

Статья опубликована: В сборнике научных трудов «Физические проблемы экологии (экологическая физика)». Под ред. В.И. Трухина, Ю.А. Пирогова, К.В. Показеева. – Москва, МАКС Пресс, 2012. – № 18. – С. 357–363.

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОБЛАЧНОСТИ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ В МОСКВЕ

**Н.С. Сидоренков, Т.С. Жигайло, Е.И. Незваль, А.И. Неушкин,
Б.Г. Шерстюков**

В статье проверяется реальность опубликованного ранее предположения о том, что взаимодействия гравитационных лунно-солнечных приливов с радиационными условиями в атмосфере (из-за изменения количества облачности) создают колебания аномалий температуры воздуха с лунными периодами. Собраны и проанализированы ряды среднесуточного количества общей облачности и продолжительности солнечного сияния за каждый день с 1966 г. по 2010 г. и ряды сумм продолжительности солнечного сияния за каждый месяц с 1955 г. по 2010 г. в Москве. Показано, что многолетние изменения продолжительности солнечного сияния объясняют 35 летние биения температуры воздуха.

Введение

В статье (Сидоренков, Жигайло, 2011) было показано, что в изменениях температуры воздуха имеется не только обычный годовой период, обусловленный колебанием склонения Солнца в течение тропического года (365,24 сут), но и лунный 355 суточный годовой период, обусловленный периодическим изменением приливных сил с этим периодом. В результате сложения этих двух колебаний с близкими частотами амплитуда результирующего колебания периодически изменяется во времени с периодом 35,2 лет, наблюдается явление биения близких частот. Биения проявляются не только у температуры воздуха, но и у других гидрометеорологических характеристик.

Биения температуры воздуха

Биения – это периодическое изменение амплитуды результирующего колебания. Когда фазы суммируемых колебаний с близкими частотами 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.

На рис. 1 воспроизведена модель биений температуры воздуха с параметрами близкими к московским. Амплитуды солнечного годового (365,24 сут) и лунного годового (355 сут) колебаний равны соответственно 15° и 5° , а среднегодовая температура составляет 5° .

В формуле рис.1 время t в сутках отсчитывается от 1 января 1972 года. Этот момент принят за начальный, потому что в 1972 г. однозначно (без повторений) наблюдалось аномально жаркое лето и холодная зима, то есть фазы солнечного и лунного годовых колебаний совпадали. Рис. 1 изображает

результатирующее 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 достигла 25° , а в январе опускалась до -15° . Поэтому лето 1972 г. на европейской территории России (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° .

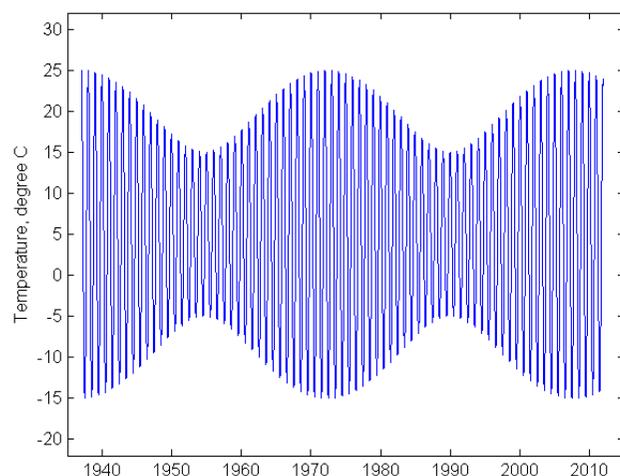


Рис. 1. Модель биений температуры воздуха (T) с двумя гармониками:

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

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 жаркие летние сезоны (склонность к «континентальному» климату), а в пятидесятые и девяностые годы XX века серьезные морозы и жаркие летние сезоны происходили реже обычного (склонность к «морскому» климату).

В работе (Сидоренков, Жигайло, 2011) проанализированы столетние ряды наблюдений температуры воздуха на метеостанциях ЕТР с суточной дискретностью (по данным ВНИИГМИ МЦД (<http://aisori.meteo.ru/ClimateR>), и показано, что холодные зимы и жаркие летние сезоны наблюдались в годы

близкие к 2010 г., 1972 г., 1936/1938 г. и 1901 г. Теплые зимы и прохладные летние сезоны были в годы близкие к 1990 г., 1954 г. и 1919 г.

Механизм формирования 35 летних колебаний климата

За счет чего же холодное небесное тело, Луна может влиять на температуру воздуха и приводить к изменениям климатических условий от «континентальных» до «морских» при неизменности физико-географических условий местности? Ответ очевиден. Это может происходить из-за изменения количества облачности.

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.

Итак, при отрицательной аномалии облачности в течение года лето должно быть жарким, а зима — холодной. Как отмечалось выше такие аномалии температуры наблюдались в годы близкие к 2010 г., 1972 г., 1936/1938 г. и 1901 г. Значит, в интервалы времени близкие к этой последовательности лет должны наблюдаться отрицательные аномалии количества облачности.

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: летом преобладают отрицательные аномалии, а зимой — положительные. Итак, при положительной аномалии облачности в течение года лето должно быть прохладным, а зима — теплой. Такие условия наблюдались в годы близкие к 1990 г., 1954 г. и 1919 г. Значит, в интервалы времени близкие к этой последовательности лет должны наблюдаться положительные аномалии количества облачности.

Чтобы проверить реальность изложенного выше механизма формирования биений годовых колебаний температуры мы пытались найти длительные ряды наблюдений за облачностью с суточной дискретностью. Однако выяснилось, что с 1935 г. по 1965 г. данные об облачности во ВНИИГМИ МЦД есть только в кодах, из которых невозможно получить средний бал облачности за сутки. С помощью Заведующей метеорологической обсерватории МГУ Е.И. Незваль и Главных научных сотрудников ВНИИГМИ МЦД А.И. Неушкина и Б.Г. Шерстюкова мы получили ряды среднесуточного количества общей облачности в баллах и продолжительности солнечного сияния за каждый день с 1966 г. по 2010 г. по наблюдениям обсерватории МГУ. По наблюдениям метеостанции ВВЦ (индекс 27612) удалось получить ряды сумм продолжительности солнечного сияния за каждый месяц с 1955 г. по 1990 г. Продолжительность солнечного сияния измеряется по записям гелиографа и является объективной характеристикой количества облачности на небе в дневное время.

Количество облачности и продолжительность солнечного сияния имеют ярко выраженный годовой ход. Чтобы отфильтровать его мы вычислили скользящие средние за 365 суток величины балла общей облачности и продолжительности солнечного сияния на метеорологической обсерватории МГУ (рис. 2).

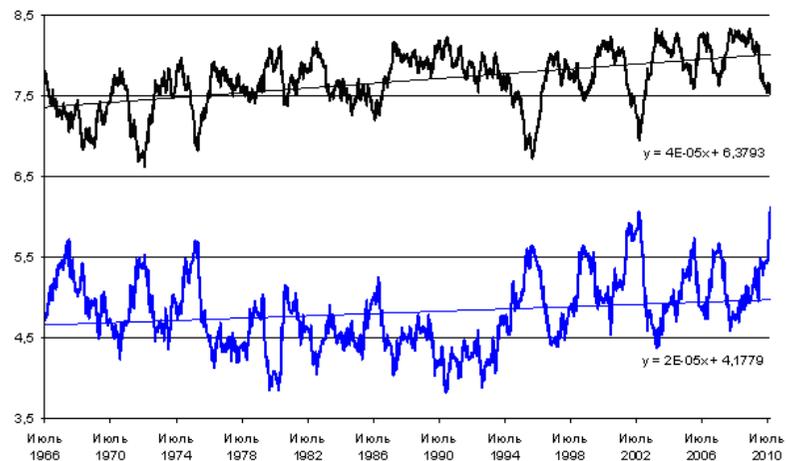


Рис. 2. Скользящие среднегодовые величины суточного количества общей облачности в баллах (вверху) и продолжительности солнечного сияния в часах (внизу).

Средний за 45 лет бал общей облачности составляет 7,7. Он колеблется от 6,6 в 1972 г. до 8,3 в 2009 г. Проявляется положительный линейный тренд. За 45 лет бал облачности увеличился на 0,7.

Средняя за 45 лет продолжительность солнечного сияния составляет 4,8 часа в день. Проявляется положительный линейный тренд. Чем больше бал облачности, тем меньше должна быть продолжительность солнечного сияния. Выявленные в рядах облачности и продолжительности солнечного сияния равнозначные тренды противоречат этой физической закономерности. Это говорит о ненадежности использования балла облачности в качестве количественной характеристики общей облачности. Поэтому обратимся к объективным данным продолжительности солнечного сияния.

На рис. 2 видно, что положительные аномалии солнечного сияния преобладали с 1966 г по 1976 г. и с 1995 г. по 2010 г., отрицательные аномалии наблюдались с 1976 г. по 1994 г. Максимальная продолжительность солнечного сияния (6,1 час) отмечалась в 2010 г. и 2002 г., а минимальная около 3,8 час – в 1990–1993 гг. В годы с жаркими летними сезонами и холодными зимами средняя продолжительность солнечного сияния за день была примерно на 2 часа (42%) больше, чем в годы с прохладными летними сезонами и теплыми зимами.

По наблюдениям станций ВВЦ и МГУ были вычислены месячные суммы продолжительности солнечного сияния с 1955 г. по 2010 г. Они представлены на рис.3. Максимальные месячные суммы летом флуктуируют от года к году в

диапазоне от 234 в июне 1962 г. до 405 в июне 1999 г. В жарком июле 2010 г. продолжительность солнечного сияния была 396 час (по рейтингу это второе значение). Минимальные суммы зимой изменяются от 0 в декабре 1968 до 32 в декабре 1978 г. и январе 2003 г. Имеется слабый положительный линейный тренд, в результате которого за 55 лет месячные суммы солнечного сияния увеличились на 5,8 часа (4%). Отмечается заметное уменьшение амплитуд годовых колебаний в интервале времени с 1976 г. по 1998 г. и существенное увеличение их в предшествующие годы (с 1963 г. по 1975 г.) и последующие годы (с 1999 г. по 2011 г.).

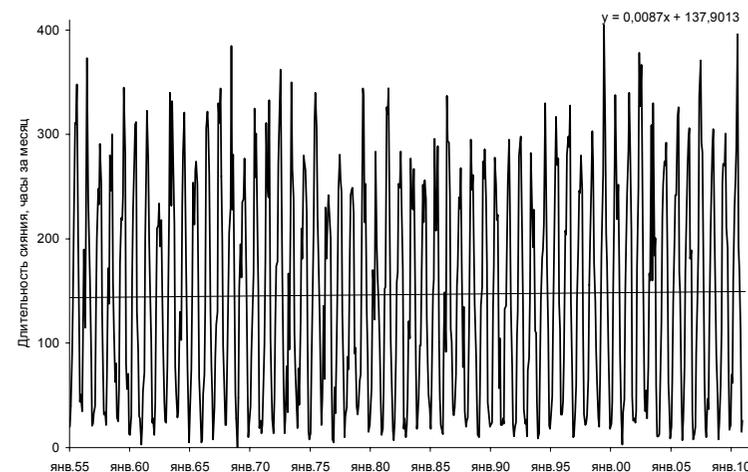


Рис. 3. Ход месячных сумм продолжительности солнечного сияния в Москве с 1955 г. по 2010 г.

По месячным суммам продолжительности солнечного сияния мы вычислили скользящие средние за 12 месяцев суточные продолжительности солнечного сияния в Москве с 1956 г. по 2010 г. (рис. 4).

Средняя за 55 лет продолжительность солнечного сияния по месячным данным также как и по суточным данным (рис. 2) составляет 4,8 часа в день. Проявляется положительный линейный тренд (примерно 0,25 часа за 54 г.). На рис. 4 видно, что положительные аномалии солнечного сияния преобладали с 1963 г по 1975 г. и с 1995 г. по 2010 г., отрицательные аномалии наблюдались с 1956 г. по 1962 г. и с 1976 г. по 1994 г. Такой ход свидетельствует о существовании генерируемого Луной 35 летнего цикла в продолжительности солнечного сияния, а значит и количества облачности. Максимальная продолжительность солнечного сияния (5,9 час.) отмечалась в 2002 г., а минимальная около 3,9 час. – в 1990 г. и 1993 г. В годы с жаркими летними сезонами и холодными зимами средняя продолжительность солнечного сияния за день была примерно на 1,5 часа (31%) больше, чем в годы с прохладными летними сезонами и теплыми зимами.

Итак, многолетний ход продолжительности солнечного сияния коррелирует с изменением годовой амплитуды температуры воздуха, и тем самым

подтверждает предположение о том, что взаимодействие гравитационных лунно-солнечных приливов с радиационными условиями в атмосфере (из-за изменения количества облачности) создают колебания суточных и годовых аномалий температуры воздуха с лунными периодами и с амплитудами, зависящими от физико-географических условий местности.

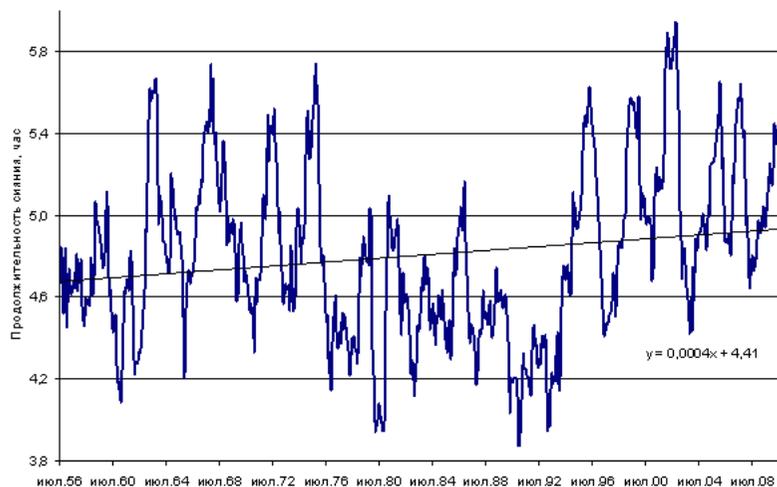


Рис 4. Скользящие средние за 12 месяцев суточные продолжительности солнечного сияния в часах в Москве.

Положительный линейный тренд солнечного сияния тоже хорошо согласуется с заметным ростом температуры воздуха на ЕТР за последние 40 лет. Так что наблюдающееся с 1972 г. потепление, возможно, связано с увеличением продолжительности солнечного сияния.

Таким образом, 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 работе (Сидоренков, Сумерова, 2010).

Бытует мнение, что эффекты гравитационных приливов должны быть однозначными на глобальных пространственных масштабах. Наш многолетний опыт свидетельствует о том, что в моменты экстремумов приливных сил в оболочках Земли действительно почти везде наблюдаются изменения, но знаки этих изменений везде различные. Проявление луно-солнечных приливов в атмосфере имеет локальный характер. Происходит это потому, что приливные волны, которых в современных разложениях приливного потенциала выделяют уже до 28000 составляющих, двигаясь в атмосфере, отражаются от орографических препятствий, барических и термических неоднородностей интерферируют между собой, создавая пеструю интерференционную картину. Работы по ее изучению не проводились. Судя по результатам изучения океанских приливов, в атмосфере могут существовать узловые амфидромические точки,

(точки, в которых высота прилива в любой момент времени равна нулю), где приливные колебания отсутствуют, и пучности, где приливы усиливаются в десятки раз. Скорость движения приливных волн может, как увеличиваться, так и замедляться в зависимости от траекторий движения и состояния атмосферы и океана. Поэтому оптимальные аналоги, как правило, осуществляются с некоторыми непредсказуемыми сдвигами во времени.

Выводы

Влияние лунно-солнечных приливов на облачность и через нее на радиационные условия в атмосфере и океане является основным механизмом формирования колебаний температуры воздуха с лунными периодами.

Сложение колебаний гидрометеорологических характеристик с периодами солнечного (365 суток) и лунного (355 суток) года порождает основной 35-летний цикл биений, в результате которого климат постепенно изменяется от «континентального» (при совпадении фаз) до «морского» (при расхождении фаз на 180°).

Литература

- Н.С. Сидоренков, Т.С. Жигайло. *Астрономические причины anomalно жарких летних сезонов. В сборнике научных трудов «Физические проблемы экологии (экологическая физика)».* Под ред. В.И. Трухина, Ю.А. Пирогова, К.В. Показеева. – Москва, МАКС Пресс, 2011, № 17, С. 392–407.
- Н.С. Сидоренков, К.А. Сумерова, *Синхронизация вариаций атмосферной циркуляции колебаниями лунно-солнечных приливов и подбор аналогов для долгосрочных прогнозов погоды.* Труды Гидрометцентра России. – 2010. - Вып. 344. – С. 238-251