

УДК. 551.583.15

Колебания климата, прогноз на два десятилетия

Шерстюков Б.Г. boris@meteo.ru

ФГБУ Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации – Мировой центр данных.
г. Обнинск ул.Королева 6

Fluctuations in climate, two decades Forecast

Sherstyukov B.G. boris@meteo.ru

Russian Research Institute of Hydrometeorological Information - World Data Centre

Key words: изменения климата, атмосферная циркуляция, теплообмен океан-атмосфера, ритмы в атмосфере, прогноз климата

Abstract

We consider the natural fluctuations in air temperature in the northern hemisphere as a result of changes in ocean circulation and the atmosphere, as well as external factors. Non-periodic climate fluctuations are seen as the result of rhythmic effects on components of the climate system by exciting them to their own frequencies. Statistical model of rhythms in the climate system is constructed for temperature fluctuations of the forecast for two decades. It has been praised the coincidence of the northern hemisphere climate forecast, published in 2008, with observations by 2015.

На современном уровне знаний, когда многие физические механизмы колебаний климата не вполне известны, проблема прогноза колебаний может решаться на основе статистического моделирования. А источником знаний для этого являются данные наблюдений.

Как любая колебательная система, климатическая система имеет собственные частоты колебаний, которые определяются набором физических и физико-географических особенностей ее составляющих (сезонно-широтных особенностей притока солнечной энергии, распределения суши и океанов, рельефа суши и морского дна, термодинамических характеристик атмосферы, суши и океана и т.д.). Наблюдаемая динамика погоды и климата, главным образом, является следствием колебаний климатической системы на ее собственных частотах, но эти колебания многократно запускаются воздействиями внешних факторов. Внешними факторами в той или иной мере являются разного рода космические воздействия (геодинамика и солнечная активность) и вулканические выбросы газов и аэрозольных частиц в атмосферу. Заметные возмущения от внешних факторов могут возникать в результате параметрического воздействия на климатическую систему даже самых слабых внешних факторов. Механизм воздействия на климат геодинамических факторов и солнечной активности не вполне понятен, поэтому в физико-математических моделях такие факторы не могут быть учтены при современном уровне знаний.

. Для любых колебаний, включая собственные (на собственных частотах), необходим первоначальный импульс энергии. Так же как маятник имеет собственную частоту колебаний, независимую от причины, которая вывела его из состояния покоя, так и климатическая система имеет собственные частоты колебаний, не зависящие от внешних возмущающих факторов. Важно отметить, что наличие внешнего возмущающего фактора обязательно для возникновения и поддержания собственных колебаний. Любые колебания — это повторяющийся во времени процесс изменения состояний системы около точки равновесия. После импульса энергии, при отсутствии дополнительных внешних воздействий, в системе возникают и поддерживаются свободные колебания на собственных частотах системы. Свободные колебания система совершает при наличии некоторого запаса потенциальной энергии, расходуемой на совершение этих колебаний. Они всегда

связаны с попеременным превращением энергии одной формы проявления в другую форму. В реальных условиях свободные колебания всегда затухающие из-за диссипации энергии.

Колебания в климатической системе на Земле существуют на протяжении всей истории существования климатической системы. При диссипации энергии это возможно только при наличии внешнего переменного источника энергии, подпитывающего собственные колебания климатической системы. Из приведенных фактов и рассуждений вытекает вывод о том, что вопрос о природных (собственных) колебаниях климата не может решаться отдельно от вопроса о внешних факторах. Моделирование собственных колебаний климата невозможно без моделирования механизма возбуждения этих колебаний внешними факторами. Новизна авторского подхода заключается в описании затухающих свободных колебаний, ритмически возбуждаемых переменными внешними факторами.

Для атмосферы внешним фактором может быть теплообмен с океаном. В этом теплообмене участвует верхний перемешанный слой океана толщиной в несколько сотен метров. Толщина его не постоянна во времени и в пространстве. Косвенной характеристикой объема воды (толщины слоя), участвующего в теплообмене является индекс инерционности $K_{\text{тпо}}$. Для Северного полушария $K_{\text{тпо}}=T_2-T_1$, где T_2 – средняя температура поверхности океана (ТПО) за вторую половину года, а T_1 – температура за первую половину года. Из-за тепловой инерции, зависящей от объема воды верхнего перемешанного слоя, вторая половина года всегда теплее первой в той или иной степени. Для Южного полушария знак $K_{\text{тпо}}$ надо изменить.

Исследования показали, что в зоне теплых океанических течений Гольфстрим и Куроисио в годы усиления индекса $K_{\text{тпо}}$ повышалась ТПО, а при ослаблении $K_{\text{тпо}}$ понижалась ТПО. Это показывает, что индекс действительно является косвенной характеристикой толщины слоя перемешивания океана. Над теплыми течениями усиление индекса и повышение ТПО показывает, что в теплообмен включаются более глубокие слои океана. Толщина верхнего слоя перемешивания определяется внутренними процессами в океане.

Океан является одним из факторов природных колебаний потоков тепла в атмосферу над ним. Далее фактором переноса тепла с океана на континент является атмосферная циркуляция. Аналогичный индекс инерционности $K_{\text{тв}}=T_{\text{в}2}-T_{\text{в}1}$, вычисленный по данным о температуре воздуха (ТВ) на метеорологических станциях, является показателем переноса на континент свойств воздушных масс сформировавшихся над океаном. На рис.1 видно, что во второй половине XX века на континенте повышалась ТВ, а индекс $K_{\text{тв}}$ уменьшался. Коэффициент корреляции между $K_{\text{тв}}$ и среднегодовой ТВ на суше оказался отрицательным $R=-0.59$.

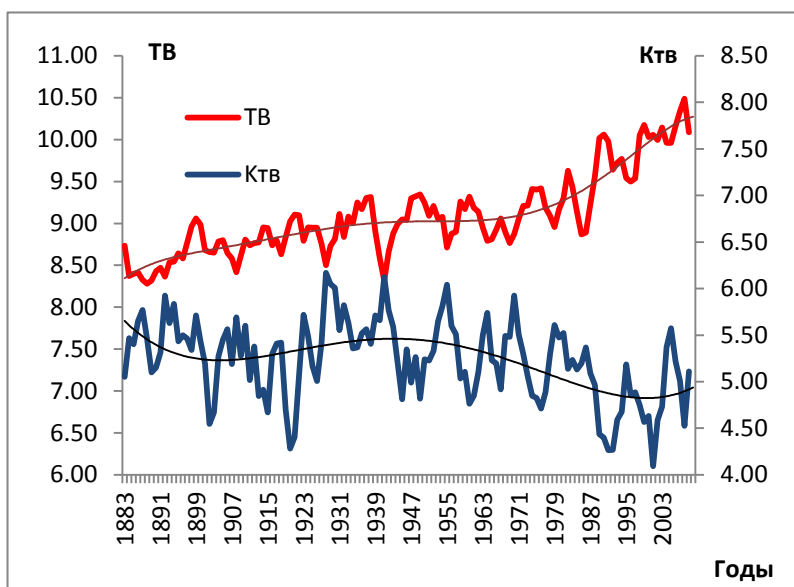


Рис.1. Индекс $K_{\text{тв}}$ и среднегодовая ТВ на суше в широтной зоне 30-60ош. Трехлетние скользящие средние.

С 1970-х годов началось быстрое уменьшение индекса $K_{\text{тв}}$, это означает ослабление демпфирующего действия океана на температурные изменения в континентальной атмосфере.

Океан всегда оказывает стабилизирующее действие на любые изменения температуры воздуха. Ослабление его воздействия во второй половине XX века сопровождалось повышением температуры воздуха на континенте.

При подсчете типов циркуляции по Б.Л.Дзерdzeевскому выяснилось, что уменьшение $K_{ТВ}$ и ослабление влияния океана на континентальную атмосферу во второй половине XX века происходило при увеличении числа дней в году с меридиональными южными типами циркуляции. Перенос воздушных масс с Атлантики был ослаблен. При смене воздушных масс изменяется вся ритмическая структура климата и собственные частоты.

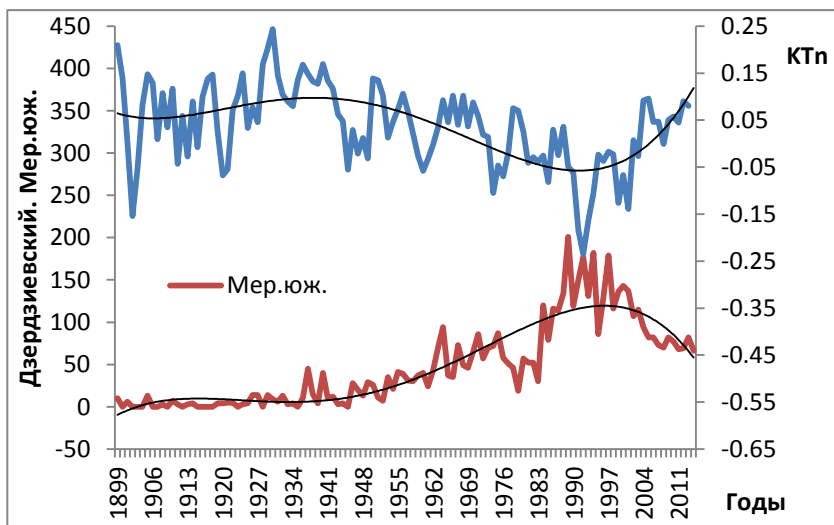


Рис.2. Число дней за год с меридиональной южной циркуляцией по Б.Л.Дзерdzeевскому и индекс инерционности атмосферы Северного полушария.

Изменения в циркуляции океана и атмосферы возбуждают повторяющиеся серии колебаний температуры атмосферы на собственных частотах. Каждое новое

воздействие на атмосферу дает новое начало новой последовательности неперидических колебаний температуры воздуха. Часто новая серия неперидических колебаний температуры воздуха аналогична предыдущей – эта особенность дает возможности для прогноза неперидических колебаний климата на период до двух десятилетий.

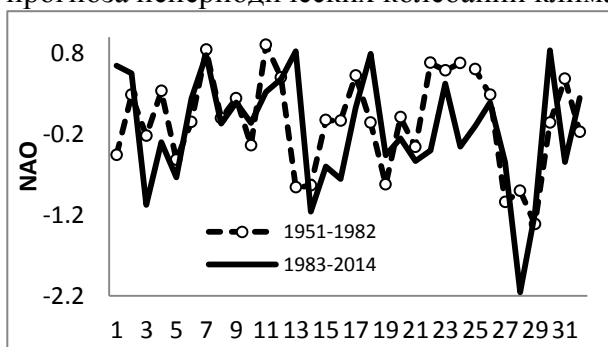


Рис.3. Изменение NAO в цикле 32 года

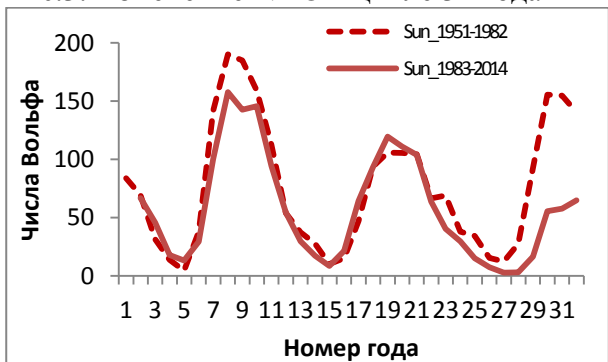


Рис.4. Изменение Чисел Вольфа в цикле 32 года

По аналогичной схеме и другие внешние по отношению к атмосфере факторы возбуждают повторяющиеся серии колебаний температуры атмосферы на собственных частотах. На рис.3 и 4 показаны изменения аномалий зимнего индекса северо-атлантического колебания NAO за два последних интервала по 32 года. На интервале 32-х лет последовательность и величина неперидических колебаний в 1983-2014 году удивительным образом повторяют все колебания, наблюдавшиеся в 1951-1982 годах. Не менее удивительно, что изменения солнечной активности (Числа Вольфа) на этих двух интервалах лет тоже повторяются. Подобные ритмические совпадения наблюдаются и по другим внешним факторам. Не смотря на то, что природа таких совпадений не ясна, обнаруженные особенности можно использовать при статистическом моделировании формирования ритмов и производных серий неперидических колебаний.

В 2007 году во ВНИИГМИ-МЦД была разработана первая версия статистической модели климата на основе выделения и экстраполяции ритмов, задающих повторяющиеся серии неперидических возмущений. Модель автоматически настраивается на мультиритмы температуры воздуха в каждом регионе. В начале 2007 года по данным наблюдений до 2006 года были выделены ритмы и построен прогноз изменения температуры воздуха на

континентах Северного полушария на 2007-2025 годы. Прогноз был опубликован в монографии автора (доступно на сайте http://meteo.ru/publish_tr/monogr2/glava7.pdf) и в автореферате диссертации автора. В главе 7 монографии от 2008 года предсказано ожидаемое тогда замедление потепления на интервале до 2025 года. Это противоречило прогнозам многих климатических центров мира, согласно которым глобальное потепление должно было только усиливаться. На рис. 5 представлен прогностический график температуры, который был опубликован в 2008 году по данным статистической модели автора. На графике линия тренда показывала ожидаемую паузу в потеплении климата, там же – прогноз погодичных изменений температуры. Прогноз составлялся в 2007 году по данным наблюдений до 2006 года. Начиная с 2007 года – прогноз.

Наилучшей независимой проверкой точности прогноза изменений климата является сравнение ранее опубликованного прогноза с новыми появившимися данными наблюдений. Прогноз, опубликованный в монографии и в автореферате диссертации, сравнивался с данными наблюдений, опубликованными на сайте NASA в январе 2016 года.

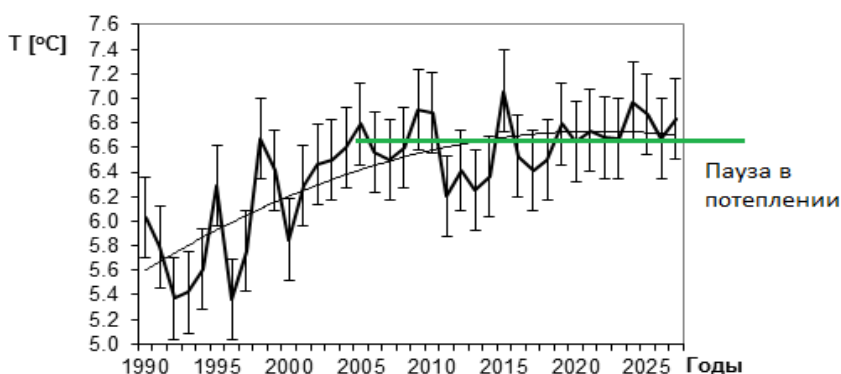
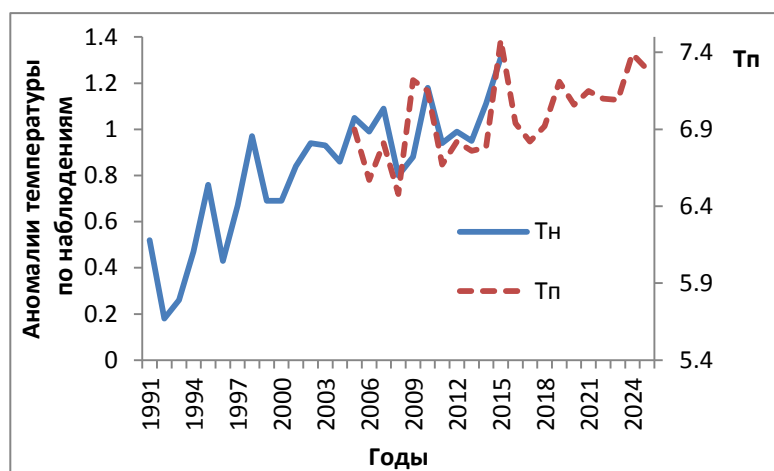


Рис.5. Среднегодовая температура воздуха Северного полушария по данным наблюдений за 1990–2006 годы и авторский прогноз на период 2007–2025 годы (из публикации 2008 года http://meteo.ru/publish_tr/monogr2/glava7.pdf).

Предвычисленный по авторской модели тренд замедления потепления полностью оправдался на интервале 2007–2015 гг. Теперь это называется пауза в потеплении климата. Она началась после максимума температуры 1998 года, но признанной эта пауза стала только к 2010 году, через два года после опубликования прогноза.



Оправдались не только трендовые значения, но и погодичные.

Рис.6. Сравнение погодичных значений температуры воздуха Северного полушария по прогнозу (Tp) и по данным наблюдений (Tn).

На рис.6 показаны опубликованные ранее прогностические и новые фактические значения

температуры воздуха Северного полушария. Графики демонстрируют совпадение основных пиков аномально теплых лет (2009-2010 и 2015 гг.) по прогнозу и по факту, а также совпадение прохладных лет (2008, 2011-2013 годы) по прогнозу и по факту. Хорошее согласие прогностических и фактических значений на всем интервале лет подтверждает возможность прогнозирования колебаний климата на основе статистической модели ритмов в климатической системе.