

УДК 551.583: 551.590

О ЯРКОМ ПРОЯВЛЕНИИ ПЕРИГЕЙНО-СИЗИГИЙНЫХ ПРИЛИВОВ В АТМОСФЕРЕ

© 2020 г. Н.С. Сидоренков*, В.Н. Петров

Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации (Гидрометцентр России),
г. Москва, Россия

*e-mail: sidorenkov@mecom.ru

Аннотация. Статья посвящена перигейно-сизигийным приливам в атмосфере. В 2016/2017 гг. сглаженные аномалии температуры воздуха на Европейской территории России (ЕТР) повторяли ход перигейного расстояния (т.е. расстояния между Луной и Землей в моменты перигея Луны), которое изменяется по синусоиде со средним периодом 206 сут. Описана природа 206-суточного лунного цикла. Исследованы сизигийные приливы в атмосфере, которые проявляются в колебаниях атмосферного давления подобно сизигийным колебаниям уровня моря. Нами установлена основная закономерность перигейно-сизигийных приливов: биения аномалий атмосферного давления для новолуний и полнолуний. Аномалии давления в полнолуния и новолуния можно аппроксимировать синусоидами с периодами огибающих биения около 412 сут. и противоположными фазами. Размах колебаний в пучностях достигает 40 мб, что по порядку величины вполне сопоставимо с реальными синоптическими колебаниями атмосферного давления. Описаны нарушения сезонного хода погоды, обусловленные 206-суточной лунной цикличностью.

Ключевые слова: лунно-солнечные приливы, лунные циклы, нарушение сезонного хода погоды, прогноз погоды, изменения климата.

DOI: <https://doi.org/10.21455/GPB2020.1-???>

Цитирование: Сидоренков Н.С., Петров В.Н. О ярком проявлении перигейно-сизигийных приливов в атмосфере // Геофизические процессы и биосфера. 2020. Т. 19, № 1. С. ???-???. <https://doi.org/10.21455/GPB2020.1-???>

ВВЕДЕНИЕ

Считается, что в атмосфере проявляются только термические приливы, обусловленные, во-первых, ее конвективным нагреванием от земной поверхности, которая непосредственно поглощает солнечную радиацию, и, во-вторых, последствиями поглощения солнечной радиации водяным паром в тропосфере и озоновым слоем в стратосфере и мезосфере. Естественно, что термические приливы имеют солнечную суточную частоту и ее субгармоники (12, 8 ч и т.д.), Гравитационные приливы, вызываемые притяжением Луны и Солнца, принято считать ничтожно малыми, не оказывающими никакого влияния на синоптические процессы в атмосфере [Чепмен, Лундзен, 1972; Volland, 1988]. Однако в процессе мониторинга лунно-солнечных приливных колебаний скорости вращения Земли было выяснено, что процессы в атмосфере имеют тенденцию изменяться синхронно с экстремумами приливных колебаний скорости вращения Земли. Оказалось, что спектр момент импульса глобальной атмосферы имеет лунные составляющие с периодами лунного года (355 сут.), половины (13.6 сут.) и четверти (7 сут.) лунного месяца. При проведении спектрального анализа многолетнего ряда аномалий температуры воздуха в г. Москва были выявлены лунные составляющие с периодами 355, 206, 87 и 27 сут.

Жаркое лето 2010 г. наглядно подтвердило существование и значение 355-суточной лунной составляющей. Цель настоящей статьи: обратить внимание на яркое

проявление 206-суточного лунного цикла в погоде 2016/2017 гг. и связанных с ним перигейно-сизигийных приливов.

206-суточный лунный цикл развития погодных процессов на Европейской территории России (ЕТР) впервые был замечен нами в 2017 г. Весна 2017 г. преподнесла погодный сюрприз. Уже со второй декады февраля днем температура воздуха поднималась до оттепелей, а в третьей декаде февраля среднесуточные значения температуры стали положительными. 1 марта во многих городах ЕТР были перекрыты абсолютные максимумы температуры. Температура достигла значений, характерных для середины апреля. Происходило быстрое таяние снежного покрова. В экстремально ранние сроки вскрылись реки Дон, Ока, Днепр, Западная Двина, Волга. Во второй декаде апреля рост температуры прекратился, отрицательные аномалии температуры сохранялись до последних чисел апреля. После четырехдневной волны летнего тепла с 4 мая температура снова опустилась до апрельских значений. В третьей декаде мая температура стала возвращаться к обычным для этого месяца значениям. Но в первых числах июня на ЕТР снова вторглась волна холодного арктического воздуха, приблизив значения температуры к экстремально низким значениям. Во многих областях ЕТР в июне (т.е. в экстремально поздние сроки) еще отмечались заморозки.

В средствах массовой информации широко обсуждалось аномальное течение погоды весной и летом 2017 г. По этому поводу высказывались различные точки зрения,

в том числе что это последствия испытания климатического оружия. Но большинство сходилось во мнении, что это обычная, свойственная погодным процессам случайная флуктуация температуры. Однако в природе нередко процессы, считающиеся в силу их малой изученности случайными, оказывались вполне объяснимыми и закономерными. Поэтому рассмотрим более внимательно эволюцию аномалий температуры на ЕТР.

ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ ИХ АНАЛИЗ

В Гидрометцентре России ведется база MIDL, в которой в оперативном режиме по технологии А.Н. Багрова [Багров, Локтионова, 1994] вычисляются аномалии среднесуточной температуры по примерно 2700 станциям Северного полушария. Среднесуточные нормы температуры каждой станции рассчитаны по среднемесячным нормам по методу кусочно-параболической аппроксимации [Гордин, 1994]. Мы использовали данные базы MIDL по нескольким станциям ЕТР.

На рис. 1 представлен ход аномалий среднесуточной температуры в г. Москва за 2016/2017 гг. Видны их большие межсуточные флуктуации. В работах [Sidorenkov, 2009, 2016; Сидоренков, 2015] показано, что внутримесячные (полумесячные и квазинедельные) изменения температуры могут быть связаны с лунно-солнечными приливами. Поэтому ежедневные аномалии температуры сглаживались путем вычисления их скользящих средних за 27 сут. значений (кривая 2 на рис. 1). Видно, что сглаженная кривая выписывает отчетливую волну с минимумами в ноябре 2016 г. и мае-июне 2017 г. и максимумами в марте и сентябре 2017 г. Размах колебания аномалий температуры достигает

10°, а период (интервал времени между одноименными экстремумами) около 204 сут. Этот период практически совпадает с 206-суточным периодом, полученным нами ранее при вычислении периодограммы 43-летнего ряда аномалий температуры г. Москва [Sidorenkov, 2009, 2016; Сидоренков, 2015].

Опыт показывает, что радиус корреляции аномалий температуры на ЕТР составляет свыше 1000 км. Поэтому график хода аномалий температуры в Москве удовлетворительно характеризует сглаженные изменения аномалий температуры на всей ЕТР. Однако оппоненты скептически относятся к этому положению. Поэтому мы построили графики, аналогичные рис. 1, дополнительно для станций «Краснодар», «Ростов-на-Дону», «Казань» и «Самара». Они оказались различными только по величине и срокам суточных флуктуаций, но очень схожими друг с другом по ходу скользящих средних за 27 сут. аномалий температуры. На (рис. 2) такие зависимости приведены для станций в городах Москва, Краснодар и Самара. Видно, что аномалии температуры на всех станциях следуют за изменениями перигейного расстояния Луны. Лишь в сентябре-октябре 2017 г. наметилась тенденция более быстрого похолодания. Хотя во время максимума перигейного расстояния 13.09.2017 г., как и ранее (03.03.2017 г. и 27.07.2016 г.), были побиты рекорды максимальной температуры во многих городах ЕТР.

ПРИРОДА 206-СУТОЧНОГО ЛУННОГО ЦИКЛА

Новолуния и полнолуния имеют единое название – сизигия. Во время сизигии Солнце Земля и Луна находятся на одной прямой линии, их приливные силы

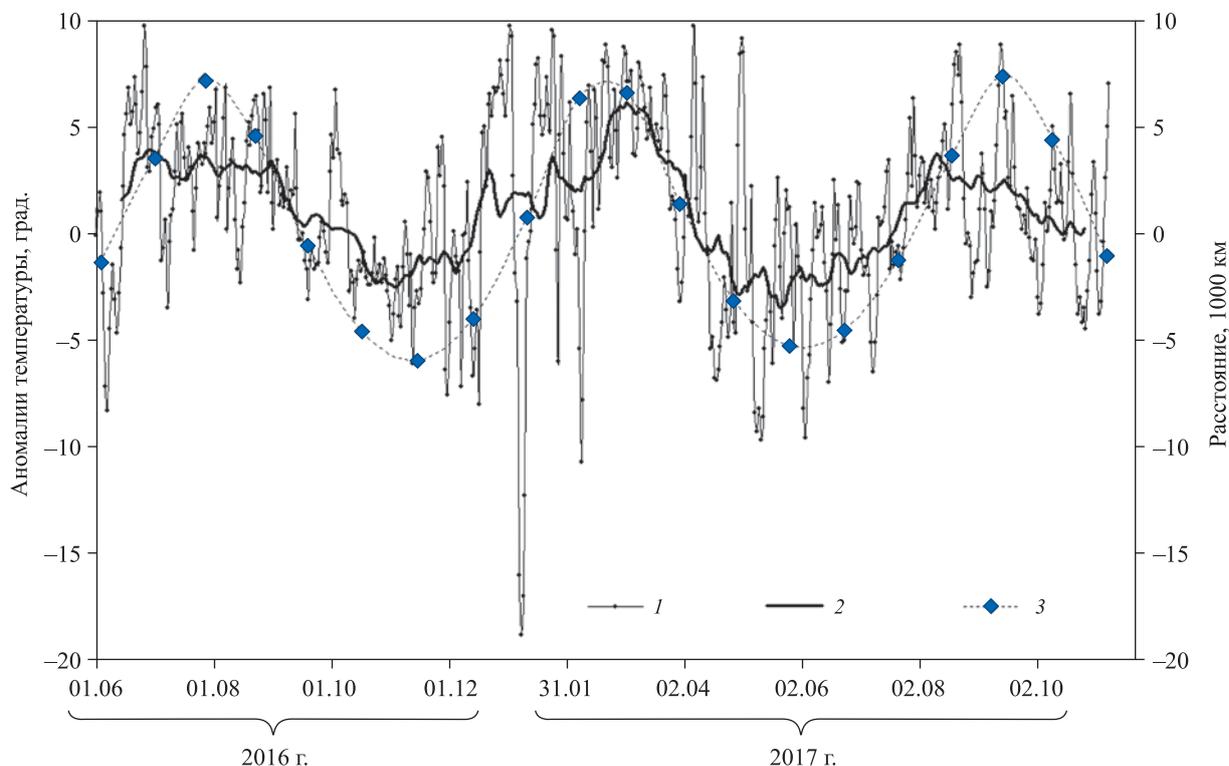


Рис. 1. Отклонение перигейного расстояния Луны от 362 464 км (3) и ход аномалий среднесуточной температуры воздуха в г. Москва в 2016/2017 гг. (1 – среднесуточные значения; 2 – скользящие средние за 27 сут. значения)

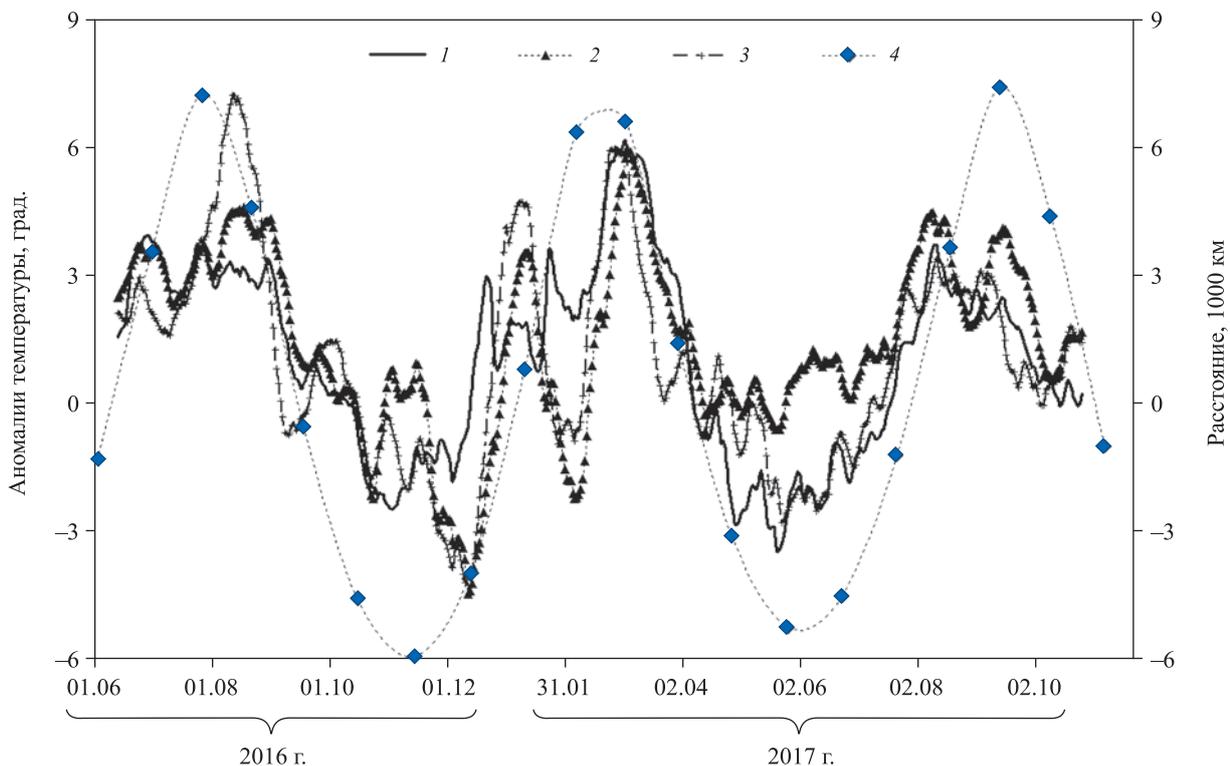


Рис. 2. Ход скользящих средних за 27 сут. значений аномалий температуры в городах Москва (1), Краснодар (2), Самара (3) и изменение перигейного расстояния Луны (4) за то же время

складываются и поэтому сизигийный прилив имеет максимальную величину. В моменты квадратур (наступления первой или третьей четверти), когда направление на Луну составляет прямой угол с направлением на Солнце, приливы имеют минимальное значение. Если бы орбита Луны была строго окружностью, то сизигийные и квадратурные приливы не изменялись бы во времени. Однако орбита Луны эллиптическая. По удаленности к Земле она имеет ближайшую точку – перигей – и самую удаленную точку – апогей. Линия, проходящая через перигей и апогей, называется линией апсид. Естественно, приливная сила Луны на Земле в перигее максимальна, а через полмесяца в апогее – минимальна.

Перигейный конец линии апсид лунной орбиты непрерывно перемещается по небесной сфере с запада на восток, возвращаясь примерно в одно и то же положение относительно звезд каждые 8.85 лет. Солнце совершает оборот по созвездиям Зодиака в том же направлении за 1 год. Поэтому, если перигейный конец линии апсид стартует в момент, когда он повернут к Солнцу, то потребуется еще 411.8 дней, или 1.127 года, чтобы он снова вернулся в исходную конфигурацию (Солнце «догонит» перигей). Это верно, потому что частоты двух рассматриваемых обращений вычитаются:

$$\frac{1}{1} - \frac{1}{8.85} = \frac{1}{1.127}.$$

Цикл 411.8 сут. называется главным лунным циклом. Широко известный в астрономии цикл 206 сут. является половиной главного лунного цикла. С физической точки зрения, цикл 412 сут. – это период биений близких частот аномалистического (27.55 сут.) и синодического (29.53 сут.) месяцев [Sidorenkov, 2009, 2016;

Sidorenkov, 2015] либо синодического месяца и периода эвекции в долготе Луны (31.81 сут.). Цикл 206 сут. это период биений аномалистического и синодического полумесяцев. Дело в том, что частота биений равна половине разности частот складываемых колебаний. Следует отметить, что 7 синодических месяцев делятся 206.7 сут.

ПРОЯВЛЕНИЕ В ЗЕМНЫХ ПРОЦЕССАХ

Описанная цикличность взаимных конфигураций двух орбит воздействует на лунные и земные процессы. Например, расстояние между Луной и Землей при прохождении перигея изменяется от 370 000 до 356 000 км в многолетнем среднем с периодом примерно 206 сут. Этот феномен иллюстрируют рис. 1 и 2, где значками на кривых 3 и 4 соответственно показаны собственно отклонения перигейных расстояний от их среднего значения 362 464 км, а их динамика изображена пунктирной кривой. Продолжительность лунного аномалистического месяца (т.е. промежутка между двумя последовательными прохождениями Луны через перигей) тоже изменяется от 28.5 до 24.8 сут, только при многолетнем осреднении длительность аномалистического месяца равна 27.554545 дней.

Земля в своем движении вокруг барицентра системы Земля + Луна отражает все движения Луны в масштабе 1:81. Поэтому Земля имеет аналогичные вариации перигейного расстояния и угловой скорости месячного обращения вокруг барицентра с периодом 206 сут. [Sidorenkov, 2009, 2016; Сидоренков, 2015]. Однако, поскольку мы находимся на Земле, то не видим и не ощущаем ее движения и вынуждены использовать Луну для исследования движений Земли.

СИЗИГИЙНЫЕ ПРИЛИВЫ

206-суточная цикличность особенностей месячного обращения Луны и Земли отражается на процессах в земных оболочках, прежде всего в атмосфере и гидросфере. Так, например, на рис. 3 показано, как (по данным работы [Avsuk, Maslov, 2011]) изменяется наибольший размах колебаний уровня Мирового океана во время сизигий (полнолуний и новолуний) в различных портах земного шара. Видно, что все приливные кривые одинаковых фаз Луны хорошо аппроксимируются огибающей синусоидой с периодом примерно 412 сут. и амплитудой около 60 см. Период биений (промежуток времени между соседними узлами или пучностями) перигейно-сизигийных кривых равен 206 сут. Рис. 3 информативен как ключ к пониманию механизма формирования 206-суточного колебания аномалий температуры воздуха. Вероятно, в атмосфере должны

существовать колебания атмосферного давления аналогичные сизигийным приливам в океане, что может привести к формированию 206-суточных колебаний температуры воздуха. В частности, на рис. 3 видно, что в периоды пучностей сизигийные приливы в полнолуния и новолуния имеют противоположные фазы. Вблизи узлов значения амплитуд сизигийных приливов в моменты полнолуний и новолуний практически одинаковы. При подобном поведении атмосферного давления это может означать, что в периоды пучностей сизигийных приливов преобладает чередование полумесячных циклонических и антициклонических процессов, а вблизи узлов – их замирание. Такая динамика атмосферных процессов, вероятно, приводит к разным механизмам формирования температурного режима воздуха во время «пучностей» и во время «вблизи узлов». Период этих различий и будет 206 сут.

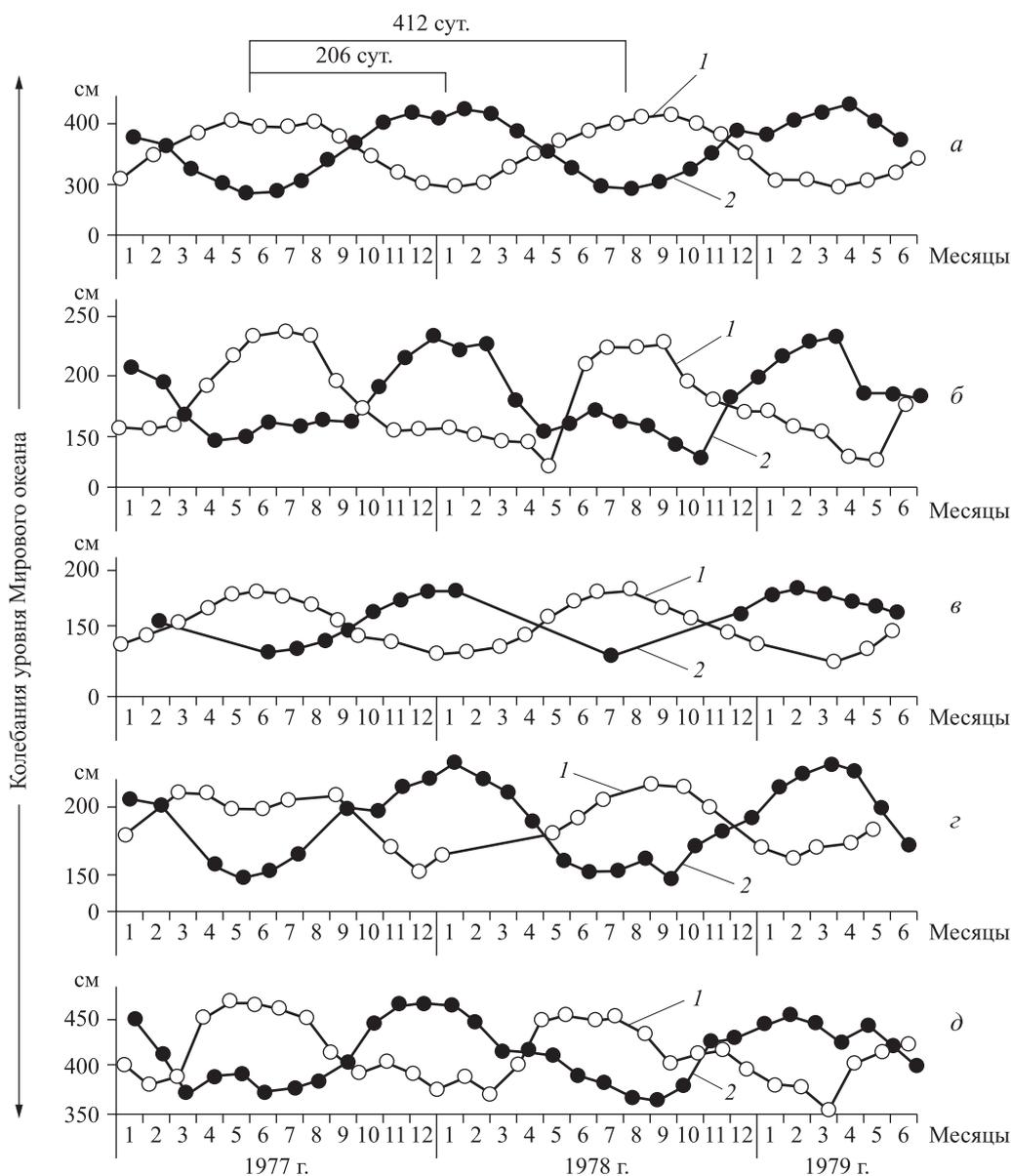


Рис. 3. Размах наибольшего сизигийного прилива в моменты полнолуний (1) и новолуний (2) в городах Мурманск (а), Пуэрто-Вильямс (Чили) (б), Сува (о-ва Фиджи) (в), Леруик (Шотландия) (г) и Магадан (д) (по [Avsuk, Maslov, 2011])

Главная особенность перигейно-сизигийных приливов в том, что кривая для каждой сизигии хорошо аппроксимируется синусоидой (огibaющей биения) с периодом 412 сут., а их фазы отличаются на 180° (см. рис. 3). Поэтому для любой приливной характеристики каждой положительной аномалии при одной сизигии соответствует отрицательная аномалия при ближайшей другой сизигии. Происходит это потому, что орбита Луны эллиптическая. Если в полнолунии Луна проходит перигей, то расстояние до Земли сокращается до минимума и приливная сила максимальна (положительные аномалии). Примерно через полмесяца, при новолунии, Луна будет в противоположной части орбиты на максимальном расстоянии (вблизи апогея) и приливная сила станет минимальной (отрицательные аномалии). Через 27.55 сут. Луна снова вернется в перигей, но уже за двое суток до полнолуния ($29.53 - 27.55 \approx 2$). В следующий раз она вернется в перигей за четверо суток и т.д. С каждым оборотом сила прилива в полнолуние будет уменьшаться, а в новолуние увеличиваться, и через примерно 3.5 синодических месяцев сизигийные приливы сравняются (в узле биений), а потом сила прилива в новолуние станет преобладать над силой прилива в полнолуние, достигая максимального размаха (в пучности) через примерно 7 сизигий. Далее последует опять уменьшение размаха до очередного узла еще через 3.5 мес. и т.д. Смена знака аномалий от полнолуний к новолуниям и обратно всегда будет происходить в узлах биений примерно каждые 206 сут.

СИЗИГИЙНЫЕ ПРИЛИВЫ В АТМОСФЕРЕ

Появление 206-суточного цикла в погоде 2017 г. стимулировало нас исследовать сизигийные приливы в атмосфере, которые должны проявиться в колебаниях атмосферного давления подобно сизигийным колебаниям уровня моря [Avsuk, Maslov, 2011] (см. рис. 3). Мы воспользовались рядом ежедневных восьмисуточных

наблюдений атмосферного давления на уровне земной поверхности на метеостанции «ВДНХ» (55.83° с.ш.; 37.62° в.д.; 156 м над ур. моря; г Москва) за последние два года. Были вычислены среднесуточные значения давления и их аномалии. В качестве норм использовались средние за 1966–2010 гг. ежесуточные значения давления для метеорологической обсерватории Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова [Сидоренков и др., 2008].

Далее для каждого дня полнолуния выбиралась среднесуточная аномалия давления за этот день. Отдельно аналогичным путем был сформирован ряд аномалий атмосферного давления для всех дней с новолунием. С помощью программы Excel построен график аномалий атмосферного давления на метеостанции «ВДНХ» в дни полнолуний и в дни новолуний за 2016–2017 гг. (рис. 4).

Для ответа на возражения оппонентов мы проанализировали сизигийные приливы, зафиксированные на широте и долготе г. Казань, для чего воспользовались рядом ежедневных среднесуточных значений атмосферного давления (P) на уровне земной поверхности, измеренных на метеостанции Казанского (Приволжского) федерального университета в 2016–2018 гг. Мы не располагали данными о среднесуточных нормах давления, чтобы исключить годовой ход P , обусловленный сезонными изменениями температуры. Поэтому был вычислен ряд скользящих средних за 206 сут. ежедневных значений давления (\bar{P}). Далее вычислялись отклонения (разности) исходных значений давления от их 206-суточных средних:

$$P' = P - \bar{P},$$

где P – наблюдаемое давление; P' – отклонения давления от \bar{P} .

Затем для каждого полнолуния (в интервале ± 3 сут. ежедневных значений давления (\bar{P}). Далее вычислили)

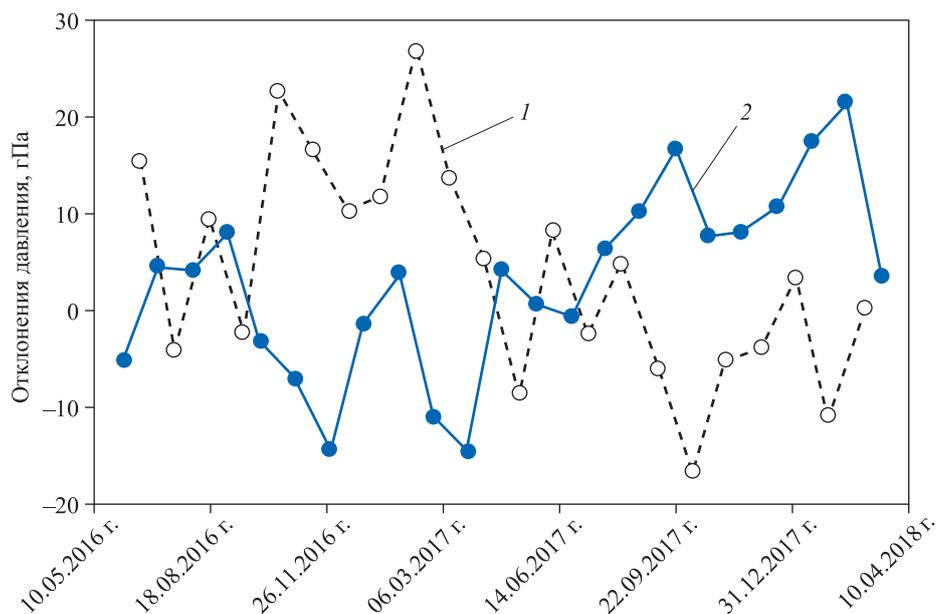


Рис. 4. Сизигийные колебания атмосферного давления на метеостанции «ВДНХ» (г. Москва) в 2016/2017 гг. во время полнолуний (1) и новолуний (2)

выбиралось отклонение давления P' . Отдельно аналогичным путем сформирован ряд отклонений атмосферного давления P' для всех дней с новолунием. В одном случае (25.10.2017 г.) учтена задержка новолунного антициклона на пять дней.

С помощью программы Excel построен график отклонений атмосферного давления P' на метеостанции Казанского (Приволжского) федерального университета в дни полнолуний и в дни новолуний за период 2016–2017 гг. (рис. 5).

На рис. 4 и 5 видно, что сизигийные колебания атмосферного давления не так явно выражены по сравнению с аналогичными колебаниями уровня моря (см. рис. 3). Но основные закономерности сизигийных приливов: узлы (летом 2016 г. и в мае 2017 г.), а также пучности (в феврале–марте и сентябре–октябре 2017 г.) прослеживаются. Хорошо видна разнозначность кривых аномалий давления для новолуний и полнолуний. Аномалии давления в полнолуния и новолуния можно аппроксимировать синусоидами с периодами огибающих биения около 412 сут. и противоположными фазами. Размах колебаний в пучностях достигает 40 мб, что по порядку величины сопоставимо с реальными синоптическими колебаниями атмосферного давления и близко к вариациям сизигийных приливов в океанах [Avsuk, Maslov, 2011] (изменение на 1 см уровня океана эквивалентно изменению давления атмосферы на 1 гПа (мб)).

Таким образом, приведенные на рис. 4 и 5 данные свидетельствуют о том, что формирование погоды в 2016/2017 гг. в ЕТР проходило и под влиянием гравитационного влияния Луны и Солнца. В результате вынужденной синхронизации приливами динамических процессов в атмосфере могут появляться лунные составляющие в спектрах аномалий метеорологических характеристик [Sidorenkov, 2009, 2016; Сидоренков, 2015].

НАРУШЕНИЕ СЕЗОННОГО ХОДА ПОГОДЫ

Яркий случай проявления 206-суточного лунного цикла в погоде 2016/2017 гг. на ЕТР был связан с перигейно-сизигийными приливами в атмосфере. 206-суточный цикл этих приливов нарушил правильный сезонный ход метеорологических характеристик. С ним в 2016/2017 гг. были связаны многие локальные рекорды суточных значений метеорологических характеристик на Европейской части России.

206-суточный цикл аномалий температуры вызвал нарушение сезонного хода температуры. Так, например, на ЕТР в 2016 г. зима наступила почти на месяц раньше, а лето 2017 г. на месяц позже обычных сроков. За этим последовал сдвиг летнего периода на август и задержка наступления осени. В январе 2018 г. фазы 206-суточного лунного и годового солнечного циклов совпали, и зима, хоть и мягкая и малоснежная вначале, но многоснежная и морозная в конце, состоялась.

На рассмотренном интервале времени совпали два экстремума (максимумы или минимумы) перигейного расстояния и температуры на ЕТР. Вырисовывается интересная зависимость: тяга случаев с рекордной максимальной температурой к максимумам перигейного расстояния, а случаев минимальной температуры – к его минимумам. Так, по данным ежедневного Гидрометеорологического бюллетеня Гидрометцентра России, вблизи максимума перигейного расстояния 01.03.2017 г. были побиты абсолютные максимумы температуры в Москве, Санкт-Петербурге, Брянске, Ростове-на-Дону, Кирове и ряде других городов. Около последующего максимума расстояния (13 сентября) температура снова превысила установленные ранее для 12 сентября значения максимальной температуры в Великих Луках, Смоленске, Твери, Рыбинске, Симферополе, Анапе, Краснодаре и др. Случаи обновления абсолютных минимумов температуры происходят значительно реже – вероятно, вследствие глобального

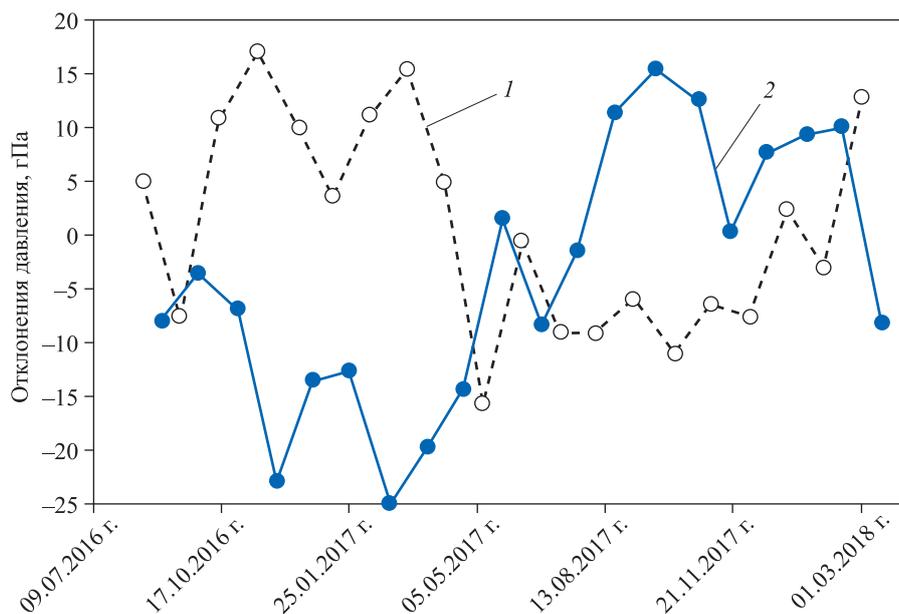


Рис. 5. Сизигийные колебания атмосферного давления на метеостанции «Казань» в 2016/2017 гг.

потепления климата. Около минимума расстояния 26 мая – 20 июня 2017 г. на территории ЕТР отмечались заморозки и обновлены рекорды минимальной температуры в Архангельске, Липецке, Пскове, Тамбове, Уфе и др.

Однако нельзя думать, что корреляция перигейного расстояния Луны R с аномалиями температуры T , представленная на рис. 1 и 2, может существовать непрерывно. Дело в том, что Луна бывает в перигее чаще, чем происходят смены ее одноименных фаз. 15 аномалистических месяцев (413.3182 сут.) делятся столько же, сколько 14 синодических месяцев (413.4282 сут.). За 15 аномалистических месяцев наблюдается две смены перигейного расстояния от приблизительно 356 500 до 370 000 км. Одна смена осуществляется за семь аномалистических месяцев (192 сут.), а вторая – за 8 мес. (221 сут.) (рис. 6). Наблюдается своего рода частотная модуляция изменения перигейного расстояния, которая сильно усложняет синхронизацию перигейных и сизигийных приливов.

Анализ изменения аномалий температуры за длительный период показывает, что описанный нами случай есть сравнительно редкий эпизод синхронизации колебаний атмосферной циркуляции с колебаниями геодинимических сил в системе Земля–Луна–Солнце. Анализ атмосферного давления в г. Москва за период с 1966 г. по настоящее время показал, что близкие к рассмотренной выше синхронизации колебаний давления с перигейно-сизигийными приливами случаи отмечались в 1978, 1980, 1982 и 1983 годах. Некоторые примеры синхронизации атмосферных процессов с

геодинимическими силами приведены в работах [Sidoronkov, 2009, 2016, 2017; Сидоренков, 2016].

Все вышеперечисленные метеорологические особенности возникают вследствие воздействия перигейно-сизигийных приливов на атмосферу. Понятно, что возможность синхронизации зависит от сезона года. 206-суточный цикл кратен четырем годам в отношении 1:7. Через четыре года фаза 206-суточного цикла становится близкой к исходному сезону года. Казалось бы, максимальная корреляция аномалий температуры T с R должна иметь четырехлетнюю цикличность. Но оказалось, что она тяготеет к восьмилетнему циклу. Через четыре года фазы Луны изменяются на противоположные (вместо новолуний наблюдаются полнолуния). Напомним, что при новолунии Луна находится между Солнцем и Землей, а при полнолунии между Солнцем и Луной оказывается Земля. В этих случаях конфигурация гравитационных сил совершенно разная. Только через 8 лет повторяются и сезоны года, и одноименные фазы Луны. То есть 206-суточный цикл в изменениях аномалий температуры и особенностей погоды может проявляться преимущественно при повторении взаимных конфигураций между Землей, Луной и Солнцем.

Хорошим примером восьмилетней цикличности может служить еще многими не забытая необычно сухая и теплая осень на ЕТР в 2018 г. Ранее похожие осенние аномалии погоды отмечались в 2010, 2002, 1994 годах. Еще в более далеком прошлом упоминаются такие же сухие осенние аномалии в 1954, 1946, 1938 годах.

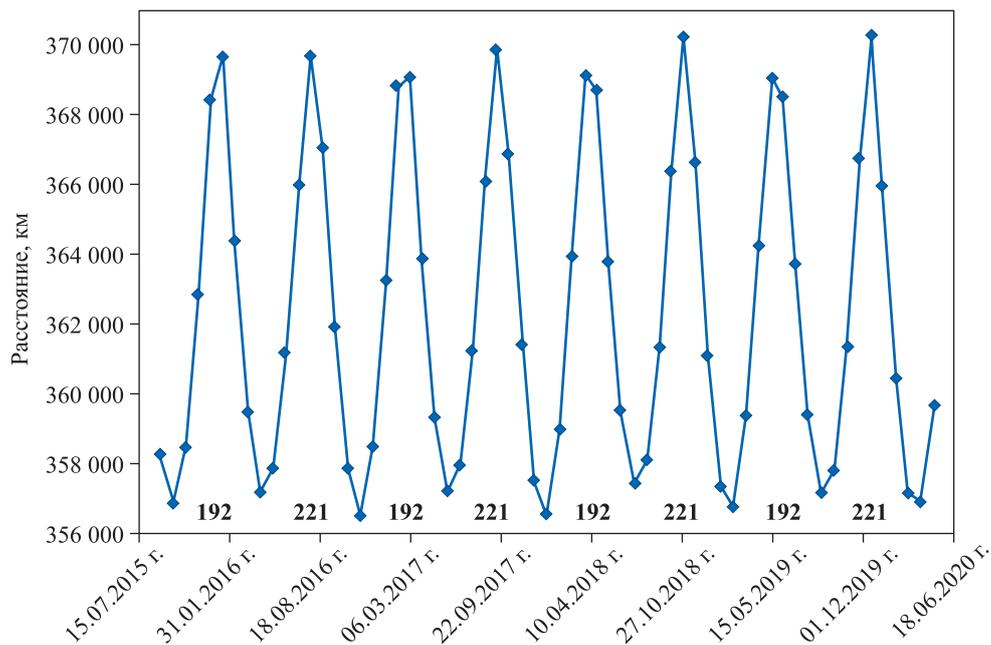


Рис. 6. Колебания перигейного расстояния Луны во времени
Внизу указаны длительности перигейных циклов, сут.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сложная модуляция суммарного гравитационного потенциала Луны и Солнца порождает приливы разных периодов, в том числе и с длительностью ≈ 206 сут.

Этот приливный цикл, как установлено выше, может влиять на развитие синоптических процессов, вызывая долгопериодные колебания атмосферного давления, температуры, т.е. погоды, на Европейской территории России. 206-суточный цикл не кратен годовому циклу 365 сут., поэтому он нарушает правильный сезонный ход погоды, приводя к значительным аномалиям метеорологических показателей. Непрерывный мониторинг аномалий атмосферного давления в моменты новолуний и полнолуний (наподобие приведенного на рис. 4 и 5) открывает потенциальные возможности экстраполировать ход перигейно-сизигийных колебаний давления, а значит, и прогнозировать развитие соответствующих им погодных процессов на несколько месяцев вперед. Но для этого нужны дальнейшие исследования территориального и временного проявления перигейно-сизигийных приливов в долготлетних вариациях погоды и климата.

Авторы благодарны одному из рецензентов за конструктивные замечания.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

Багров А.Н., Локтионова Е.А. Новая технология подготовки исходной информации для долгосрочных прогнозов погоды // Метеорология и гидрология. 1994. № 11. С. 100–109.

Сведения об авторах

СИДОРЕНКОВ Николай Сергеевич – Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации, Гидрометцентр России. Россия, 123242, г. Москва, Большой Предтеченский пер., д. 11–13. E-mail: sidorenkov@mecom.ru

ПЕТРОВ Владимир Николаевич – Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации, Гидрометцентр России. Россия, 123242, г. Москва, Большой Предтеченский пер., д. 11–13. E-mail: Sindjdf@yandex.ru

Гордин В.А. Об обратной интерполяции осредненных значений применительно к климатической информации // Метеорология и гидрология. 1994. № 11. С. 110–114.

Сидоренков Н.С. Небесно-механические причины изменений погоды и климата // Геофизические процессы и биосфера. 2015. Т. 14, № 3. С. 5–26.

Сидоренков Н.С. О синхронизации атмосферных процессов с частотами системы Земля–Луна–Солнце // Тр. Гидрометцентра России. 2016. Вып. 359. С. 33–47.

Сидоренков Н.С., Сумерова К.А. Биения колебаний температуры как причина аномально жаркого лета 2010 г. на Европейской территории России // Метеорология и гидрология. 2012. № 6. С. 81–94.

Сидоренков Н.С., Исаев А.А., Орлов И.А., Шерстюков Б.Г. Тонкая структура временных вариаций атмосферного давления // Тр. Гидрометцентра России. 2008. Вып. 342. С. 177–186.

Чепмен С., Лундзен З. Атмосферные приливы: Термические и гравитационные. М.: Мир, 1972. 295 с.

Avsuk Yu.N., Maslov L.A. Long period tidal force variations and regularities in orbital motion of the Earth–Moon binary planet system // Earth, Moon, and Planets. 2011. V. 108, is. 1. P. 77–85. <https://doi.org/10.1007/s11038-011-9381-8>

Sidorenkov N.S. The interaction between Earth's rotation and geophysical processes. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009. 317 p.

Sidorenkov N.S. Celestial mechanical causes of weather and climate change // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2016. V. 52, N 7. P. 667–682. <https://doi.org/10.1134/S0001433816070094>

Sidorenkov N.S. Synchronization of terrestrial processes with frequencies of the Earth–Moon–Sun system // Astron. and Astrophys. Trans. 2017. V. 30, is. 2. P. 249–260.

Volland H. Atmospheric tidal and planetary waves. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Acad. Publ., 1988. 348 p.

ON VIVID MANIFESTATIONS OF PERIGEAN SPRING TIDES
IN THE ATMOSPHERE

© 2020 N.S. Sidorenkov*, V.N. Petrov

Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation, Moscow, Russia

*e-mail: sidorenkov@mecom.ru

Abstract. Perigean spring tides in the atmosphere are discussed. In 2016/2017 the smoothed anomalies of air temperature over European Russia were found to repeat the evolution of the perigee distance (i.e., the distance between the Moon and the Earth at times when the former is at the perigee), which varies as a sine function with a period of about 206 days. The origin of the 206-day lunar cycle is described. Atmospheric spring tides are studied. They are exhibited as atmospheric pressure oscillations similar to perigean spring oscillations of the sea level. The basic dependence of perigean spring tides in the form of beats of atmospheric pressure

anomalies at new and full moons is found. The pressure anomalies at full and new moons can be approximated by sinusoids with beat envelope periods of about 412 days and with opposite phases. The range of oscillations at antinodes reaches 40 mb, which is comparable, in the order of magnitude, with actual synoptic fluctuations of atmospheric pressure. The violations of the seasonal weather variation caused by the 206-day lunar cycle are described.

Keywords: lunisolar tides, lunar cycles, violations of the seasonal weather variation, weather forecast, climate change.

About the authors

SIDORENKOV Nikolay Sergeevich – Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation, Hydrometcenter of the Russia. Russia, 123242, Moscow, Predtechensky lane, 11–13. E-mail: sidorenkov@mecom.ru

PETROV Vladimir Nickolaevich – Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation, Hydrometcenter of the Russia. Russia, 123242, Moscow, Predtechensky lane, 11–13. E-mail: Sindjdf@yandex.ru

Cite this article as: Sidorenkov N.S., Petrov V.N. On vivid manifestations of perigeal spring tides in the atmosphere, *Geofizicheskie Protsessy i Biosfera* (Geophysical Processes and Biosphere), 2020, vol. 19, no. 1, pp. ???–??? (in Russian). <https://doi.org/10.21455/gpb2020.1-??>

English version: *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2020, vol. 55, iss. 11. ISSN: 0001-4338 (Print), 1555-628X (Online). <https://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/11485>