

ПРИЧИНЫ АНОМАЛЬНО ЖАРКОГО ЛЕТА 2010 ГОДА НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Н.С. Сидоренков, К.А. Сумерова

*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации
sidorenkov@mecom.ru*

Летом 2010 года на Европейской территории России наблюдалась чрезвычайно жаркая погода. На территории столичного региона максимальная температура воздуха в отдельные дни достигала 38-39 градусов. Были превышены многие суточные и абсолютные максимумы температуры. Всего за три месяца в Москве было зафиксировано 22 случая с рекордно высокой температурой. Устойчивая аномальная жара в Московском регионе в 2010 г. началась 21 июня и продолжалась 60 дней до 19 августа. Еще более длительная и жаркая погода наблюдалась в Поволжье и центрально-черноземных областях. Очаг, охваченный аномальной жарой и отсутствием осадков, имел диаметр около одной тысячи километров. Жара способствовала возникновению лесных и болотных пожаров, нанесла существенный ущерб природе, животному миру, населению и хозяйству.

В настоящее время эту небывалую жару связывают с глобальным потеплением климата, придумываются всевозможные «страшилки», строятся устрашающие сценарии последствий глобального потепления. Однако в действительности, как мы покажем ниже, аномальная жара в 2010 году была вызвана явлением **биения** колебаний. Фазы солнечного годового колебания температуры совпали с фазами основных лунных циклических колебаний температуры, произошло сложение их амплитуд. В итоге результирующая амплитуда годовых колебаний температуры воздуха оказалась катастрофически большой.

Известно, что зимой холодно, а летом тепло. Это нормальное годовое колебание температуры воздуха, обусловленное изменением склонения Солнца с периодом 365,24 суток. **Нормы** (средний годовой ход) температуры вычисляют путем осреднения временного ряда температуры за 30-летний интервал времени. Ниже используются нормы за 1961–1990 гг. Разность фактической температуры и нормы называется **аномалией температуры**. Правильно вычисленные аномалии температуры не должны содержать гармоник и субгармоник годового периода 365 сут.

Считается, что аномалии температуры изменяются случайным образом. Однако когда мы провели спектральный анализ ряда аномалий температуры воздуха в Москве за 1960–2003 гг., то обнаружили хорошо выраженные составляющие с периодами лунного года 355 сут, полупериода лунной эвекции 206 сут, четверти лунного года 87 сут и лунного сидерического месяца 27 сут (рис. 1).

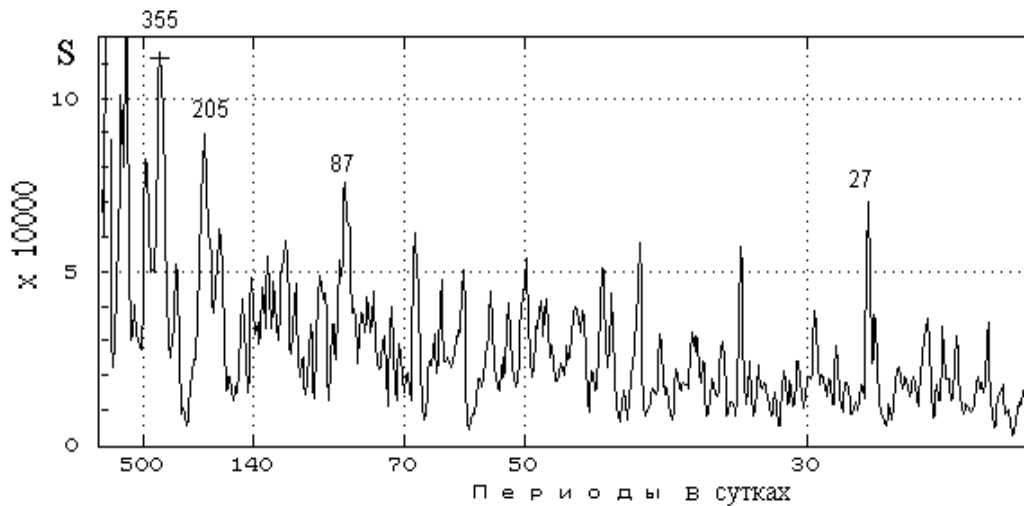


Рис. 1. Спектр аномалий температуры воздуха в г. Москве.

На фоне белого шума выделяются составляющие с периодами лунного года 355 сут, полупериода лунной эвекции 206 сут, четверти лунного года 87 сут, и лунного сидерического месяца 27 сут рис. 1.

Как холодное небесное тело, Луна может влиять на температуру воздуха? Дело в том, что приливы влияют на количество облачности в атмосфере. Давно замечено, что в дни полнолуний и новолуний (сизигий) ясная погода случается чаще, чем в дни первой и третьей четвертей Луны (квадратур). От амплитуды и фазы лунного прилива зависит балл облачности в месте наблюдения. При ясной погоде днем атмосфера разогревается солнечной радиацией, а ночью выхолаживается за счет инфракрасного излучения. Летом день длится существенно дольше ночи, максимальна и полуденная высота Солнца над горизонтом. Поэтому летом при ясной погоде атмосфера ото дня ко дню разогревается солнечной радиацией, и в итоге наблюдаются положительные аномалии температуры. Зимой день короткий, ночь длится очень долго, а полуденная высота Солнца над горизонтом минимальна. Поэтому зимой при ясной погоде атмосфера ото дня ко дню выхолаживается за счет инфракрасного излучения и, как следствие, наблюдаются отрицательные аномалии температуры.

При облачной погоде значительно уменьшается поступление солнечной радиации днем, но зато ночью существенно сокращаются потери тепла за счет инфракрасного излучения. Поэтому при облачной погоде знаки аномалий температуры воздуха изменяются на обратные: днем и летом преобладают отрицательные аномалии, а ночью и зимой – положительные. Так взаимодействие гравитационных эффектов Луны с радиационными условиями в атмосфере (из-за изменения количества облачности) создают колебания суточных аномалий температуры воздуха с лунными периодами и с амплитудами, зависящими от физико-географических условий местности. В Москве амплитуда основного

355–суточного лунного колебания аномалий температуры составляет около 5° . Поэтому в спектре аномалий температуры на рис. 1 имеется большой пик на периоде 355 сут.

Нам кажется, что влияние лунно-солнечных приливов на радиационные условия в атмосфере и океане является основным механизмом вынужденной синхронизации атмосферных процессов колебаниями лунно-солнечных приливных сил, рассмотренной в [6].

Существуют тесные связи между лунно-солнечными приливами и вариациями метеорологических характеристик [8]. Для иллюстрации приведем, например, спектр среднесуточных значений экваториального компонента h_2 , который тоже имеет основной максимум спектральной плотности не на периоде P_1 солнечного года (365 сут), а на периоде $P_2 = 355$ сут (рис. 2). Компонент h_2 характеризует вращение атмосферы относительно оси Ox_2 , лежащей в экваториальной плоскости и направленной из центра Земли на точку с координатами $\varphi = 0^\circ$, $\lambda = 90^\circ E$ [8]. То есть угловая скорость вращения атмосферы относительно оси Ox_2 изменяется с периодом $P_2 = 355$ сут. В спектрах индекса квазидвухлетней цикличности ветра в экваториальной стратосфере (QVO), некоторых коэффициентов сферических гармоник глобального поля атмосферного давления, аномалий некоторых гидрометеорологических характеристик также обнаружен период P_2 , а не P_1 . Что же это за период – P_2 ? Астрономы и народы Востока знают, что это лунный год. За 355 сут протекает ровно 13 сидерических (относительно звезд) и 12 синодических (относительно Солнца) лунных месяцев.

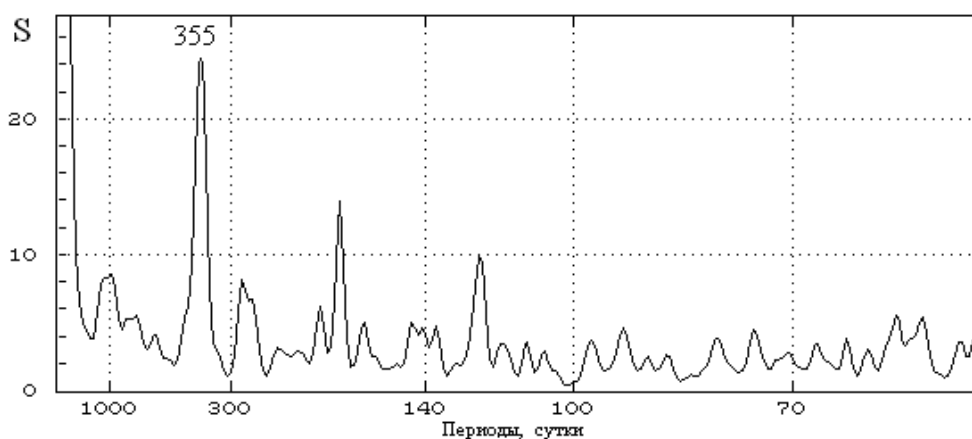


Рис. 2. Спектр среднесуточных значений экваториального компонента h_2 момента импульса атмосферы. Вместо обычного пика на периоде 365 дней выделяется пик на периоде лунного года 355 суток. Это свидетельствует о доминирующем влиянии лунных приливных сил в формировании меридиональной циркуляции атмосферы вдоль Атлантического и Тихого океанов (большого круга меридианов 0° и 180°).

Цикл 206 суток возникает из-за вращения большой оси лунной орбиты относительно большой оси земной орбиты. Перигей лунной орбиты совершает один оборот за 8,85 года, а перигелий земной орбиты – за 1 год. Перигей встречается с перигелием через каждые 412 суток. Но оси лунной и земной орбит становятся коллинеарными через каждые 206 суток. Описанная цикличность взаимных конфигураций двух орбит порождает наиболее сильную переменность гравитационного воздействия Солнца на движение системы Земля–Луна (эвекцию) и на лунные и земные процессы. Продолжительность лунного аномалистического (относительно перигея) месяца изменяется с этим периодом (206 сут) от 28,5 до 24,8 суток [1]. Земля в своем месячном движении вокруг барицентра зеркально отражает все движения Луны. Поэтому она имеет такие же вариации скорости обращения вокруг барицентра с периодом 206 сут.

При изучении приливов вводят термин лунно-солнечный приливный год, под которым понимают интервал времени, содержащий целое число лунных месяцев и максимально близкий к солнечному году [2, 8]. Большая часть лунно-солнечных приливных лет имеет продолжительность 355 сут, а меньшая – 382 сут. Средняя длительность лунно-солнечного приливного года близка к 368 сут.

Помимо лунного года имеются еще более длительные циклы: октаетерис (греч. восьмилетний промежуток времени, длится 99 синодических месяцев, или 8 лет) и сарос (223 месяца, или 18,03 лет), по прошествии которых затмения Луны и Солнца повторяются приблизительно в прежнем порядке, Метонов цикл (235 месяцев, или 19 лет), по прошествии которого фазы Луны повторяются в те же дни солнечного года, инекс (358 месяцев, или 28,95 лет), по прошествии которого лунные и солнечные затмения повторяются примерно на тех же географических долготах, и т.д.

Солнце обеспечивает радиационный форсинг и порождает колебание всех гидрометеорологических характеристик с периодом 365,24 суток. Это годовое колебание взаимодействует с лунными циклическими колебаниями. В результате амплитуда годового колебания гидрометеорологических характеристик периодически изменяется со временем, возникает явление биений.

Сложение двух колебаний одинаковой амплитуды, но с разными частотами f_1 и f_2 , дает

$$\cos 2\pi f_1 t + \cos 2\pi f_2 t = 2 \cos \frac{2\pi(f_1 - f_2)t}{2} \cos \frac{2\pi(f_1 + f_2)t}{2}. \quad (1)$$

Последний косинус в правой части (1) описывает колебание, частота которого равна средней частоте исходных колебаний. Первый косинус описывает изменение его амплитуды. Амплитуда нарастает и спадает с удвоенной частотой $(f_1 - f_2)$, а не с частотой

$(f_1 - f_2)/2$, как можно было бы подумать на основании формулы (1). Происходит это потому, что амплитуда есть абсолютная величина отклонения от среднего значения рассматриваемой характеристики. Первый косинус описывает два цуга (пакета) колебаний с высокой частотой $(f_1 + f_2)/2$, а понятие цикл предполагает один цуг (пакет) высокочастотных колебаний. Поэтому частота цикла равна $(f_1 - f_2)$, а не $(f_1 - f_2)/2$.

Рассмотрим, например, воздействие лунного годового цикла $f_1 = 1/355$ сут на годовые колебания температуры воздуха $f_2 = 1/365,24$ сут. В этом случае $(f_1 + f_2)/2 = 1/360$ сут, а $(f_1 - f_2) = 1/12869$ сут = $1/35,2$ лет. То есть из-за воздействия лунного годового (355 сут) цикла на солнечные годовые (365 сут) колебания температуры или других гидрометеорологических характеристик возникает биения с периодом примерно 35 лет.

Выше отмечалось, что лунно–солнечный приливный год иногда может длиться не 355, а 382 сут. Сложение такого колебания с солнечным годом дает биения с периодом примерно 22 года. Однако в спектре аномалий температуры воздуха на рис. 1 есть пик 355 сут, но нет пика, соответствующего периоду 382 сут. Поэтому можно констатировать, что в Москве проявляется в статистическом смысле только 35-летнее биение температуры воздуха.

В климатологии давно известен Брикнеров цикл, длительность которого изменяется от 30 до 45 лет [7]. Вероятно, он связан с упоминаемыми выше и ниже многолетними астрономическими циклами, и, в первую очередь, найденным нами 35-летним циклом биений гидрометеорологических характеристик.

Биения – это периодическое изменение амплитуды результирующего колебания. Когда фазы суммируемых колебаний совпадают, их парциальные амплитуды складываются, и амплитуда результирующего колебания становится максимальной. Затем фазы колебаний постепенно расходятся, и амплитуда результирующего колебания уменьшается. Она минимальна при разности фаз, равной 180° , когда амплитуды суммируемых колебаний вычитаются.

В Москве по климатическим данным среднесуточная температура T достигает минимума -10° в январе, а максимума $+20^\circ$ в июле, то есть амплитуда её солнечного годового (365 сут) колебания равна примерно 15° , а среднегодовая температура равна: $(-10^\circ + 20^\circ)/2 = 5^\circ$. В 2010 г. среднемесячные аномалии температуры составили в январе -6° , а в июле $+8^\circ$. Основной вклад в эти аномалии вносит лунное 355-суточное колебание. Допустим, что его амплитуда равна 5° . Построим график суммы этих двух колебаний

$$T = 5 + 15 \cos 2\pi t / 365 + 5 \cos 2\pi t / 355,$$

где 5 – среднегодовая температура в Москве, t – время в сутках, отсчитываемое от 1 января 1972 года. Этот момент принят за начальный потому, что в 1972 г. однозначно наблюдалось

аномально жаркое лето, то есть фазы солнечного и лунного годовых колебаний совпадали. Рис. 3 изображает результирующее колебание T с 1937 по 2012 г. В 1972 г. фазы «солнечного» (365 сут) и «лунного» (355 сут) годовых колебаний температуры T совпали, поэтому амплитуды этих двух колебаний сложились $15^\circ+5^\circ=20^\circ$, и амплитуда результирующего колебания T составила примерно 20° . Поскольку среднегодовая величина T равна 5° , постольку среднесуточная температура в июле достигала 25° , а в январе опускалась до -15° . Поэтому лето 1972 г. на ЕТР было аномально жарким, а зима холодной. В последующие годы фазы колебаний T расходились, и амплитуда результирующего колебания T постепенно уменьшалась. В 1990 г. разность фаз достигла 180° , и амплитуда уменьшилась до минимума $15^\circ-5^\circ=10^\circ$. Зима стала теплой, а лето прохладным. С 1991 по 2007 г. фазы колебаний T сходились, амплитуда постепенно увеличивалась и в 2007 г. она снова достигла максимального значения 20° .

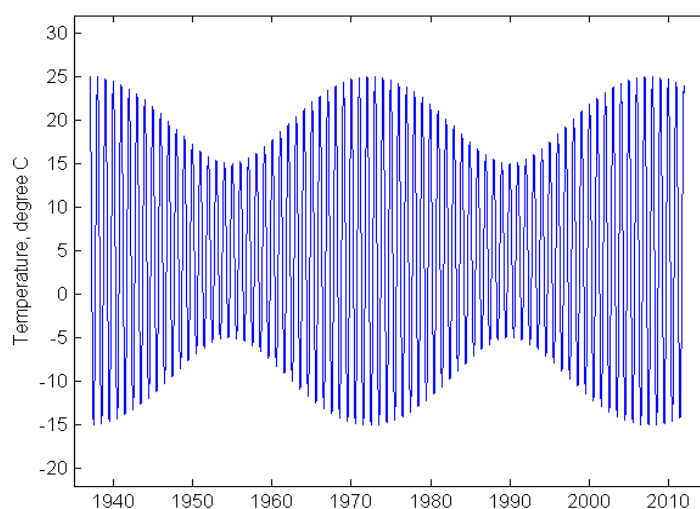


Рис. 3. Модель биений температуры воздуха (T) с двумя гармониками:

$$T = 5 + 15 \cos 2\pi t / 365 + 5 \cos 2\pi t / 355.$$

Итак, при сближении фаз солнечного и лунного годовых колебаний T результирующая амплитуда T увеличивается, а при расхождении фаз – уменьшается. Из-за такого хода температуры в тридцатые, семидесятые годы XX века и в первое десятилетие XXI века на ЕТР часто отмечались холодные зимы и теплые, засушливые лета (склонность к «континентальному» климату), а в пятидесятые и девяностые годы XX века серьезные морозы и засухи происходили реже обычного (склонность к «морскому» климату).

Колебание T с периодом 206 суток взаимодействует с полугодовым солнечным периодом 182,6 сут, в результате возникают биения с периодом 4,4 года ($1/182,6 - 1/206 = 1/1614 \text{ сут} = 1/4,4 \text{ года}$). Из-за таких биений 35-летний цикл изменения амплитуды годового колебания температуры настолько затушевывается, что создается

впечатление, что экстремумы температуры меняются случайным образом (рис. 4). Вместо постепенного изменения амплитуды T (рис. 3) наблюдается разброс лет с жаркими и холодными сезонами. Так, наряду с 1972 г. умеренно жаркие летние сезоны были также в 1975, 1979, 1981 гг., а холодные зимы наблюдалась в 1969, 1972, 1976 и 1978/79 гг. Около 2007 г. снова участились жаркие и засушливые летние сезоны (2002, 2007, 2010, 2011 гг.) и холодные зимы (2002, 2006, 2010, 2011 гг.). На первый взгляд может создаться впечатление, что экстремумы T на рис. 4 меняются не периодически, а случайным образом. Так возникают «двойники» типа экстремумов в 1936 и 1938 гг. вместо 1937 г., и в 2002 и 2010 гг., вместо 2007 г.

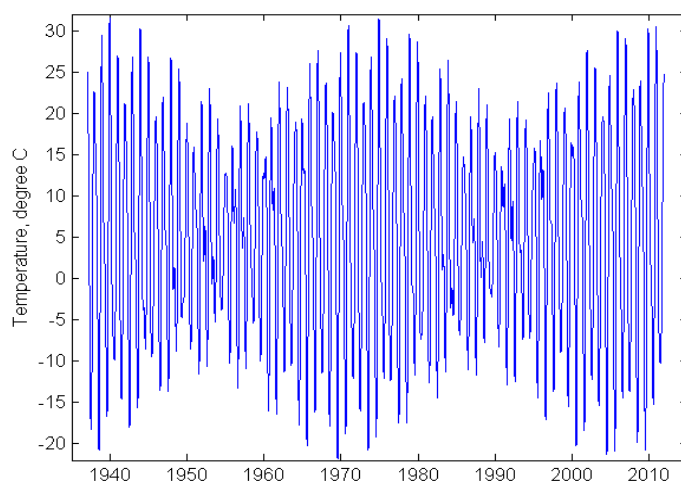


Рис. 4. Модель биений температуры воздуха T с четырьмя гармониками:

$T = 5 + 15 \cos 2\pi / 365 + 5 \cos 2\pi / 355 - 4 \sin 2\pi / 182.6 + 5 \sin 2\pi / 206$. Сложение «солнечного» полугодового периода (182,6 сут) колебаний T с её «лунным» периодом в 206 сут, порождает биения T с периодом 4,4 года. Из-за этого 35 летний цикл изменения амплитуды годового колебания T (рис. 3) сильно затухивается.

Аналогом для 2010 г. может быть 1972 г., который памятен нынешнему поколению жителей ЕТР по чрезвычайно жаркому лету и горящим болотам (рис. 5), и 2002 г. (рис. 6). Сдвиги на этих графиках возникают, в первую очередь, потому, что лунные циклы не кратны солнечному году. Мы провели исследования и нашли, что лучшими аналогами для теплого сезона 1972 г. были 1938 и 1901 гг., которые тоже были чрезвычайно жаркими (рис. 7). Как видно из рис. 7, в 1938 г. летом аномалии температуры были сопоставимы с летними аномалиями 2010 г. По данным [3] средние областные индексы засушливости Селянинова и Педя во всех центральных областях РСФСР **за июль-октябрь** 1938 г. были самыми высокими за весь 90-летний период. По каталогу [4], где приведены индексы засушливости «З» **за август-сентябрь** по экономическим районам основной зернопроизводящей зоны СССР за 1891–1983 годы, 1938 г. является самым засушливым за

весь период, как по большинству экономических районов, так и по всей европейской части СССР. 1938 год имел двойника – 1936 г., когда тоже было довольно жаркое лето и ход аномалий был похож на их ход в 1938 г. Поэтому последовательность жарких летних сезонов на ЕТР в 1901, 1936/1938, 1972 и 2002/2010 гг. связана, в первую очередь, с 35–летними биениями температуры воздуха. В 2010 г. к этому эффекту прибавились еще эффекты удвоенного Метонова 19–летнего цикла (аналог 1972 г.), 8–летнего субцикла октаетерис (в августе и сентябре 2002 г. на ЕТР тоже горели торфяники и леса), 29–летнего цикла инекс (лето 1981 г. на ЕТР было жарким и засушливым) и других менее значимых лунных циклов. В 2010 г. фазы этих циклов совпали, амплитуды сложились, и поэтому результирующая амплитуда достигла катастрофических значений.

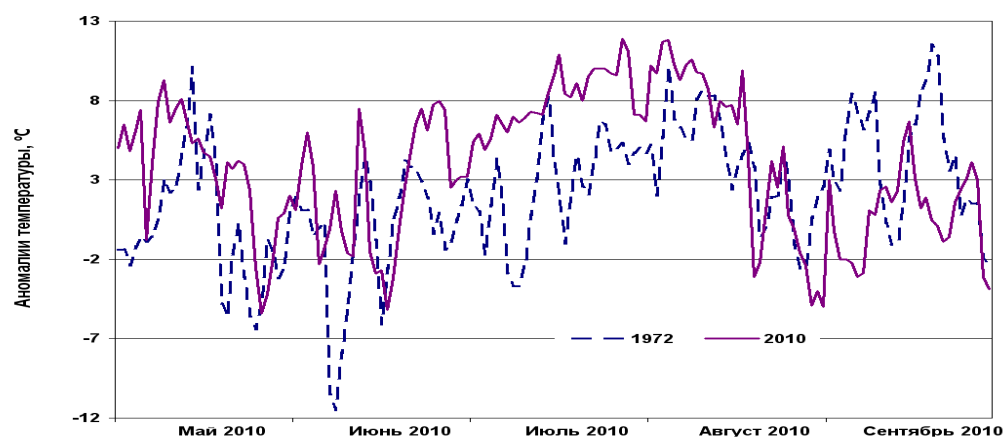


Рис. 5. Ход аномалий температуры воздуха в г. Москве за теплый период в 2010 и 1972 гг.
Для максимальной корреляции аномалии 1972 г. сдвинуты на 28 дней вправо, т.е. 1 мая 2010 г. соответствует 2 апреля 1972 г. Коэффициент корреляции равен 0,48

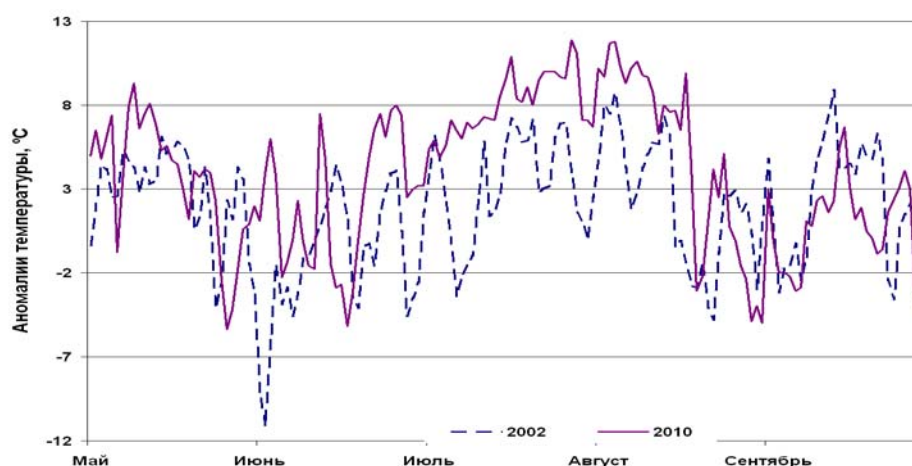


Рис. 6. Ход аномалий температуры воздуха в Москве за теплый период в 2010 и 2002 гг.
Для максимальной корреляции аномалии 2002 г. сдвинуты на 13 дней вправо, т.е. 1 мая 2010 г. соответствует 18 апреля 2002 г.

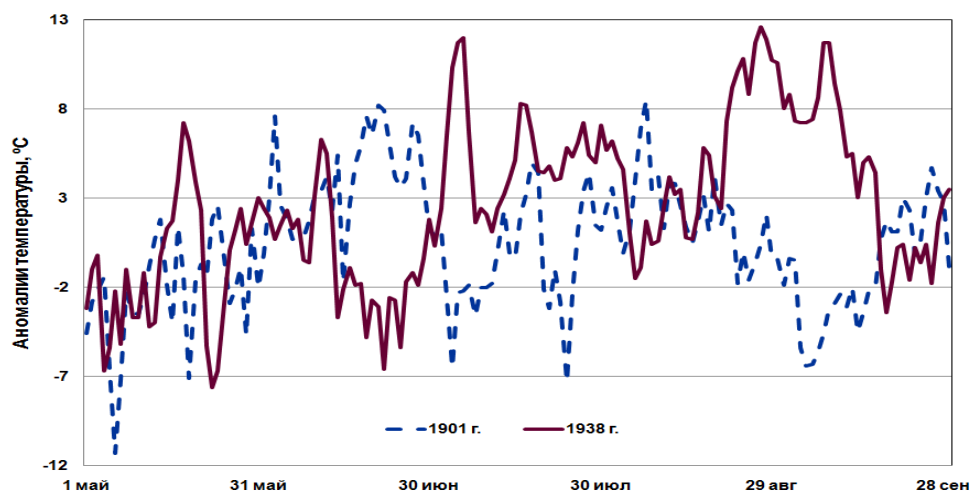


Рис.7. Ход аномалий температуры воздуха в г. Москве с 1 мая по 30 сентября в 1938 и в 1901 гг.

Кривая 1901 г. в среднем на 2,2° лежит ниже кривой 1938 г. Это произошло из-за потепления климата, которое наблюдалось с 1903 по 1939 г. Нормы везде используются за период с 1961 по 1990 г.

Заметим, что жара на ЕТР в 1936/1938, 1972, 2002/2010 и 2011 гг. наблюдалась **во вторую половину лета** и часто продолжалась в сентябре. Например, в 1938 г. жара в центральных областях ЕТР началась 2 июля, и закончилась только в середине сентября. По продолжительности она почти на 15 дней превышала жару 2010 г. Очаги аномальной жары и отсутствия осадков локализовались в областях диаметром порядка тысячи километров. Именно в них возникают условия, при которых происходит самовозгорание торфяников из-за биохимических превращений. Болотные пожары являются хорошим естественным индикатором аномально жаркого лета.

Отметим еще связанный с Луной 6-летний цикл изменений валового сбора зерна в СССР и биения географических полюсов Земли. Этот цикл возникает из того, что узлы лунной орбиты непрерывно перемещаются по эклиптике к западу, совершая полный оборот за 18,61 лет. Перигей же лунной орбиты движется к востоку, оборачиваясь за 8,85 лет. В результате такого встречного движения соединения узла с перигеем происходят ровно через 6 лет:

$$6 \text{ лет: } \frac{1}{18,61} + \frac{1}{8,85} = \frac{1}{6,0}.$$

Земля в своем месячном движении вокруг барицентра зеркально отражает все движения Луны. Поэтому она, и геофизические и гидрометеорологические процессы, протекающие на ней, имеет такие же 6-летние вариации.

Совместно с лунными циклами проявляют себя и циклы больших планет, прежде всего Юпитера и Сатурна, периоды обращений которых (11,86 и 29,46 лет) имеют общее наименьшее кратное, равное 60, и находятся почти в точном резонансе 5:2. Циклы 60 и 30 лет лежат в основе древних календарей. Они проявляются и в гидрометеорологических

процессах. Вспомним описанные в художественной и научной литературе жестокие засухи на ЕТР в 1891, 1921, 1951 и 1981 гг. В эти годы летом были не только засухи, но и высокие температуры. Среднемесячные аномалии температуры воздуха на ЕТР в июле 2011 г. тоже достигли редких по повторяемости значений. Например, аномалия температуры в Москве составила $+5,2^\circ$. За всю 130-летнюю историю наблюдений это третье по величине значение после 2010 ($+7,8^\circ$) и 1938 гг. ($+5,3^\circ$). В 2011 г. на ЕТР засушливых условий не было, но по аномалии температуры он подтвердил существование 60 и 30-летних циклов.

Ясно, что жара 2010 г. на ЕТР – это результат биения не только температурных колебаний, но и колебаний всех других гидрометеорологических характеристик – давления, ветра, влажности и т. д. Такие условия соответствуют малоподвижным блокирующим антициклонам, которые еженедельно регенерируют почти в одном и том же районе в течение длительного времени. Какие силы заставляют его регенерировать? Есть веские основания полагать, что это аномальные гравитационные силы, возникающие в процессе медленного изменения взаимного положения Луны, Земли, Солнца, вращения их больших осей (апсид), движения узлов их орбит, изменения их орбитальных параметров [8]. Изменения взаимных конфигураций в системе Земля–Луна–Солнце порождают медленно движущиеся в околоземном пространстве гравитационные возмущения. Последние индуцируют в атмосфере барические волны (антициклоны и депрессии), смещающиеся по земной поверхности вместе с гравитационными возмущениями. Рис. 8 и 9 иллюстрируют это предположение. На рис. 8 видно, что в июле 2010 г. ось блокирующего гребня располагалась на меридиане 40°E (аномалии геопотенциала превышают 15 дкм), а в апреле 2011 г. – на меридиане 5°E (аномалии геопотенциала превышают 12 дкм).

Выводы

Лунные циклы (355, 206 сут, 19 лет, 8 лет и др.) оказывают существенное влияние на изменчивость аномалий температуры воздуха.

Влияние лунно-солнечных приливов на облачность и через нее на радиационные условия в атмосфере и океане является основным механизмом формирования изменчивости аномалий температуры воздуха.

Из-за взаимодействия солнечно обусловленных годовых колебаний гидрометеорологических элементов с многочисленными лунными циклами возникают **биения**. Холодная зима и аномально жаркое лето в 2010 г. на Европейской территории России явились ярким примером таких биений гидрометеорологических элементов.

Сложение колебаний температуры с периодами солнечного (365 суток) и лунного (355 суток) года порождает 35-летний цикл биений, в результате которого климат постепенно

изменяется от «континентального» (при совпадении фаз) до «морского» (при расхождении фаз на 180°)

Список использованных источников

1. Авсюк Ю.Н., Суворова И.И. Изменение широт и вынужденные перемещения твердого ядра Земли. –Сборник научно-популярных статей – победителей конкурса РФФИ 2007 года. Выпуск 11. – М.: Изд. «Октопус», 2008. – С. 221–229.
2. Дуванин А.И. Приливный год и системы времени // Океанология. –1999. –Том 39. – № 6. – С. 843–848.
3. Мещерская А.В., Блажевич В.Г. Многолетние ряды средних областных комплексных метеорологических параметров для основной сельскохозяйственной зоны СССР. 1891–1980 гг. – Ленинград: Изд. ГГО, 1985.
4. Мещерская А.В., Блажевич В.Г. Каталоги температурно–влажностных характеристик с учетом площади распространения по экономическим районам основной зернопроизводящей зоны СССР. 1891–1983 годы. – Ленинград: Изд. ГГО, 1990
5. Сидоренков Н.С. О неправильной оценке роли приливных явлений в геофизике // Геофизические исследования. – 2010. –Том 11. Спецвыпуск. – С. 119–128.
6. Сидоренков Н.С., Сумерова К.А. Синхронизация вариаций атмосферной циркуляции колебаниями лунно-солнечных приливов и подбор аналогов для долгосрочных прогнозов погоды // Труды Гидрометцентра России. – 2010. – Вып. 344. – С. 238–251.
7. Brückner E. Klimaschwankungen seit 1700 // Geographische Abhandlungen. – 1890. – Vol. 14. – P. 325.
8. Sidorenkov N.S. The interaction between Earth's rotation and geophysical processes. – Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, 2009. – 305 p.

Поступила в редакцию 22.06.2011 г.

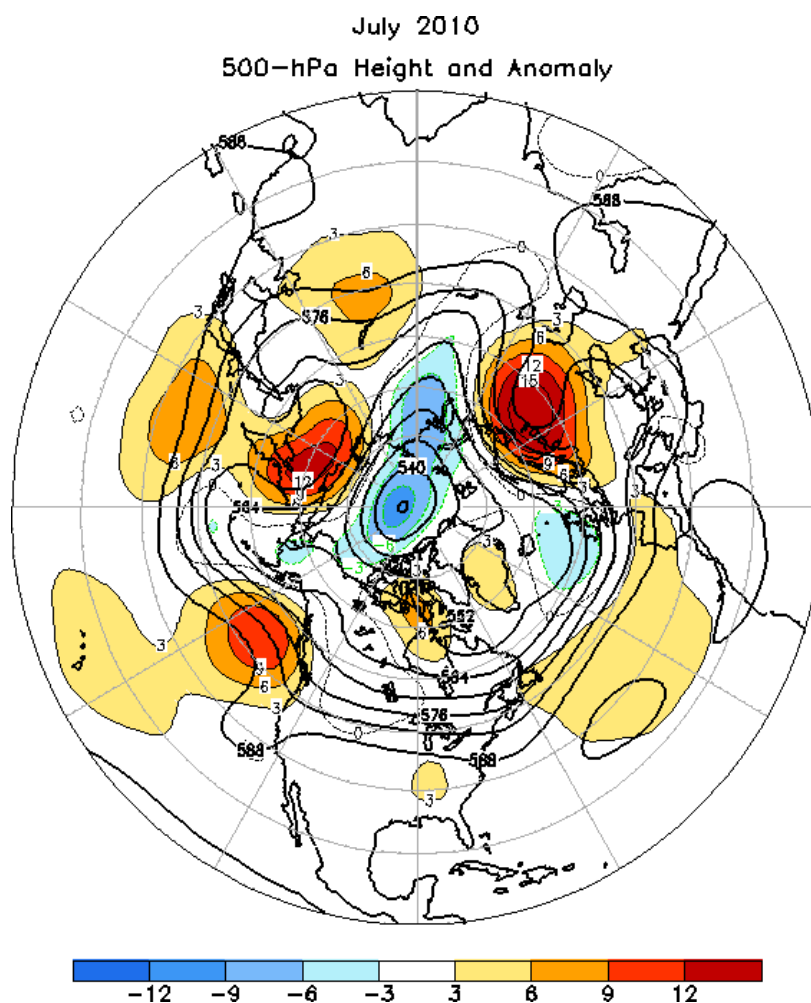


Рис 8. Карта среднемесячных высот и аномалий абсолютного геопотенциала поверхности 500 гПа Северного полушария в июле 2010 г. Изолинии геопотенциала проведены жирными линиями через 6 дкм, а аномалий – тонкими линиями (сплошными для положительных значений и пунктирными для отрицательных) через 3 дкм.

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/CDB/>

April 2011
500-hPa Height and Anomaly

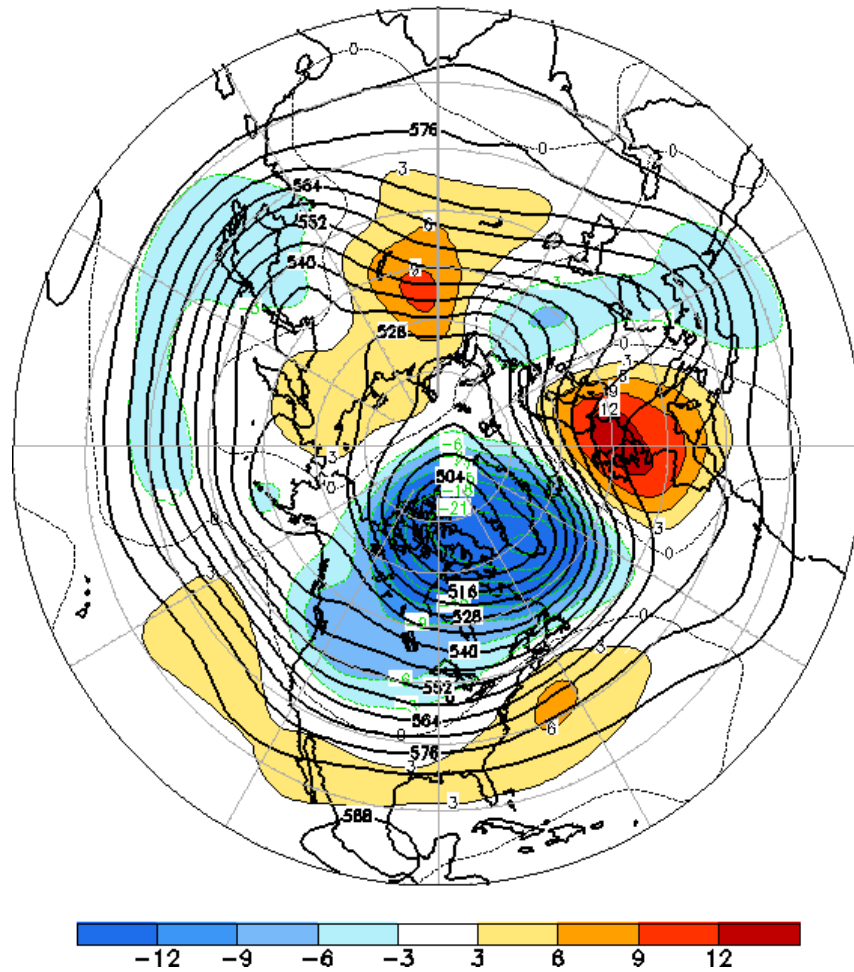


Рис 9. Карта среднемесячных высот и аномалий абсолютного геопотенциала поверхности 500 гПа Северного полушария в апреле 2011 г. Изолинии геопотенциала проведены жирными линиями через 6 дкм, а аномалий – тонкими линиями (сплошными для положительных значений и пунктирными для отрицательных) через 3 дкм.

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/CDB/>