интересно, что 2030 год является точкой совпадения только до 2030 г., а после – точкой расхождения. По модели с косинусной огибающей Orssengo [4] после Абдусаматова [10] глубокое похолодание продолжается до 2055 – 2060 гг., т.е. в нашем случае оба прогноза совпадают.

Естественно, что проявление такого цикла можно ожидать в изменчивости в Твзд Земного Шара и озера Байкал. По методике, предложенной Orssengo [4] для выявления 60-летнего цикла, проанализированы долговременные изменения среднегодовых температур воздуха г. Иркутска с 1873 г., г. Бабушкина на берегу Южного Байкала с 1896 г. и Нижне-Ангарска на севере Байкала с 1933 г. Показано, что 60-летняя огибающая с учетом линейного тренда на качественном уровне передает ход среднегодовых температур воздуха в северном полушарии и в байкальском регионе, таблица 1.

Учет линейного тренда среднегодовых температур с 60-летней огибающей дает физические обоснования для прогноза изменений среднегодовых температур воздуха до 2030 г. Так ближайший минимум огибающей в 2030 г. дает понижение среднегодовых температур воздуха для Бабушкина до -0.883 °C, что для глобальной температуры качественно (похолодание) согласуется с прогнозами Orssengo [4]; Дмитриева, Белязо [3]; Башкирцева, Машнич [11]; Абдусаматова [10] и др. Прогноз Межправительственной комиссии по изменению климата (IPCC) [6], который не учитывает двойного цикла Сатурна, дает значения $+0.6$ °C.

Работа поддержана РФФИ, грант № 11-05-00438.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Чижевский А.Л.* Земное эхо солнечных бурь – Москва: Мысль, 1973. – 349 с.
2. *Вернадский В.И.* Биосфера и ноосфера. Фонд им. Вернадск.: 2008. – 324 с.
3. *Дмитриев А.А., Белязо В.А.* Космос. Планетарная климатическая изменчивость и атмосфера полярных регионов. Санкт-Петербург, гидрометеоиздат: 2006. – 258 с.
4. *Girma Orssengo*, 2010. Predictions Of Global Mean Temperatures & IPCC Projections
5. <http://wattsupwiththat.files.wordpress.com/2010/04/predictions-of-gmt.pdf>
6. *The Climate Research Unit of the Hadley Center (hadcrut3)*. <http://www.woodfortrees.org/plot/hadcrut3vgl/compress:12/from:1880>
7. *IPCC (2007)*. Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis. FAQ 3.1 How are Temperatures on Earth Changing? http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/fa-q-3-1.html
8. *Scafetta N.* Climate Change and Its Causes, A Discussion About Some Key Issues, SPPI Original paper, March 18, 2010. – 56 p.
9. http://scienceandpublicpolicy.org/images/stories/papers/originals/climate_change_cause.pdf
10. *Kuimova L.N., Sherstyankin P.P.* Climate Change and extreme hydrological events on Lake Baikal during the Last 250,000 Years. The Second International Conference on Climate and Water, Espoo, Finland, 17 – 18 August 1998, Vol.3, 1998. – P. 1197 – 1204.
11. *Куимова Л.Н., Шерстянкин П.П.* Особенности палеотермохалинного режима озера Байкал при событиях Хайнриха в верхнем и среднем плейстоцене. Докл. РАН, 1999, т.368, № 5, – С. 691– 694.
12. *Абдусаматов Х.И.* Солнце диктует климат Земли. Logos, 2009. – 197 с.
13. *Башкирцев В.С., Машнич Г.П.* Солнечная активность и прогноз климата Земли. Избранные проблемы астрономии (Научно-практическая конференция "Небо и Земля", г. Иркутск, 21 – 23 ноября 2006 г.), 2006. – С. 248 – 254.
14. *Куимова Л.Н., Шерстянкин П.П.* Сравнение изменчивости ледовых явлений озера Байкал и Арктики в последнее время. "Материалы гляциологических исследований", № 105, 2008. – С. 140 – 144.
15. *Sherstyankin P.P., Kuimova L.N.* 1998. Warming on Baikal and Global Change, their Linkages With Eemian Period. 6th International Conference on Paleoclimatology "Reconstruction of Ocean History – a Window into the Future". August 22 – 29 1998. Lisbon, Portugal; 1998. – P. 209 – 210.