

БРИКНЕРОВ ЦИКЛ В ИЗМЕНЕНИИ ОБЛАЧНОСТИ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ В МОСКВЕ И КАЗАНИ

*Н.С. Сидоренков¹, Ю.П. Переведенцев², Е.В. Горбаренко³, А.И. Неушкин⁴,
К.А. Сумерова¹, М.М. Шарипова², Б.Г. Шерстюков⁴*

¹ *Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации
sidorenkov@metcom.ru, sumksusha@yandex.ru*

² *Казанский федеральный университет
Yuri.Perevedentsev@ksu.ru,*

³ *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

⁴ *Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической
информации — Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД)
nai@meteo.ru, boris@meteo.ru*

Введение

В статье [1] было показано, что из-за взаимодействия солнечно обусловленных годовых колебаний гидрометеорологических элементов с лунными циклами возникают биения. Частота биений равна разности частот суммируемых колебаний. При сложении солнечного 365-суточного колебания с лунным 355-суточным колебанием период биений равен 35,2 лет ($1/355,16 - 1/365,24 = 1/12869$ сут. = $1/35,2$ лет). Этот цикл известен в климатологии как Брикнеров цикл, выражающийся в переходе от холодных и влажных лет к тёплым и сухим на протяжении в среднем 35-летнего периода [2]. В отдельных случаях продолжительность Брикнерова цикла может колебаться от 25 до 50 лет. Ещё в 17 веке этот цикл был подмечен в температурных условиях Нидерландов.

Из-за 35-летних биений амплитуды годовых колебаний температуры воздуха на Европейской территории России (ЕТР) в тридцатые, семидесятые годы 20 века и в первое десятилетие 21 века часто отмечались холодные зимы и жаркие летние сезоны (склонность к континентальному климату), а в пятидесятые и девяностые годы 20 века серьезные морозы и жаркие летние сезоны происходили реже обычного (склонность к морскому климату).

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, 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 и, как следствие, наблюдаются отрицательные аномалии температуры.

Итак, при отрицательной аномалии облачности в течение года лето должно быть жарким, а зима – холодной. Такие условия на ЕТР наблюдались в семидесятые годы 20 века и в первое десятилетие 21 века. Значит, в эти периоды времени должны наблюдаться отрицательные аномалии количества облачности и положительные аномалии продолжительности солнечного сияния.

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 пятидесятые и девяностые годы XX века. Значит, в эти периоды времени должны наблюдаться положительные аномалии количества облачности и отрицательные аномалии продолжительности солнечного сияния.

Цель настоящей работы проверить эти предположения.

Данные наблюдений за облачностью

Чтобы проверить реальность изложенных выше предположений, мы попытались разыскать длительные ряды наблюдений за облачностью и продолжительностью солнечного сияния. С помощью сотрудников ВНИИГМИ-МЦД А.И. Неушкина и Б.Г. Шерстюкова и сотрудников метеорологической обсерватории МГУ А.А. Исаева и Е.В. Горбаренко мы получили ряды срочных наблюдений количества общей облачности в баллах по метеостанциям: С.И. Небольсина, Тимирязевской сельскохозяйственной академии (ТСХА), Всероссийского выставочного центра (ВВЦ), Московского государственного университета. Эти ряды имели пропуски в разное время. Но их удалось заполнить данными упомянутых метеостанций, которые наблюдали в эти интервалы времени. В результате удалось построить непрерывный ряд срочных наблюдений количества общей облачности в баллах в Москве с 1936 по 2010 год. С 1936 по 1965 год наблюдения проводились четыре раза в сутки через каждые 6 часов. С 1966 по 2010 год наблюдения велись через каждые 3 часа 8 раз в сутки. Мы усреднили срочные величины и получили непрерывный ряд среднесуточных значений количества общей облачности за каждый день с 1936 по 2010 год.

Количество облачности имеет годовой ход, обусловленный изменением притока солнечной радиации из-за обращения Земли вокруг Солнца. Чтобы отфильтровать его, мы вычислили скользящие среднегодовые величины балла общей облачности (рис. 1).

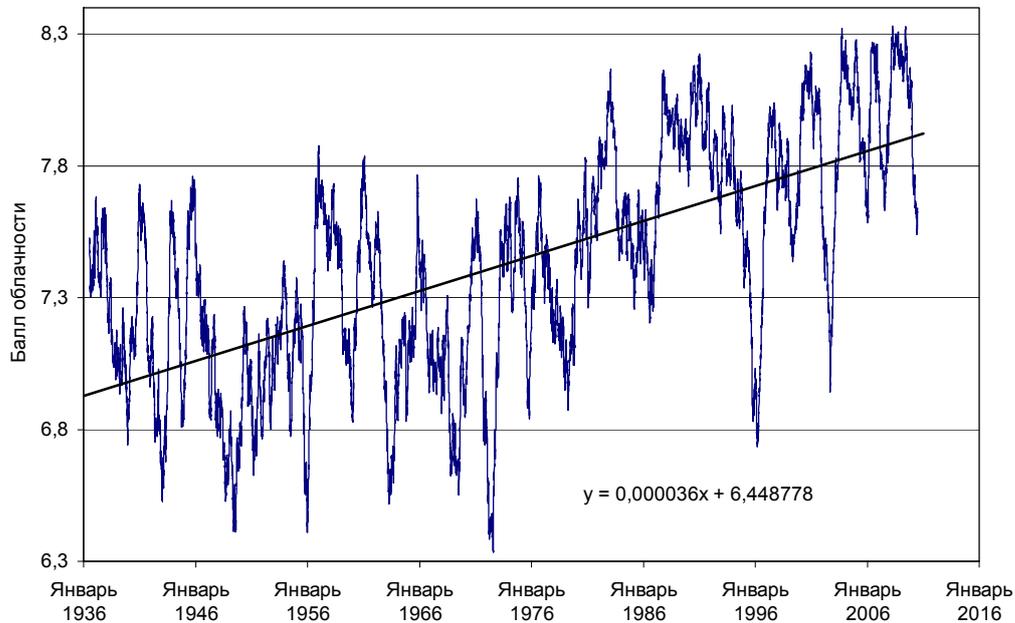


Рис. 1. Скользящие среднегодовые величины суточного количества общей облачности в баллах в Москве.

Средний за 75 лет балл общей облачности составил 7,4. Он колебался от 6,3 в 1972 году до 8,3 в 2009 году. Имеется положительный линейный тренд: $y=0,000036 \cdot t+6,45$, где t – время в сутках. За 74 года балл облачности увеличился примерно на 1,0. На рис. 1 видны флуктуации большой амплитуды с характерным временем около 4 лет. Для их исключения мы вычислили дополнительно скользящие средние за пять лет величины балла облачности (рис. 2). На рис. 2 видно, что до 1963 г. и с 1980 по 1993 год наблюдались положительные аномалии, а в периоды с 1963 по 1979 год и с 1994 по 2011 год – отрицательные аномалии количества общей облачности. То есть этот график подтверждает предположение о существовании Брикнерова цикла в изменениях количества общей облачности.

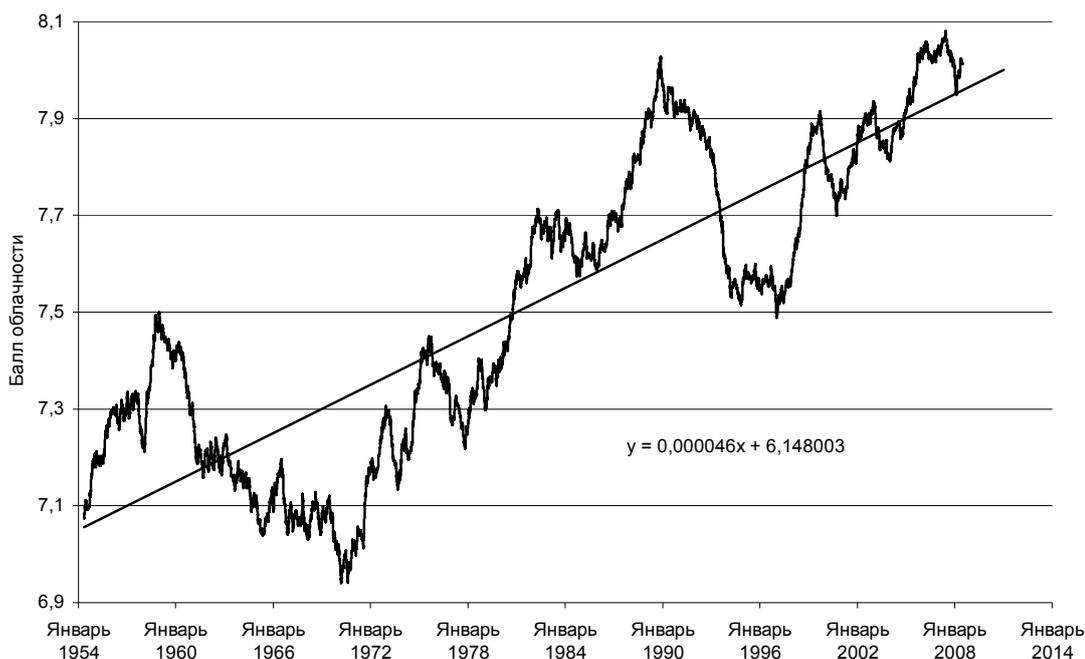


Рис. 2. Скользящие пятилетние средние величины суточного количества общей облачности в баллах в Москве.

Наблюдения за продолжительностью солнечного сияния

Балл облачности определяется наблюдателем визуально и носит субъективный характер. Более объективную характеристику количества облачности на небе в дневное время дает продолжительность солнечного сияния, так как она измеряется по записям специальных приборов – гелиографов Кэмпбелла-Стокса.

Комбинируя обрывочные ряды наблюдений метеостанций ТСХА, ВВЦ и МГУ, удалось построить непрерывный ряд продолжительности солнечного сияния (ПСС) за каждый день в Москве с 1966 по 2011 год. По наблюдениям метеостанции ТСХА удалось получить ряды сумм ПСС за каждый месяц с 1936 по 1950 год. Используя наблюдения метеостанций ВВЦ и МГУ, удалось получить ряды сумм ПСС в Москве за каждый месяц с 1955 по 2011 год. Они представлены на рис. 3.

Максимальные месячные суммы летом флуктуируют от года к году в диапазоне от 234 ч в июне 1962 г. до 405 ч в июне 1999 года. В жарком июле 2010 г. продолжительность солнечного сияния была 396 ч (по рейтингу это второе значение). Минимальные суммы зимой изменяются от 0 в декабре 1968 г. до 32 ч 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 ч (4 %). Отмечается заметное уменьшение амплитуд

годовых колебаний ПСС с 1976 по 1998 год и существенное увеличение их в предшествующие (с 1963 по 1975) и последующие (с 1999 по 2011) годы.

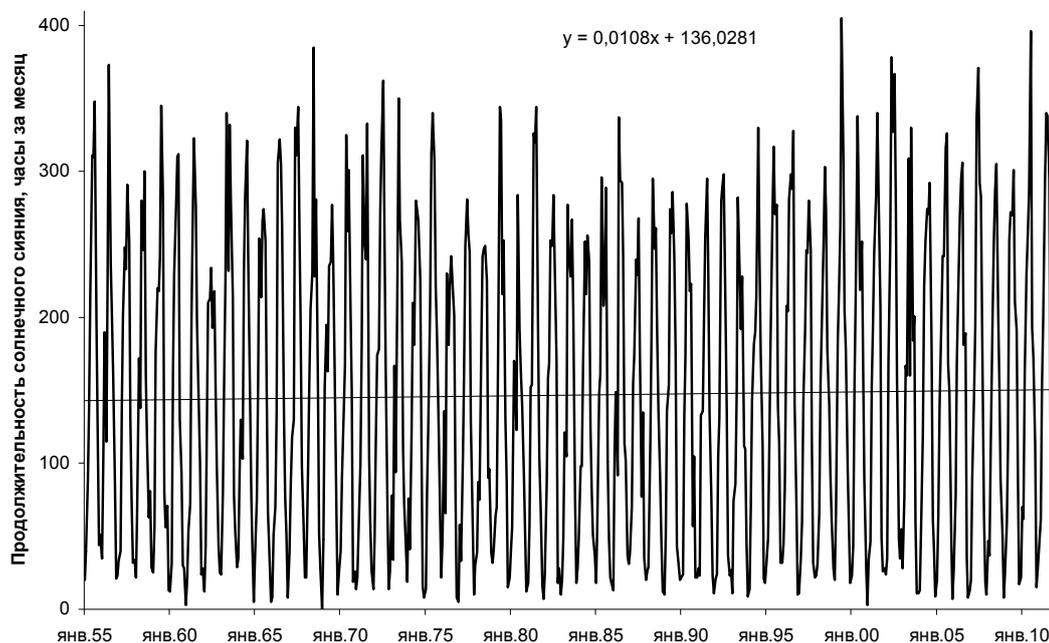


Рис. 3. Ход месячных сумм продолжительности солнечного сияния в Москве с 1955 по 2011 год.

Ю.П. Переведенцев и К.А. Шарипова подготовили ряд ПСС в Казани (метеостанция с координатами: 55°47' с.ш. 49°08' в.д., расположенная на высоте 96,47 м над уровнем моря) с 1966 по 2010 год с суточным разрешением.

Продолжительность солнечного сияния имеют ярко выраженный годовой ход. Чтобы отфильтровать его, мы вычислили скользящие среднегодовые величины ПСС в Москве и Казани (рис. 4).

На рис. 4 видны флуктуации большой амплитуды с характерным временем около 4 лет. Средняя за 55 лет ПСС в день составила в Москве 4,8 ч, а в Казани – 5,1 ч.

В Москве положительные аномалии ПСС преобладали с 1963 по 1976 год и с 1995 по 2011 год, отрицательные аномалии наблюдались с 1977 по 1994 год. Максимальная среднегодовая продолжительность солнечного сияния (6,1 ч) отмечалась в 2002 г., а минимальная (около 3,8 ч) – в 1990–1993 гг. В годы с жаркими летними сезонами и холодными зимами средняя продолжительность солнечного сияния за день была примерно на 2 ч (42 %) больше, чем в годы с прохладными летними сезонами и теплыми зимами.

В Казани положительные и отрицательные аномалии ПСС наблюдались почти в те же промежутки времени, что и в Москве, но величина отклонений заметно больше московской.

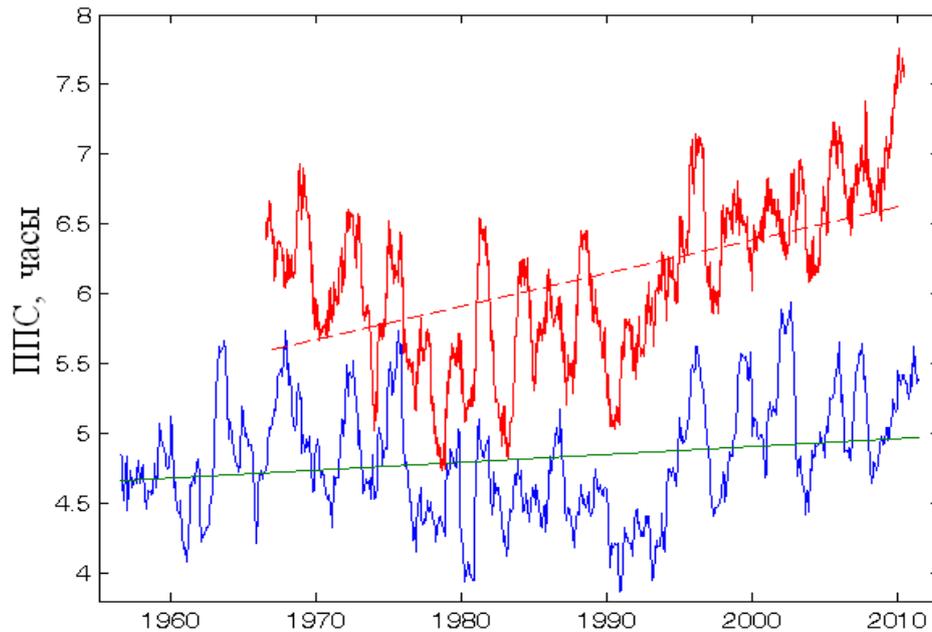


Рис. 4. Скользящие среднегодовые величины продолжительности солнечного сияния за день в Москве (нижняя кривая) и в Казани (верхняя кривая). Во избежание наложений в ходе кривых все величины ПСС в Казани увеличены на 1 ч.

В обоих рядах проявляется положительный линейный тренд. В Москве он описывается уравнением $y=0,00047 \cdot t+4,34$, где t – время в месяцах; в Казани $y=0,000065 \cdot t+3,0$, где t – время в сутках. В Москве за 55 лет ПСС увеличилась на 0,25 ч, а в Казани за 44 года – возросла на 1 ч.

Чем больше балл облачности, тем меньше должна быть ПСС. Выявленные в рядах облачности и ПСС равнозначные тренды противоречат этой физической закономерности. Это говорит о ненадежности определения балла облачности во время наблюдений на метеостанциях.

Для исключения больших флуктуаций ПСС с характерным временем около четырех лет мы вычислили дополнительно скользящие средние за пять лет ПСС (рис. 5).

В Москве средняя за 55 лет ПСС по месячным данным, так же как и по суточным данным, составляет 4,8 ч в день. Проявляется положительный линейный тренд (примерно 0,25 ч за 54 года). На рис. 5 видно, что положительные аномалии ПСС преобладали с 1963 по 1977 год и с 1996 по 2010 год, отрицательные аномалии наблюдались до 1962 г. и с 1978 по 1995 год. Максимальная ПСС (5,3 ч) отмечалась в 2001 г., а минимальная (около 4,3 ч) – в 1991–1992 гг. В годы с жаркими летними сезонами и холодными зимами средняя пятилетняя

ПСС за день была примерно на 1 ч (21 %) больше, чем в годы с прохладными летними сезонами и теплыми зимами.

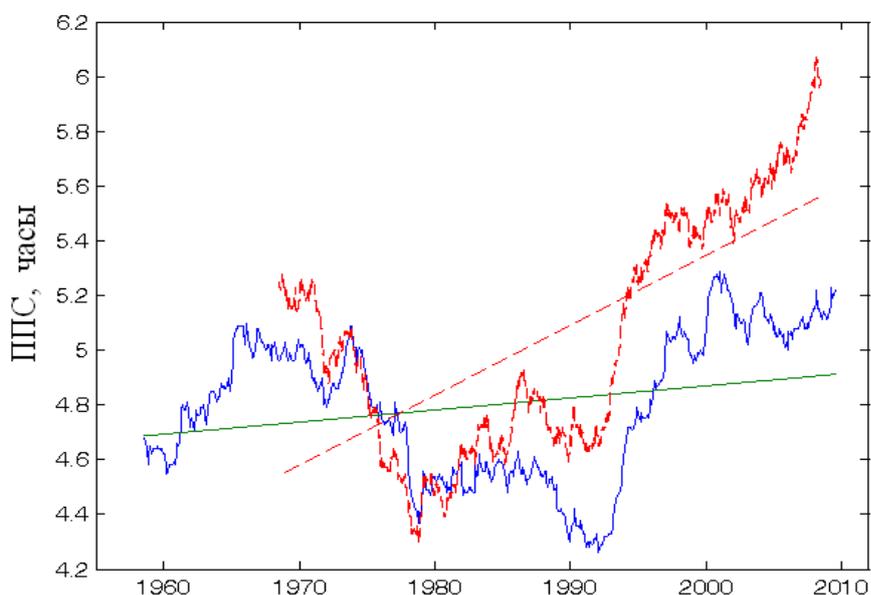


Рис. 5. Скользящие средние за 5 лет ПСС за день в часах в Москве (сплошная) и Казани (пунктир).

В Казани ход кривой скользящих средних за пять лет ПСС имеет ту же 35-летнюю волну, что и в Москве. Положительные аномалии ПСС отмечались до 1975 года и с 1995 по 2010 год, а отрицательные – с 1976 по 1994 год. Максимальная ПСС (6,1 ч) отмечалась в 2008 г., а минимальная (около 4,3 ч) – в 1978 г. Размах колебаний ПСС составил 1,8 ч (35 % от нормы, норма – 5,1 ч). Большой линейный тренд ПСС в некоторой степени возник из-за небольшой продолжительности ряда наблюдений.

Описанный ход скользящих средних за пять лет ПСС в Москве и Казани свидетельствует о существовании генерируемого Луной 35-летнего цикла изменений ПСС, а значит, и количества облачности.

Итак, многолетний ход продолжительности солнечного сияния коррелирует с изменением годовой амплитуды температуры воздуха и тем самым подтверждает предположение о том, что взаимодействия 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.

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 в некотором цикле с большим характерным временем.

Выводы

В изменениях облачности и продолжительности солнечного сияния выявлены Брикнеров цикл с характерным временем около 35 лет и квази-четырёхлетние флуктуации большой амплитуды.

Подтвержден вывод работы [1] о том, что 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°).

Список использованных источников

1. Сидоренков Н.С., Суменова К.А. Причины аномально жаркого лета 2010 года на Европейской территории России // Труды Гидрометцентра России. – 2011. – Вып. 346. – С. 191–205.
2. Brückner E. Klimaschwankungen seit 1700 // Geographische Abhandlungen. – 1890. – Vol. 14. – P. 325.

Поступила в редакцию 30.03.2012 г.