

УДК 551.583: 551.590

НЕБЕСНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЙ ПОГОДЫ И КЛИМАТА

© 2015 г. Н.С. Сидоренков

Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации, г. Москва, Россия

Статья посвящена обнаруженной автором синхронизации развития синоптических процессов в атмосфере с приливными колебаниями скорости вращения Земли, объяснению ее причин и следствий. Приведены сведения о месячном обращении Земли, приливных колебаниях скорости вращения Земли, основных лунно-солнечных циклах. Объясняются причины возникновения элементарных синоптических периодов Мультиановского. Обосновывается проявление в климатической системе четырех- и восьмилетней цикличности. Показано, что 35-летний цикл Брикнера возникает вследствие биения солнечного годового (365 сут) и лунного годового (355 сут) колебаний метеорологических характеристик. Предложен механизм влияния лунно-солнечных приливов на температуру воздуха, основанный на взаимодействии гравитационных лунно-солнечных приливов с радиационными условиями в атмосфере (из-за изменения количества облачности). Обсуждается связь флуктуаций климатических характеристик с изменениями скорости вращения Земли на десятилетних масштабах времени.

Ключевые слова: лунно-солнечные приливы, вращение Земли, космические влияния, лунные циклы, прогноз погоды, изменения климата.

Введение

Летом 2010 г. на Европейской территории России (ЕТР) наблюдалась небывалая по продолжительности и интенсивности катастрофически жаркая погода. Наши исследования [Сидоренков, Сумерова, 2011, 2012] показали, что жара наступила из-за 35-летнего биения амплитуды годовых колебаний температуры и всех других гидрометеорологических характеристик. Это биение происходит вследствие сложения солнечного годового (365.24 сут) и лунного годового (355 сут) циклов. Концепция о синхронизации изменений погоды с приливными колебаниями скорости вращения Земли [Сидоренков, 2000, 2002, 2003, 2008; Sidorenkov, 2009] получила естественное подтверждение. Прояснились и другие закономерности изменений погоды и климата.

О 35-летних колебаниях климата писал уже в 1625 г. Ф. Бэкон [The essays..., 1680]. В 1741 г. академик Г. Крафт [1741], изучив старинные хроники и другие исторические источники, пришел к выводу, что особенно суровые зимы повторяются каждые 33–35 лет. Э. Брикнер переоткрыл многолетнее колебание климата, выражающееся в переходе от холодных и влажных лет к теплым и сухим на протяжении в среднем 35-летнего периода [Brückner, 1890]. Колебания климата с характерными временами от 25 до 50 лет называют циклом Брикнера [Борисенков, Пасецкий, 1983]. Анализ временных рядов осадконакопления в озерах и водоемах Сибири за десятки и сотни лет также свидетельствует о наличии квазитридцатипятилетних циклов [Лунгерсгаузен, 1963]. Природа цикла Брикнера либо не обсуждается, либо ее связывают с солнечной активностью [Зигель, 1972]. Подробный обзор литературы дан в работе [Хромов, 1973].

При обсуждении причин жаркого летнего сезона 2010 г., так же как и летнего сезона 1972 г., считалось, что жара возникает из-за блокирующих антициклонов. Но это объяснение сводится лишь к жонглированию научными терминами. Блокирующий антициклон – это область аномально высокого геопотенциала наверху тропосферы. Геопотенциал же пропорционален средней температуре рассматриваемого слоя атмосферы. Например, для слоя от 1000 до 100 гПа (это нижний, примерно 16-километровый слой атмосферы) его средняя температура $T = 14.83 \text{ (К/гп. км)} \cdot H$, где H – относительный геопотенциал (гп. км). Поэтому утверждение, что жара в приземном слое возникает из-за образования блокирующего антициклона, в переводе с научного на доступный всем язык эквивалентна утверждению, что жара в приземном слое возникает из-за образования жары в тропосфере. Но причины возникновения «жары» (т.е. блокирующих антициклонов) именно в тропосфере и с тенденцией примерно через 35 лет никто не обсуждает. Настоящая статья ставит целью выяснение причин межгодовых колебаний климата, включая цикл Брикнера и другие циклы, связанные с динамикой системы «Солнце–Земля–Луна».

Динамика системы «Земля–Луна–Солнце»

Луна и Земля обращаются вокруг центра масс (барицентра) системы «Земля–Луна» с месячным периодом. Центр масс Земли (геоцентр) удален от барицентра в среднем на расстояние 4670 км [Сидоренков, 2002; Sidorenkov, 2009]. Размер земной орбиты в 81 раз меньше лунной. Кроме того, находясь на Земле, мы не можем ни чувствовать, ни следить за ее месячным обращением вокруг барицентра. Поэтому в дальнейшем, рассматривая эффекты месячного обращения Земли в земных процессах, будем рассматривать месячное обращение Луны, которое в увеличенном в 81 раз масштабе и со сдвигом долготы на 180° повторяет все особенности обращения Земли.

Система «Земля–Луна» обращается вокруг Солнца (рис. 1). Притяжения Луны и Солнца порождают на Земле лунно-солнечные приливы. Считается, что лунно-солнечные приливы столь малы, что не могут влиять на атмосферную циркуляцию, изменения погоды и климата. Однако в работах [Сидоренков, 2002; Sidorenkov, 2009] установлено, что погода синхронизируется с приливными колебаниями скорости вращения Земли (см. сайт в Интернете: <http://geoastr.ru>). В спектрах аномалий температуры выявлены лунные циклы приливного года (355 сут), полупериода эвекции (206 сут), сидерического месяца (27 сут). В спектрах демодулированных экваториальных компонентов углового момента атмосферы доминируют полумесячная и недельная лунные и годовая приливные гармоника.

Величина приливной силы есть функция склонения и геоцентрического расстояния Луны (или Солнца). Склонение и расстояние Луны варьируют настолько сложным

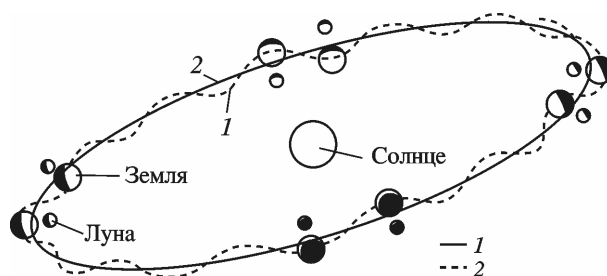


Рис. 1. Обращение системы «Земля–Луна» вокруг Солнца

образом, что амплитуда колебаний лунно-солнечных приливных сил изменяется во времени с периодами 18.61, 8.85, 6.0, 1.0, 0.5 лет, месячным, полумесячным, недельным, суточным, полусуточным и многими другими менее значимыми периодами. Все эти периоды колебаний приливной силы действуют на вариации атмосферной циркуляции [Сидоренков, 2000, 2002, 2008; Sidorenkov, 2009; Сидоренков, Сумерова, 2010б]. Механизм этого воздействия еще не совсем ясен. Прямое воздействие кажется маловероятным из-за малости лунно-солнечных приливных сил. Наиболее вероятен механизм вынужденной синхронизации вариаций атмосферной циркуляции колебаниями лунно-солнечных приливов [Сидоренков, Сумерова, 2010а].

Синхронизация колебаний

Напомним, что синхронизация колебаний – это согласование частот, фаз и других характеристик сигналов взаимодействующих колебательных систем (осцилляторов). В нашем случае речь пойдет о синхронизации частот вариаций атмосферной циркуляции (ВАЦ) и частот колебаний лунно-солнечных приливов (КЛСП). Существует два основных типа синхронизации колебаний: взаимный, при котором установившаяся в результате синхронизации частота колебаний близка к среднему значению парциальных частот, и принудительный (или захватывание частоты), при котором частота одного из осцилляторов (называемого синхронизирующим) остается неизменной, а частота других подстраивается под нее [Блехман, 1981]. Для первого типа синхронизации характерно тесное взаимовлияние систем, для второго – одностороннее влияние синхронизирующего осциллятора на остальные осцилляторы и отсутствие обратной связи.

Скорость вращения Земли как индекс приливных колебаний

Приливные деформации Земли изменяют ее момент инерции и оказывают заметное влияние на угловую скорость суточного вращения Земли ω . Наиболее значительными являются колебания ω с полумесячным, месячным и полугодовым периодами (рис. 2).

Скорость вращения Земли характеризуется относительной величиной:

$$\nu \equiv \frac{\delta\omega}{\Omega} = \frac{\omega - \Omega}{\Omega} \approx -\frac{\Pi_3 - T}{T} \equiv -\frac{\delta\Pi}{T}, \quad (1)$$

где Π_3 – длительность земных суток; T – длительность стандартных (атомных) суток, равная 86 400 с; $\omega = \frac{2\pi}{\Pi_3}$ рад/с и $\Omega = \frac{2\pi}{86\,400}$ рад/с – угловые скорости, соответствующие

земным и стандартным суткам [Сидоренков, 2002; Sidorenkov, 2009]. Поскольку величина ω изменяется только в девятом–восьмом знаке, то значения ν имеют порядок 10^{-9} – 10^{-8} .

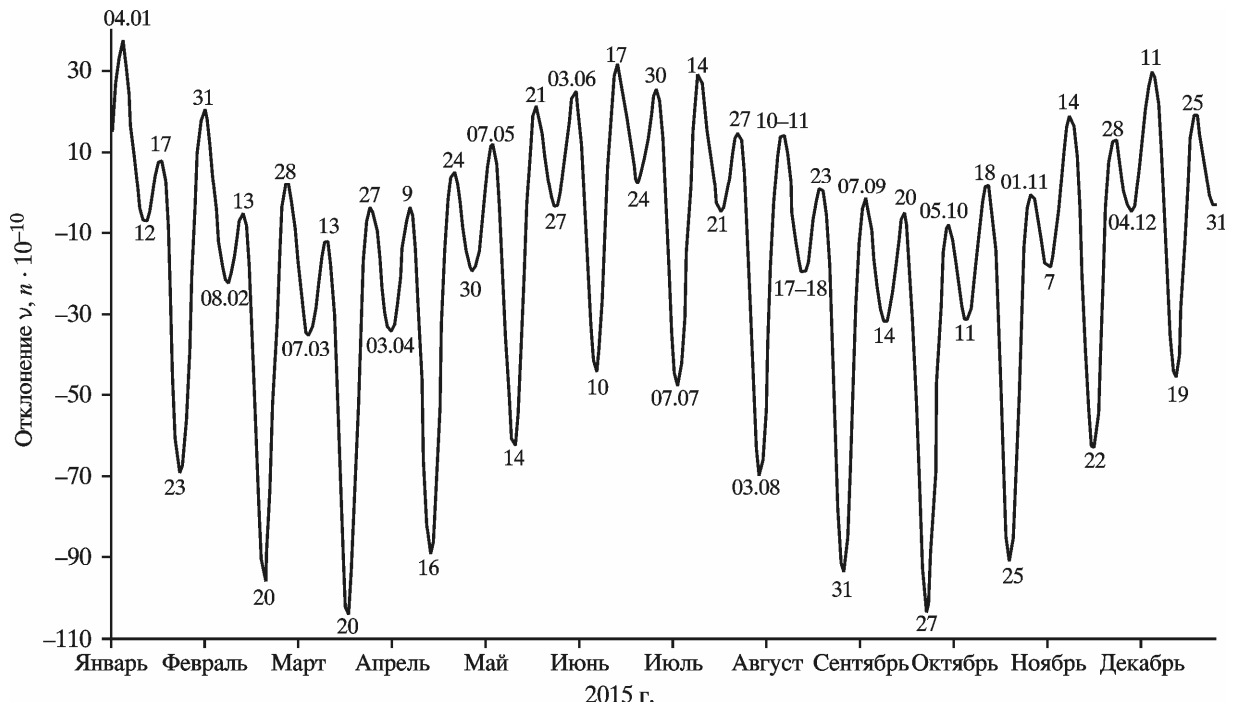


Рис. 2. Приливные колебания скорости вращения Земли v в 2015 г.
Цифры на кривой – даты наступления максимумов и минимумов v

Как видно из данных, приведенных на рис. 2, на протяжении лунного тропического месяца сменяют друг друга четыре режима вращения Земли неравной продолжительности – два периода ускорения длительностью t_1 и t_3 и два периода замедления длительностью t_2 и t_4 . Смена режимов происходит в среднем через $t \approx 27.3/4 = 6.8$ сут. Однако из-за медленного движения перигея и узлов лунной орбиты этот период варьирует от 4 до 9 сут. Например, в 2015 г. с 4 по 12 января отмечалось замедление, с 12 по 17 января – ускорение, с 17 по 23 января – замедление и с 23 по 31 января – ускорение, т.е. лунный месяц сложился из интервалов $8 + 5 + 6 + 8$ сут (см. рис. 2). Внутри месяца возможны любые комбинации значений t_i в диапазоне от 4 до 9 сут, как в 2013 г. Почти неизменным здесь остается лишь месячный период 27.3 сут.

Скорость вращения Земли испытывает два полумесячных колебания с максимумами при максимальном удалении Луны от небесного экватора как в Северное, так и в Южное полушарие (т.е. при луностояниях) и с минимумами при пересечении Луной небесного экватора (т.е. при лунных равноденствиях). На скорость вращения Земли оказывают влияние и солнечные приливы, изменяющиеся из-за вариаций склонения и геоцентрического расстояния Солнца. Солнечные приливы порождают сильное колебание с полугодовым (182.62 сут) и слабое с годовым (365.24 сут) периодами.

Естественные синоптические периоды

Мониторинг приливных колебаний скорости вращения Земли, эволюции синоптических процессов в атмосфере, режимов атмосферной циркуляции и вариаций гидрометеорологических характеристик во времени показал, что большая часть типов синоптических процессов в атмосфере изменяется синхронно с приливными колебаниями скорости вращения Земли [Сидоренков, 2002; Sidorenkov, 2009]. На ретроспективных данных мы проверили, как часто экстремумы (минимумы или максимумы) угловой скоро-

сти v совпадают с моментами перестроек элементарных синоптических процессов (ЭСП) по типизации Г.Я. Вангенгейма [1935]. Статистический анализ показал, что в 76 % случаев моменты экстремумов угловой скорости v совпадают в пределах ± 1 сут с датами перестроек ЭСП. В 24 % случаев моменты экстремумов v отличаются на 2 дня и более от ближайших дат перестроек ЭСП [Сидоренков, 2000, 2002].

Многолетний сравнительный мониторинг изменений метеорологических характеристик в городах Москва, Владивосток и др. с ходом приливных колебаний скорости вращения Земли v (подобных показанным на рис. 2) отчетливо подтверждает вывод о совпадении погодных вариаций с квазинедельными экстремумами v (см. сайт в Интернете: <http://geoastro.ru>). Смены режимов погоды совпадают с экстремумами приливных колебаний скорости вращения Земли v .

Из всего сказанного ясно, что изменения синоптических процессов в атмосфере синхронизированы с приливными колебаниями скорости вращения Земли v . Погода изменяется вблизи экстремумов приливных колебаний скорости вращения Земли, которые соответствуют моментам луностояний и лунных равноденствий. Подобно трехмесячным сезонам года, связанным с обращением Земли вокруг Солнца, в режимах погоды выделяются своего рода квазинедельные «сезоны» погоды. Квантование погодных режимов впервые описал Б.П. Мультиановский в 1915 г. [1933], назвав их естественными синоптическими периодами (ЕСП). Таким образом, ЕСП возникают вследствие месячного обращения Земли и Луны вокруг их барицентра. Погода реагирует на моменты лунных равноденствий и луностояний. В отличие от солнечных сезонов лунные ЕСП непостоянны: они варьируют от 4 до 9 сут при средней продолжительности 6.8 сут. Эти вариации обусловлены частотной модуляцией колебаний приливных сил вследствие движения перигея лунной орбиты. Графики приливных колебаний v дают своего рода «расписание» ЕСП, демонстрируя, что длительности ЕСП изменяются неслучайным образом. К сожалению, работы, в которых динамика ЕСП ошибочно рассматривается в формате броуновского движения, все еще появляются.

Наиболее убедительным свидетельством влияния лунных приливов на атмосферные процессы служат спектры экваториальных компонентов момента импульса атмосферы $h_1 + ih_2$ (рис. 3) в небесной системе отсчета (CRF) [Сидоренков, 2009; Сидоренков, 2010; Сидоренков и др., 2014]. На рис. 3 во внутримесячной области спектра четко видна высокая линия полумесячного колебания 13.6 сут. Узость линии свидетельствует о большой стабильности периода колебаний.

Ширина спектрального максимума околотретьмесячной, или недельной, частоты на рис. 3 свидетельствует о неустойчивости периода и большой мощности квазинедельных волн, период которых флуктуирует от 4 до 9 сут. Эти лунные приливные волны проявляются в погоде как естественные синоптические периоды Мультиановского.

Почему же никто из специалистов по атмосферным приливам не выявил до сих пор квазинедельных и полумесячных колебаний? Дело в том, что все они использовали вращающуюся земную систему координат (TRF), в которой все измерения гидрометеорологических и гидрофизических характеристик проводятся относительно неподвижной земной поверхности, хотя оси координат TRF вращаются с угловой скоростью Ω (1 цикл/сут). Волны гравитационных приливов обращаются с очень малыми скоростями μ . При анализе результатов измерений их собственные угловые скорости μ сливаются с громадной угловой скоростью волны суточного термического прилива $-\Omega$ («минус» получается вследствие вращения волны термического прилива с востока на запад) и становятся практически незаметными для изучения: $\mu - \Omega \approx -\Omega$.

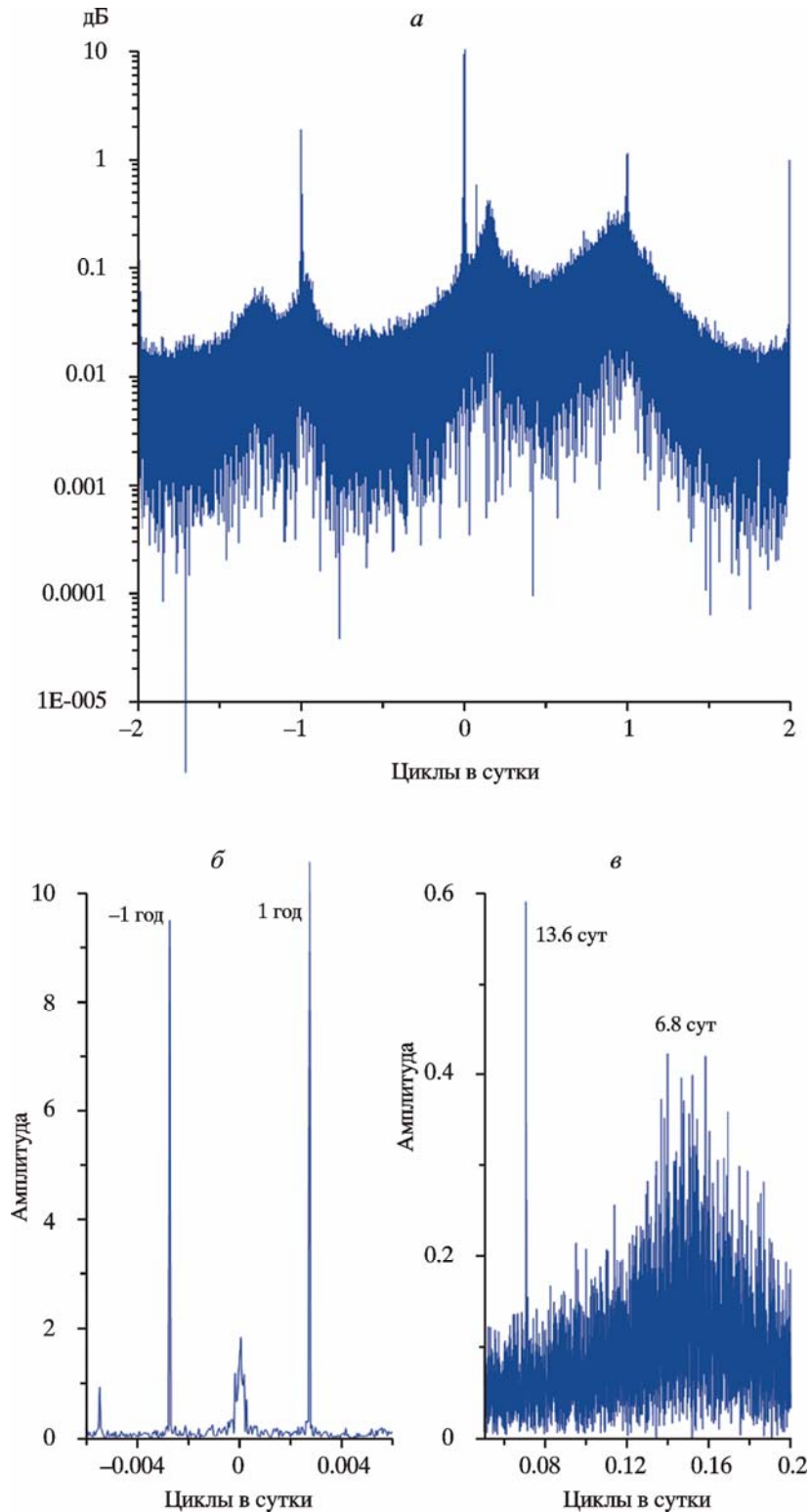


Рис. 3. Амплитудный спектр экваториального момента импульса ветров в небесной системе координат CRF (а), его близгодовая (б) и внутримесячная (в) области

Для того чтобы низкочастотные волны гравитационных приливов не терялись при анализе, необходимо исключить угловую скорость вращения Земли Ω , т.е. демодулировать временные ряды наземных измерений, переходя тем самым от вращающейся земной (TRF) к неподвижной небесной (CRF) системе координат [Sidorenkov, 2009; Сидо-

ренков, 2010; Сидоренков и др., 2014]. В этом случае неподвижна не только земная поверхность, но и оси координат. После демодуляции суммарная приливная волна меняет не только скорость, но и направление движения. До демодуляции суммарная приливная волна движется с востока на запад с угловой скоростью $\mu - \Omega \approx -\Omega \approx 360^\circ/\text{сут}$, а после демодуляции – с запада на восток со скоростью собственного движения Луны – $\sim 13^\circ/\text{сут}$. Направления и скорости собственного движения приливных волн и атмосферных возмущений совпадают. Между ними возникает синхронизация (см. [Сидоренков, Сумерова, 2010, 2012] и сайт в Интернете: <http://geoastro.ru>).

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 и фазы этих изменений везде различные. Подобно тому, как в Мировом океане каждый порт имеет свой индивидуальный прикладной час для вычисления максимального прилива, так и в атмосфере проявление лунно-солнечных приливов имеет локальный характер. Происходит это потому, что приливные волны, которых в современных разложениях приливного потенциала выделяют уже до 28 000, двигаясь в атмосфере, отражаются от орографических препятствий, барических и термических неоднородностей, интерферируют между собой, создавая пеструю интерференционную картину. 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.

Лунно-солнечные циклы

Поскольку погода синхронизируется лунно-солнечными приливами, то для доказательства связи изменений погоды и климата с приливными колебаниями логично искать свидетельства совпадения лунно-солнечных циклов с вариациями погоды и климата на тех же периодах. Рассмотрим основные лунно-солнечные циклы.

Выделяют синодический (относительно Солнца) (29.53 сут), тропический (относительно точки весеннего равноденствия) (27.32 сут), аномалистический (относительно перигея) (27.55 сут), драконический (относительно восходящего узла) (27.21 сут) и другие месяцы. Перигей лунной орбиты непрерывно смещается с запада на восток, завершая оборот за 8.85 года. Плоскость лунной орбиты прецессирует. Вследствие этого лунные узлы обращаются по эклиптике навстречу движению Луны с востока на запад с периодом 18.61 лет. Система «Земля–Луна» обращается вокруг Солнца с периодом 365.24 сут, который называется тропическим годом. Перигелий этой орбиты обращается за 20 940 тропических лет. Все фундаментальные периоды месячного и годового обращения Луны и Земли имеют супергармоники и субгармоники и взаимодействуют друг с другом.

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

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

Второй косинус в правой части уравнения (2) описывает быстрое 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 (2). Частота $(f_1 - f_2)$ – изменение амплитуды результирующего колебания – называется частотой биений.

Наиболее ярким примером является биение частот синодического и аномалистического месяцев:

$$\frac{1}{27.55455} - \frac{1}{29.53059} = \frac{1}{411.78}$$

Период 411.78 сут называется полным лунным циклом (ПЛЦ). Максимальный (сизигийный) прилив возникает как при полнолуниях, так и при новолуниях. Вследствие этого проявляется не только ПЛЦ, но и его супергармоника с удвоенной частотой (полупериодом эвекции 206 сут). Это иллюстрирует рис. 4, на котором показаны изменения длительностей полнолуний (периодов, когда диск Луны освещен более чем на 50 %) и новолуний (диск Луны освещен менее чем на 50 %) во времени. Видно, что длительности полнолуний и новолуний колеблются от 13.5 до 16.1 сут. Огибающая колебаний длительности одноименных фаз Луны выписывает синусоиду с периодом ПЛЦ (около 412 сут), а пучности и узлы повторяются через 206 сут. Фаза полнолуний сдвинута на 180° по отношению к фазе новолуний. Отметим, что период 206 сут надежно выделяется в спектре аномалий температуры воздуха [Sidorenkov, 2009, рис. 12.3] и колебаниях уровня моря [Avsuk, Maslov, 2011].

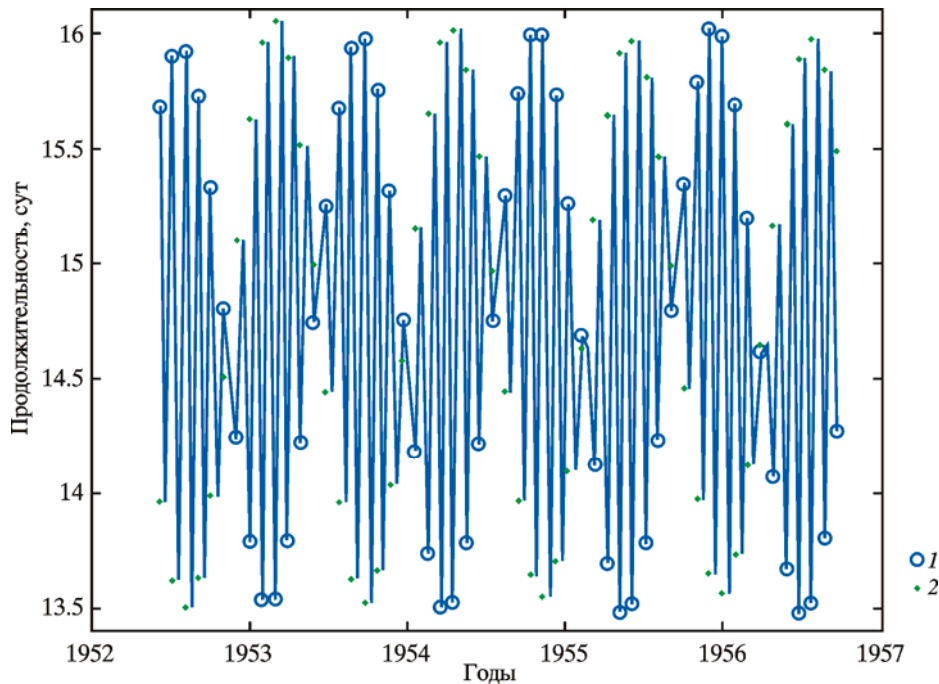


Рис. 4. Изменения продолжительности полнолуний (1) и новолуний (2) во времени

Есть еще специфический ПЛЦ, который равен 14 синодическим месяцам, или 413.43 сут. 3.5 специфического ПЛЦ делятся почти ровно 4 года, 3.5 ПЛЦ — тоже почти 4 года. Соизмеримость этих лунных циклов с 4 и 8 юлианскими годами приводит к четырехлетней и восьмилетней цикличности климатических характеристик.

Следует заметить, что через 4 года в рассматриваемые календарные даты фазы Луны изменяются почти на противоположные. Только через 8 лет календарные даты наступления одноименных фаз Луны почти повторяются. Период 8 лет кратен 99 синодическим, 106 аномалистическим и 107 тропическим месяцам. Восьмилетний цикл получил название октоэтерис (таблица).

Характеристики некоторых циклов затмений Солнца и Луны
(по материалам интернет-сайта http://en.wikipedia.org/wiki/Eclipse_cycle)

Цикл	Число дней	Число синодических месяцев	Число солнечных лет	Число аномалистических месяцев
Полумесячный	14.77	0.5	0.040	0.536
Месячный	29.53	1	0.081	1.072
Полугодовой	177.18	6	0.485	6.43
Лунный год	354.37	12	0.970	12.861
Октон	1387.94	47	3.80	50.371
Октоэтерис	2923.53	99	8.00	106.100
Тритос	3986.63	135	10.91	144.681
Сарос	6585.32	223	18.03	238.992
Цикл Метона	6939.69	235	19.00	251.853
Инекс	10571.95	358	28.94	383.674
Экселигмос	19755.96	669	54.09	716.976
Каллиппик	27758.75	940	76.00	1007.411

Биение частот драконического и аномалистического месяцев порождает 6-летнюю цикличность земных процессов

$$\frac{1}{27.21222} - \frac{1}{27.55455} = \frac{1}{2190.344} \rightarrow \frac{1}{5.997} \text{ (лет)}.$$

6-летняя и 4-летняя цикличности наблюдались в динамике урожайности зерновых культур на Европейской территории СССР [Раунер, 1981]. В этой полосе периодов проявляется глобальное климатическое явление Эль-Ниньо – Южное колебание (ENSO) [Сидоренков, 2002; Sidorenkov, 2009].

Промежуток времени, за который центр диска Солнца проходит через один и тот же узел лунной орбиты, называется драконическим, или затменным годом. Он равен 346.620031 сут. 20 драконических лет почти точно равны 19 юлианским годам. 235 синодических месяцев точно равны 19 годам. Поэтому через 19 лет распределение фаз Луны по календарным датам повторяется. Эту закономерность открыл Метон в 432 г. до н.э. в Древней Греции (см. таблицу). Метонов цикл и цикл сарос используют не только для расчета затмений, но и для долгосрочных гидрометеорологических прогнозов [Сидоренков, Суменова, 2010а; Литвиненко, 2012].

Приливные эффекты усиливаются при совпадении моментов перигея месячной орбиты с перигелием годовой орбиты. Такие ситуации порождают цикличность земных процессов с периодами 31/62/93/186 лет [Wilson, 2013]:

$$8.847 \times 3.5 = 30.96 \approx 31 \text{ год};$$

$$8.847 \times 7 = 61.93 \approx 62 \text{ года};$$

$$8.847 \times 10.5 = 92.89 \approx 93 \text{ года};$$

$$8.847 \times 21 = 185.79 \approx 186 \text{ лет}.$$

Циклы 93 года и 186 лет усиливаются за счет кратности их циклу регрессии узлов:

$$18.6 \times 5 = 93 \text{ года};$$

$$18.6 \times 10 = 186 \text{ лет}.$$

В работах [Sidorenkov, Zhigailo, 2013; Сидоренков, Жигайло, 2014] показано, что форсинг движения географических полюсов с периодом солнечного года 365.24 сут модулируется вследствие прецессии месячной орбиты Земли с периодом 18.61 лет и вследствие движения ее перигея с периодом 8.85 лет. В итоге результирующий солнечный годовой форсинг порождает движения полюсов с периодом Чандлера 1.20 лет:

$$\frac{1}{1.0} - \left(\frac{1}{18.61} + \frac{1}{8.85} \right) = \frac{1}{1.20}.$$

Супергармоники периода Чандлера преобладают в спектрах индексов Эль-Ниньо – Южного колебания (ENSO) [Сидоренков, 2002; Sidorenkov, 2009].

Механизм возбуждения квазидвухлетней цикличности смены направления ветра в экваториальной стратосфере (КДЦ) связан с поглощением лунно-солнечных приливных волн в экваториальной стратосфере. Период КДЦ равен линейной комбинации частот, соответствующих удвоенным периодам приливного года (0.97 лет), движения узла (18.61 лет) и перигея (8.85 лет):

$$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{0.97} - \frac{1}{8.85} - \frac{1}{18.61} \right) = \frac{1}{2.3}.$$

Спектр КДЦ подобен спектру движения географических полюсов с коэффициентом подобия для периодов 2:1. То есть чандлеровское движение полюсов и КДЦ являются комбинационными колебаниями, возникающими вследствие воздействия на атмосферу трех периодических процессов: 1) обращения системы «Земля–Луна» вокруг Солнца; 2) прецессии орбиты месячного обращения Земли вокруг барицентра системы «Земля–Луна»; 3) движения перигея этой орбиты [Sidorenkov, Zhigailo, 2013; Сидоренков, Жигайло, 2014].

Цикл Брикнера

Продолжительности лунных месяцев не кратны солнечному году. 13 тропических, сидерических и аномалистических месяцев делятся 355 сут. Лунно-солнечные приливы повторяются с этим же периодом, который называется лунным, или приливным, годом. 12 синодических месяцев делятся 354 сут. С этим циклом повторяются затмения (см. таблицу).

Спектр среднесуточных значений экваториального компонента h_2 имеет основной максимум спектральной плотности не на периоде солнечного года 365 сут, а на периоде приливного (лунного) года 355 сут [Sidorenkov, 2009; Сидоренков, Сумерова, 2012].

Период 355 сут – это период наибольшей автокорреляции временного ряда приливных колебаний скорости вращения Земли v [Sidorenkov, 2009; Сидоренков, Сумерова, 2012]. Солнечные приливы дают максимальную корреляцию при сдвиге 365 сут, а лунные – через каждый сидерический месяц (27.3 сут). Поэтому максимум функции v сдвигается на 355 сут – на 13 сидерических месяцев.

Нами обнаружены тесные связи между лунно-солнечными приливами и вариациями метеорологических характеристик. Например, при проведении спектрального анализа ряда аномалий температуры воздуха в г. Москва за 1960–2003 гг. выявлены хорошо выраженные составляющие с периодами приливного года – 355 сут, лунного периода – 206 сут, четверти лунного года – 87 сут и лунного сидерического месяца – 27 сут (рис. 5).

Наличие в спектрах момента импульса и метеорологических характеристик пиков на периоде 355 сут подтверждает отмеченную выше связь ЕСП с приливными колебаниями.

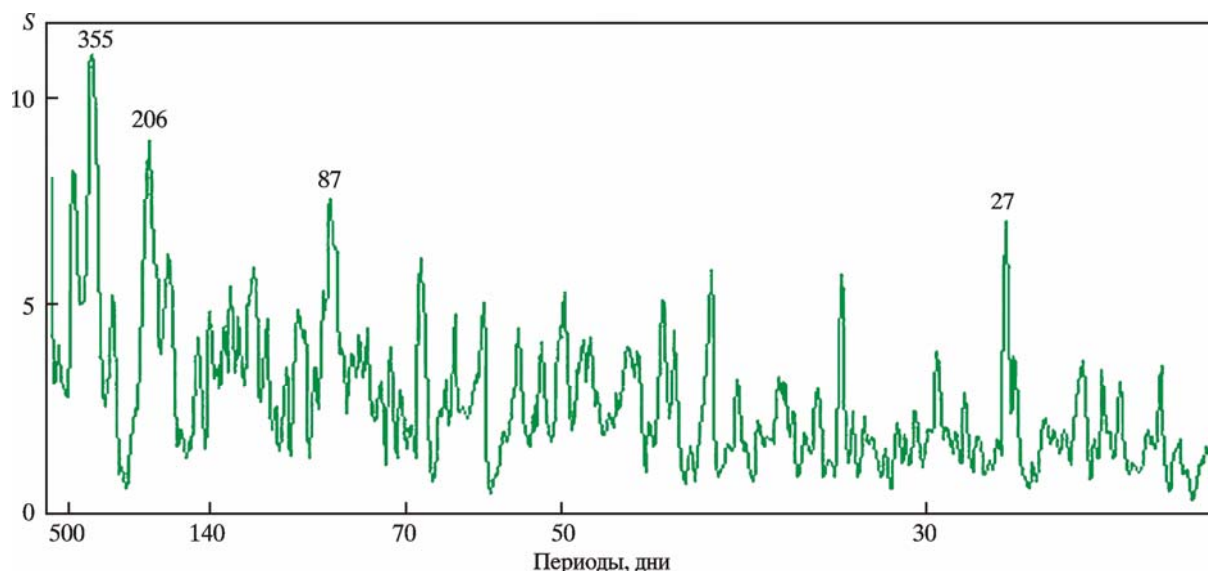


Рис. 5. Спектр аномалий температуры воздуха в г. Москва за 1960–2003 гг.

Естественно, что погода генерируется Солнцем с годовым периодом 365.24 сут. Но установленные выше факты свидетельствуют о наличии другого источника изменений погоды, связанного с лунно-солнечными приливами, а точнее, с месячным обращением Земли вокруг барицентра системы «Земля–Луна». Эти геодинамические изменения погоды имеют период 355 сут.

Сложение солнечно обусловленных годовых колебаний гидрометеорологических элементов с лунными циклами порождает биения. При сложении солнечного 365-суточного колебания с лунным 355-суточным колебанием (13 тропических месяцев) возникают биения амплитуд метеоэлементов с периодом 35.2 лет (формула (2)):

$$\frac{1}{355.16} - \frac{1}{365.24} = \frac{1}{12\,869 \text{ сут}} \rightarrow \frac{1}{35.2 \text{ лет}}.$$

Этот цикл и называют циклом Брикнера. Рассмотрим его динамику на примере климатических данных по г. Москва. В г. Москва среднесуточная температура T достигает минимума (-10°C) в январе, а максимума ($+20^\circ\text{C}$) в июле, т.е. амплитуда ее солнечного годового (365 сут) колебания равна примерно $(20^\circ - (-10^\circ))/2 = 15^\circ$, а среднегодовая температура равна $(-10^\circ + 20^\circ)/2 = 5^\circ$. В 2010 г. среднемесячные аномалии температуры составили в январе -6° , а в июле $+8^\circ$ (амплитуда 7°). В 1972 г. эти аномалии были в январе -6° , а в июле $+4^\circ$ (амплитуда 5°). Основной вклад в среднемесячные аномалии температуры вносит лунное 355-суточное колебание. Допустим, что его амплитуда равна 5° , как в 1972 г. Построим график суммы этих двух колебаний:

$$T = 5 + 15 \cos 2\pi t / 365 + 5 \cos 2\pi t / 355, \quad (3)$$

где 5° – среднегодовая температура в г. Москва; t – время, сут, отсчитываемое от 01.01.1972 г. Этот момент принят за начальный потому, что в 1972 г. однозначно (без повторений) наблюдалось аномально жаркое лето и холодная зима, т.е. фазы солнечного и лунного годовых колебаний совпадали. На рис. 6 представлено результирующее колебание T с 1937 по 2012 г.

В 1972 г. фазы солнечного (365 сут) и лунного (355 сут) годовых колебаний температуры T совпали, амплитуды этих колебаний сложились, и амплитуда результирующего колебания T составила примерно 20° ($15^\circ + 5^\circ = 20^\circ$). Поскольку среднегодовая величина T равна 5° , то среднесуточная температура в июле достигала 25° , а в январе

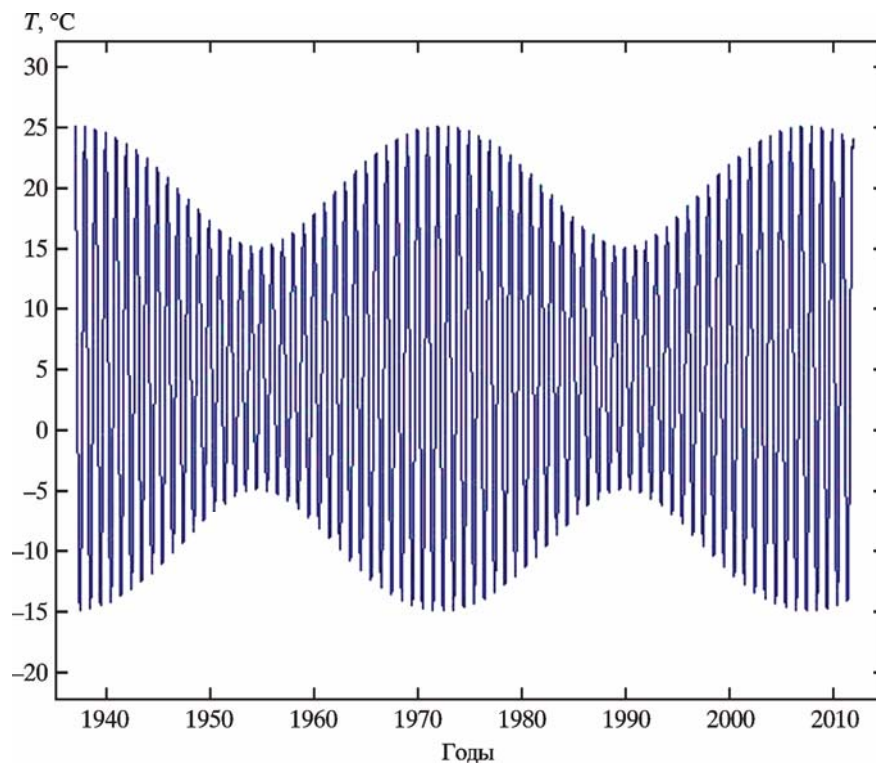


Рис. 6. Графическое выражение модели биений температуры воздуха с двумя гармониками периодов 365 и 355 сут (уравнение (3)) на примере результирующего колебания температуры в г. Москва с 1937 по 2012 г.

Пояснения см. в тексте

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° , а амплитуда уменьшилась до минимума: $15^{\circ} - 5^{\circ} = 10^{\circ}$. Зимы стали теплыми, а летние сезоны прохладными. С 1991 по 2007 г. фазы колебаний T сходились, амплитуда постепенно увеличивалась и в 2007 г. она снова достигла максимального значения 20° . Отметим, что в процессе биений T изменяется только амплитуда, а среднегодовое значение T остается постоянным.

В результате проведенного нами анализа столетних рядов наблюдений температуры воздуха на метеостанциях ЕТР с суточной дискретностью (по данным Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (ВНИИГМИ-МЦД; сайт в Интернете: <http://aisori.meteo.ru/ClimateR>) обнаружено, что холодные зимы и жаркие летние сезоны наблюдались в центре ЕТР в годы, близкие к 2002/2010, 1972, 1936/1938 и 1901 гг. Найденная последовательность аномально жарких летних сезонов и холодных зим, подтверждает существование квазиридцатипятилетних биений температуры воздуха. Однако возникает вопрос, почему амплитуда годовых колебаний флуктуирует от года к году.

В спектре колебаний температуры имеется большой пик на периоде 206 сут. Семь этих периодов примерно кратны четырем солнечным годам. Это приводит к возникновению четырехлетней цикличности. Из-за таких биений 35-летний цикл изменения амплитуды годового колебания температуры сильно затушевывается (рис. 7). Вместо постепенного изменения T (см. рис. 6) наблюдается разброс лет с жаркими и холодными сезонами. Действительно, наряду с 1972 г. умеренно жаркие летние сезоны были также

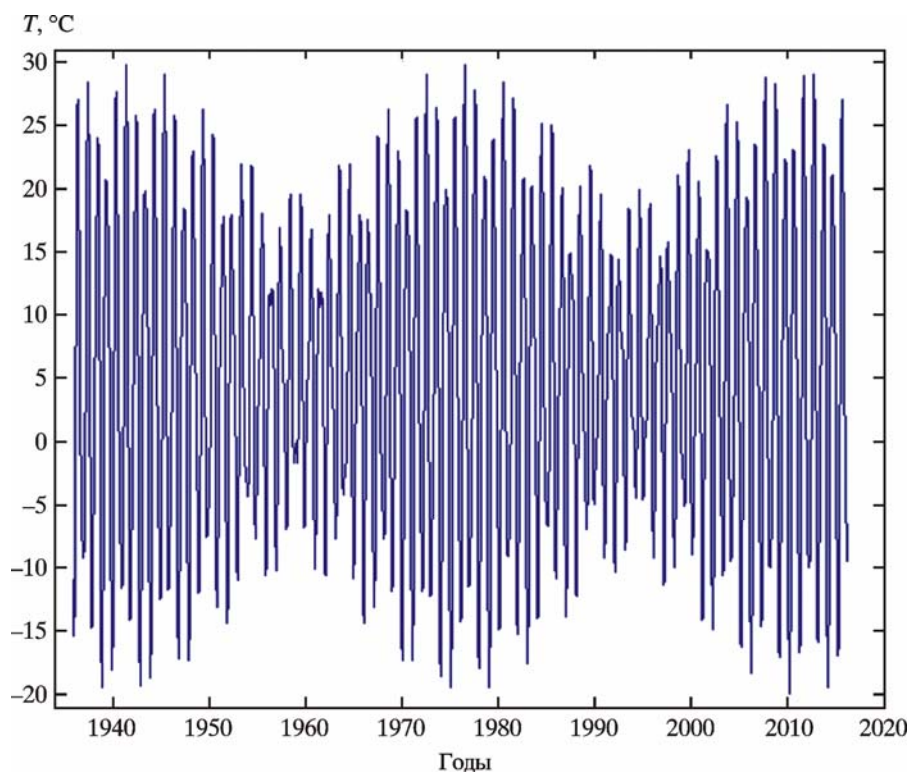


Рис. 7. Графическое выражение модели биений температуры воздуха с тремя гармониками ($T = 5 - 15\cos 2\pi t / 365 - 5 \cos 2\pi t / 355 - 5\sin 2\pi t / 206$) на примере колебаний температуры в центральной части Европейской территории России с 1932 по 2014 г.

Пояснения см. в тексте

в 1975, 1979, 1981 гг., а холодные зимы наблюдались в 1969, 1972, 1976 и 1978/1979 гг. При приближении нового момента совпадения фаз около 2007 г. снова участились жаркие летние сезоны (2002, 2007, 2010–2014 гг.) и холодные зимы (2002, 2006, 2010–2012 гг.). На первый взгляд может создаться впечатление, что экстремумы T на рис. 7 меняются не периодически, а случайным образом. Так, возникают «двойники» типа экстремумов в 1936 г. и 1938 г. вместо 1937 г., и в 2002 г. и 2010 г. вместо 2007 г.

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 1930-е, 1970-е годы и в начале XXI в. на ЕТР часто отмечались холодные зимы и жаркие летние сезоны (склонность к «континентальному» климату), а в 1950-е и 1990-е годы сильные морозы и жаркие летние сезоны происходили реже обычного (склонность к «морскому» климату). Об этих колебаниях климата и писали, по всей вероятности, авторы работ [The essays..., 1680; Крафт, 1741; Brückner, 1890].

Механизм формирования многолетних колебаний климата

За счет чего же холодное небесное тело Луна может влиять на температуру воздуха на Земле и приводить к изменениям климатических условий от «континентальных» до «морских» при неизменности физико-географических условий местности? Дело в том, что приливы влияют на количество облачности в атмосфере. От амплитуды и фазы лунного прилива зависит балл облачности в месте наблюдения.

При ясной погоде днем атмосфера разогревается за счет солнечной радиации, а ночью выхолаживается за счет инфракрасного излучения. Летом день длится существенно дольше ночи, максимальна и полуденная высота Солнца над горизонтом. Поэтому в течение лета при ясной погоде атмосфера 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 постепенно 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, 1972, 1936/1938 и 1901 гг. Значит, в интервалы времени, близкие к этой последовательности лет, должны наблюдаться отрицательные аномалии количества облачности в течение всего года.

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 всего года лето должно быть прохладным, а зима – теплой. Такие условия наблюдались в годы, близкие к 1990, 1956 и 1919 гг. Значит, в интервалы времени, близкие к этой последовательности лет, должны наблюдаться положительные аномалии количества облачности.

Реальность изложенного выше механизма формирования биений годовых колебаний T проверялась в работах [Сидоренков и др., 2012а, б, 2013]. Были вычислены скользящие средние за год, а также за пять лет суточные значения облачности и продолжительности солнечного сияния с 1956 по 2010 г. На рис. 8 приведены только продолжительности солнечного сияния (ПСС), поскольку они измеряются по записям гелиографов, которые дают более объективную оценку облачности за день [Сидоренков и др., 2012б].

Из данных, приведенных на рис. 8, видно, что положительные аномалии солнечного сияния преобладали с 1963 по 1975 г. и с 1995 по 2014 г., отрицательные аномалии наблюдались с 1956 по 1962 г. и с 1976 по 1994 г. Такой ход свидетельствует о существовании генерируемого Луной 35-летнего цикла в продолжительности солнечного сияния и количества облачности. Максимальная за день ПСС (5.9 ч) отмечалась в 2002 г., а минимальная – около 3.9 ч – в 1990 г. и в 1993 г. В годы с жаркими летними сезонами и холодными зимами средняя за день ПСС была примерно на 1.5 ч (31 %) больше, чем в годы с прохладными летними сезонами и теплыми зимами. Еще больший размах (от 3.7 до 6.8 ч) аналогичного колебания наблюдается в г. Казань (см. рис. 8).

Для более убедительного доказательства зависимости изменений амплитуды годовых колебаний температуры от вариаций продолжительности солнечного сияния нами подготовлен ряд разности максимальной и минимальной температуры (размаха или удвоенной амплитуды T) в городах Москва и Казань для каждых суток с 1966 по 2011 г., вычислены их скользящие среднегодовые значения и проведен сравнительный анализ со скользящими среднегодовыми значениями продолжительности солнечного сияния в этих городах. Линейный тренд исключен из хода обеих кривых.

На рис. 9 представлены результаты вычислений для г. Москва. Видно, что ПСС тесно коррелирует с ходом суточного размаха температуры воздуха (коэффициент корреляции $r = 0.65$). Изменения размаха температуры T определяются вариациями ПСС, а точнее, количеством поступающей солнечной радиации. Приращение ПСС на 1 ч приводит к увеличению размаха T на 1° .

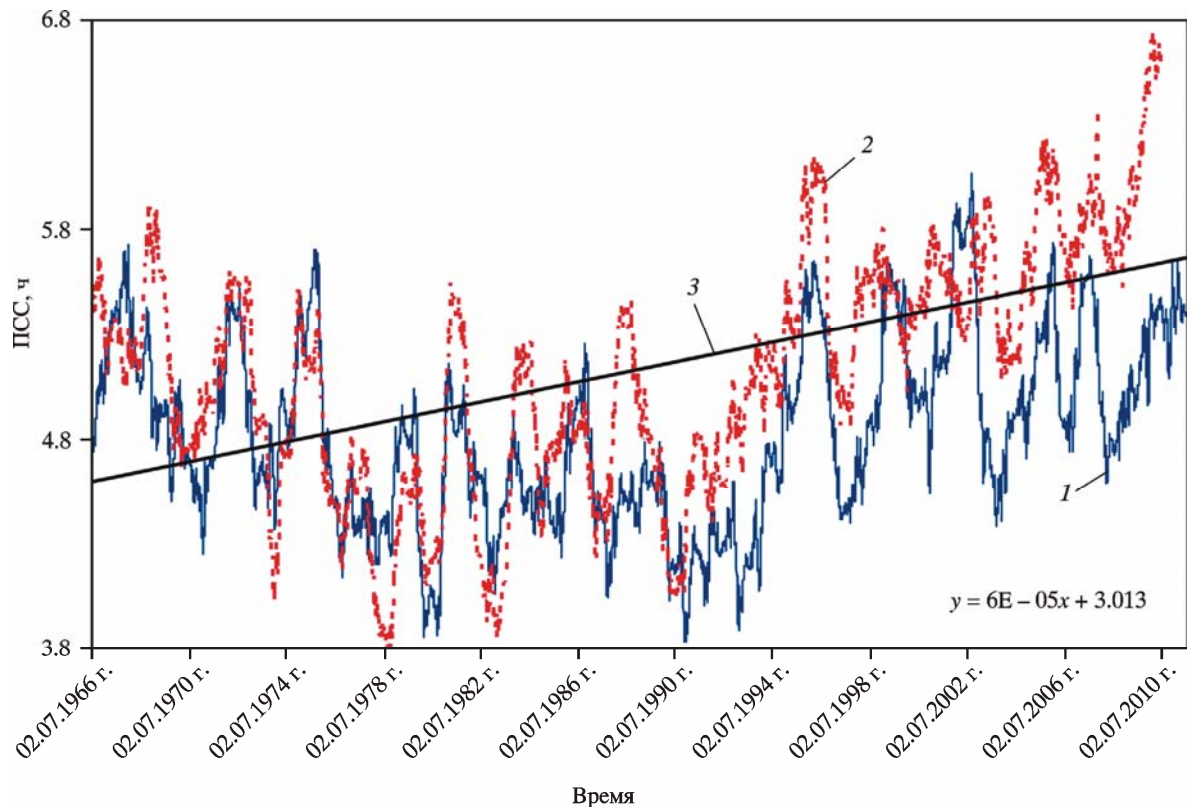


Рис. 8. Скользящие пятилетние средние продолжительности солнечного сияния (ПСС) за день в г. Москва с 1956 по 2011 г. (1) и в г. Казань с 1966 по 2010 г. (2)
3 – линейный тренд для г. Казань

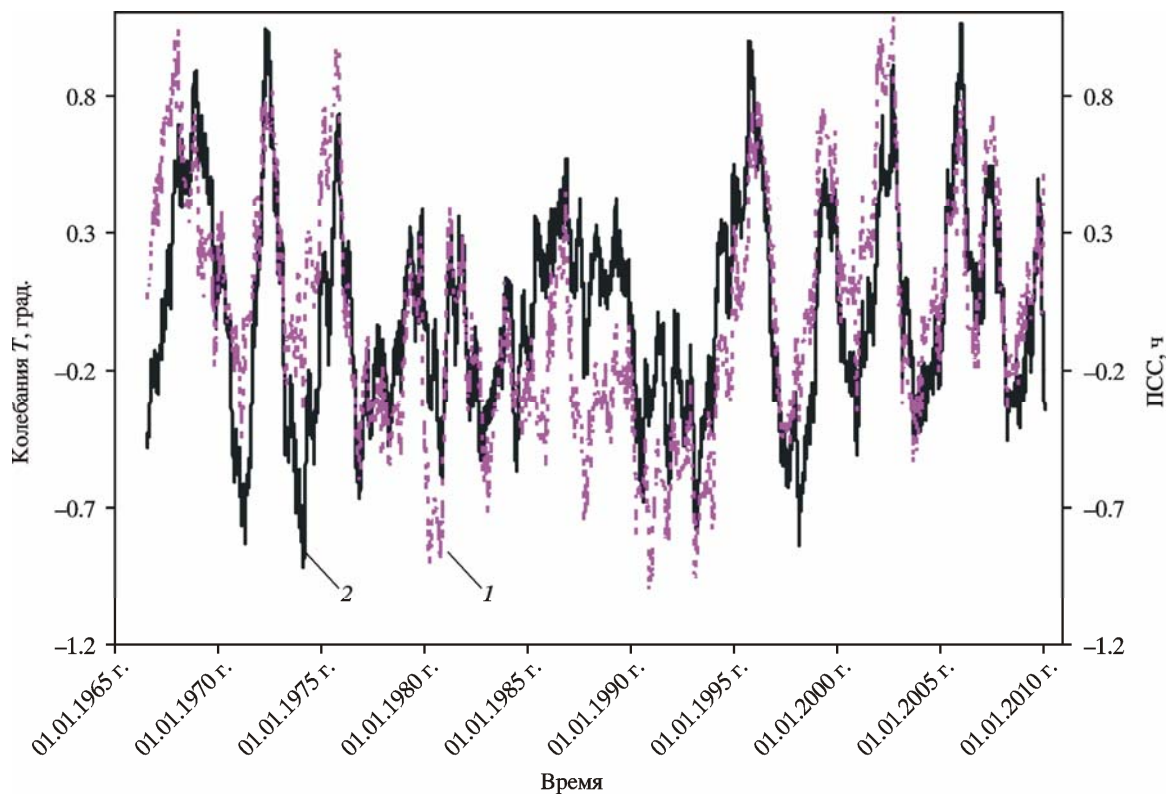


Рис. 9. Синхронный ход скользящих среднегодовых значений продолжительности солнечного сияния (ПСС) (1) и размаха температуры воздуха (T) (2) в г. Москва с 1966 по 2011 г. с суточной дискретностью

Размахи температуры и ПСС в городах Казань и Москва тесно коррелируют друг с другом (коэффициент корреляции соответственно 0.66 и 0.70). Фазы этих колебаний в большинстве случаев совпадают, что свидетельствует об их общей природе, связанной с особенностями месячного движения Земли и ее линии апсид, соединяющей перигей с апогеем [Сидоренков и др., 2013].

Прямые актинометрические наблюдения полностью подтверждают существование квазитридцатипятилетних колебаний притока солнечной радиации в масштабах территории Российской Федерации. По данным [Доклад..., 2014] в 1961–1975 гг. на всей территории России отмечались положительные аномалии приходящей солнечной радиации. В конце 1980-х – начале 1990-х годов повсеместно отмечается пониженное поступление солнечной радиации. В последние пять лет XX в. и в начале XXI в. приходящая солнечная радиация вернулась к положительным аномалиям.

Таким образом, ход облачности, продолжительности солнечного сияния, притока солнечной радиации и изменения годовой амплитуды температуры воздуха подтверждают предположение о том, что взаимодействие гравитационных лунно-солнечных приливов с радиационными условиями в атмосфере (из-за изменения количества облачности) создают квазитридцатипятилетние колебания локального климата от континентального (с жарким летом и холодной зимой) [Сидоренков и др., 2012а, б, 2013] до морского (с прохладным летом и теплой зимой).

4-летний и 8-летний циклы

Помимо квазитридцатипятилетней волны, на рис. 8 и 9 видны также большие квазичетырехлетние флуктуации ПСС и размаха температуры T . Они возникают из-за того, что, как отмечалось выше, периоды 4 и 8 лет кратны целому числу многих лунных месяцев и циклов.

Кривые приливных колебаний скорости вращения Земли v и даты экстремумов на них почти повторяются через 4 года (рис. 10) [Сидоренков, Сумерова, 2012]. Это означает, что через 4 года почти повторяется последовательность конфигураций во взаим-

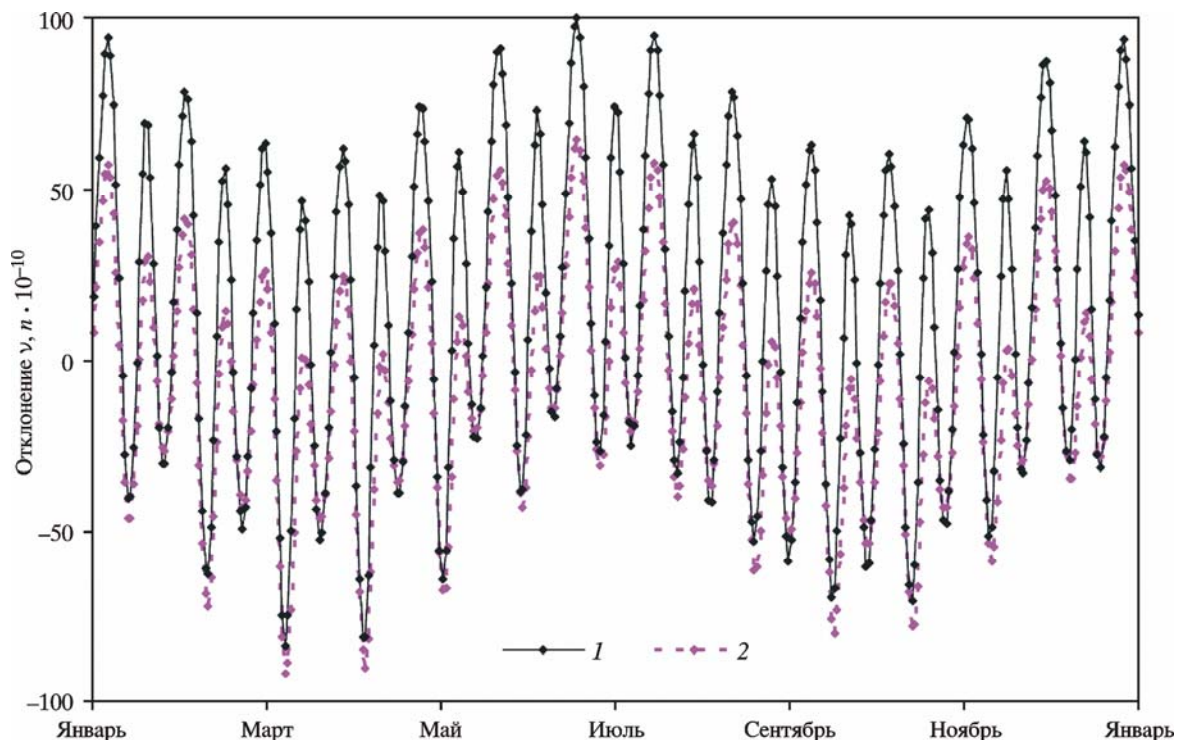


Рис. 10. Приливные колебания скорости вращения Земли v по месяцам в 2008 г. (1) и в 2012 г. (2)

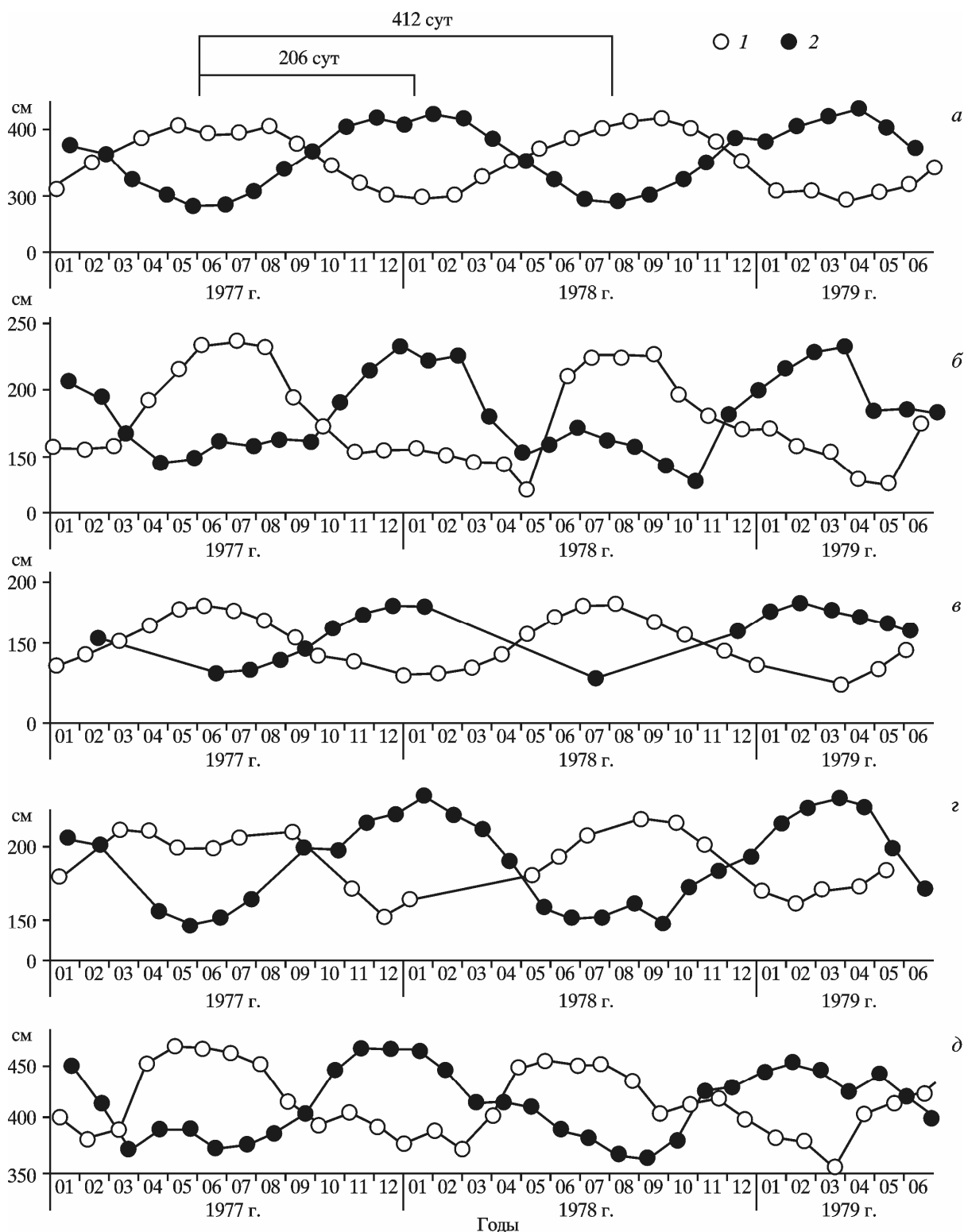


Рис. 11. Размах наибольшего сизигийного прилива в моменты полнолуний (1) и новолуний (2) в городах Мурманск (а), Пуэрто-Вильямс (Чили) (б), Сува (Фиджи) (в), Леруик (Шотландия) (г) и Магадан (д) по данным [Avsuk, Maslov, 2011]

ных положениях Земли, Луны, Солнца, больших осей их орбит (линий апсид). Наличие квазичетырехлетних флуктуаций ПСС и T (см. рис. 8 и 9) является неоспоримым свидетельством связи изменений погоды в городах Москва и Казань с ходом приливных колебаний скорости вращения Земли v .

В 4-летней области спектра проявляется также затменный цикл октон длительностью 3.8 года (47 синодических месяцев). Он кратен 19-летнему циклу Метона (1:5). Биения циклов октон и 4-летнего порождают цикл каллиппик длительностью 76 лет (см. таблицу).

4-летняя цикличность среднемесячной температуры и месячных сумм осадков на всей территории бывш. СССР описана в работе [Федоров, 2002]. В г. Москва в последние годы размах 4-летних колебаний годовых сумм осадков превышает 200 мм. Поэтому легко заметить чередование серий засушливых (2002, 2006, 2010 и 2014 гг.) и влажных (2000, 2004, 2008 и 2012 гг.) лет. 4-летняя цикличность наблюдалась в динамике урожайности зерновых культур на Европейской территории бывш. СССР [Раунер, 1981]. Однако 4-летняя цикличность нестабильна, так как циклы 4 и 3.8 лет подстраиваются под цикл Метона длительностью 19 лет, который обычно слагается из последовательностей $4 + 4 + 7 + 4$ лет. В итоге 4-летняя цикличность иногда «исчезает» и затем «восстанавливается» через 7 лет.

Отметим, что лунные циклы 412 и 206 сут, порождающие 4-летний и 8-летний циклы, выявлены в спектрах аномалий температуры воздуха (см. рис. 5) и колебаниях уровня моря (рис. 11) [Avsuk, Maslov, 2011]. Из данных, приведенных на рис. 11, видно, что уровень моря на земном шаре повторяет 206-суточные биения продолжительности полнолуний и новолуний во времени, представленные на рис. 4. Размах колебаний уровня моря в г. Мурманск, например, составляет при этом около 120 см.

Декадные изменения климата

Квазитридцатипятилетние изменения облачности приводят к колебаниям радиационного баланса земных регионов. Амплитуда этих колебаний быстро возрастает с увеличением широты, так как продолжительность дня (летом) и ночи (зимой) увеличивается с ростом широты и на полюсах достигает полгода. Когда в полярных областях преобладает ясная погода, это приводит летом к притоку аномально большого количества тепла от Солнца, а зимой – к столь же большой потере тепла. В таких случаях происходят радикальные возмущения межполушарной циркуляции, приводящие к большим аномалиям обмена массой воздуха, тепла, водяного пара и загрязнений между Северным и Южным полушариями [Сидоренков, 2002; Sidorenkov, 2009]. Мы не располагаем прямыми данными об этих аномалиях. Но на их существование указывают следующие косвенные факты.

Жаркие летние сезоны и холодные зимы в Европейской части России наблюдались в годы, близкие к 2002/2010, 1972, 1936/1938 и 1901 гг. Именно вблизи этих лет отмечались изменения декадных тенденций изменения температуры Северного полушария, смена эпох атмосферной циркуляции, интенсивности индийского муссона, массы ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии, режимов скорости вращения Земли v (рис. 12) [Сидоренков, 2002; Sidorenkov, 2009].

Из данных, приведенных на рис. 12, видно, что в периоды ускорения вращения Земли температура воздуха растет, а в периоды замедления вращения – падает. Ход кривой скорости вращения Земли v коррелирует с изменениями температуры T с коэффициентом корреляции $r = 0.67$ и накопленных сумм атмосферной циркуляции $C - r = -0.70$. Сингулярный спектральный анализ рядов скорости вращения Земли, глобальных аномалий температуры воздуха и уровня моря указывает на присутствие в них периодов, близких к лунным периодам 18.6 и 8.85 года [Zotov et al., 2014].

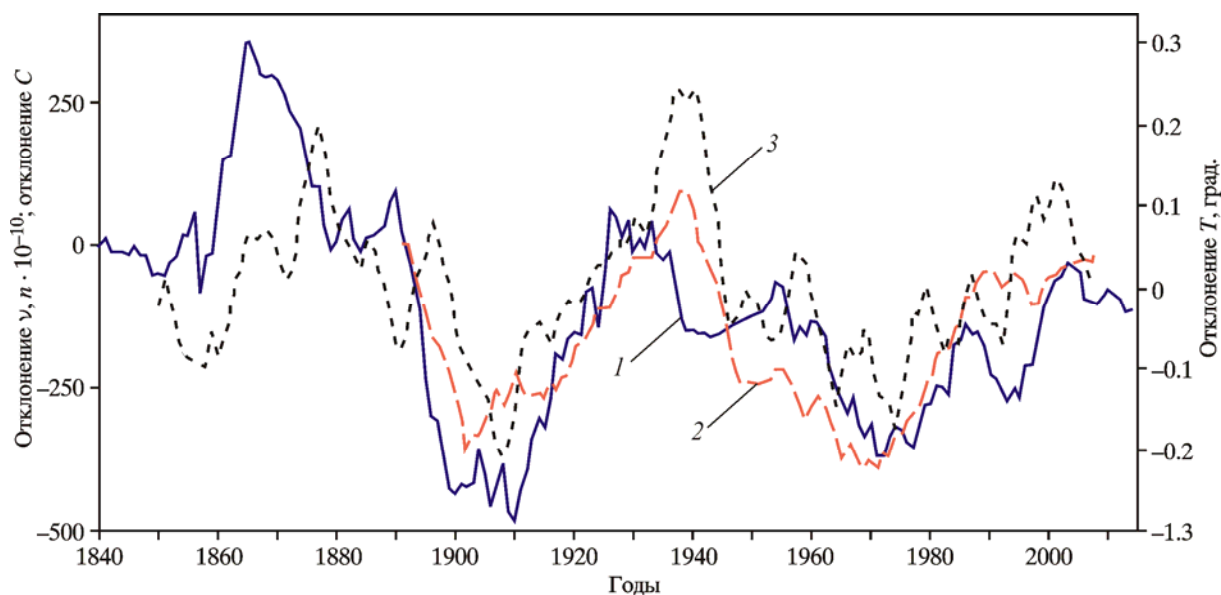


Рис. 12. Вариации скорости вращения Земли v (1), накопленных аномалий формы циркуляции Вангенгейма C с обратным знаком (2) и скользящих средних за пять лет глобальных аномалий температуры воздуха T HadCRUT3 (3)

Пояснения см. в тексте

В 2003 г. наблюдались максимумы скорости вращения Земли v и хода температуры T . Как было предсказано в работе [Сидоренков, Свиренко, 1983], с 2004 г. наступила новая 35-летняя эпоха атмосферной циркуляции: вращение Земли v стало замедляться, а температура воздуха T – понижаться. Эта эпоха может продлиться примерно до 2039 г. Следует отметить, что декадные изменения климата приводят к колебаниям массы ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии. Из-за этого изменяется тензор момента инерции Земли и, как следствие, вектор угловой скорости вращения Земли [Сидоренков, 2002; Sidorenkov, 2009].

Заключение

В статье описана установленная нами природа естественных синоптических периодов, лунного года, полного лунного цикла и его субгармоники 206 сут, 35- и 4-летних колебаний климата. Это самые заметные проявления лунно-солнечных циклов в климатической системе. В действительности же лунно-солнечных циклов очень много. Диапазон их периодов практически не ограничен. К тому же существуют не только парные, но и комбинационные взаимодействия колебаний. В статье мы упомянули возможность рассмотрения периодов Чандлера и квазидвухлетнего цикла ветра в экваториальной стратосфере как комбинационных колебаний динамики системы «Земля–Луна–Солнце». Их исследование только начинается. Предстоит выяснить проявление в климатической системе и многих других лунно-солнечных циклов.

В работе [Сидоренков и др., 2015] рассмотрены причины возникновения устойчивых блокирующих систем и выпадения аномально сильных осадков летом 2013 г. Показано, что эти явления были связаны с тем, что в течение всего года Луна оказывалась вблизи перигея в Южном полушарии небесной сферы и вблизи апогея в Северном полушарии. В перигее Луна движется быстро, а в апогее медленно. Вследствие этого в каждом обороте по своей орбите Луна находилась в Северном полушарии небесной сферы на 30 %

времени больше, чем в Южном. Это и вызывало в 2013 г. возникновение блокирующих систем в атмосфере, которые в конечном счете и приводили к обильным осадкам и наводнениям в одних регионах и жаре и засухам в других регионах.

В исследовании [Литвиненко, 2012] обнаружена связь между повторяемостями затмений и особенностями годового хода аномалий температуры воздуха. Приведены примеры повторения особенностей распределения температурных аномалий в циклах сарос и экселигмос. Показано, что аномально холодные/теплые годы (по глобальной температуре) отмечаются, когда затмения наблюдаются соответственно в полярных/экваториальных районах. Понятно, что эти зависимости не могут возникнуть из-за очень коротких мгновений экранирования прямой солнечной радиации Луной во время затмения. Эффект возникает, вероятно, вследствие тех или иных постепенно складывающихся в системе «Солнце–Земля–Луна» в годы определенных затмений конфигураций тел, линий узлов и апсид, влияющих на приток солнечной и космической плазмы (а, возможно, и темной энергии) к Земле. Требуются междисциплинарные исследования для выяснения причин выявленных выше зависимостей климатических режимов от взаимных конфигураций в системе «Земля–Луна–Солнце».

Исследование геодинамических причин изменений погоды и климата ведет не только к пониманию их природы, но открывает широкие возможности долгосрочного прогноза погоды и изменений климата [Сидоренков, 2003; Сидоренков, Сумерова, 2010б].

Литература

- Авсюк Ю.Н.* Приливные силы и природные процессы. М.: ОИФЗ РАН, 1996. 188 с.
- Блехман И.И.* Синхронизация в природе и технике. М.: Наука, 1981. 352 с.
- Борисенков Е.П., Пасецкий В.М.* Экстремальные природные явления в русских летописях XI–XVII вв. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.
- Вангенгейм Г.Я.* Опыт применения синоптических методов к изучению и характеристике климата. М.: Изд-во ЦУГМС, 1935. 112 с.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2013 год. М.: Росгидромет, 2014.
- Зигель Ф.* Виновато Солнце. М.: Дет. лит., 1972. 192 с.
- Крафт Г.* Подлинное и обстоятельное описание построенного в Санкт-Петербурге в 1740 г. Ледяного дома и о бывшей во всей Европе жестокой стуже, сочиненное для охотников до натуральной науки. [1741]. URL: http://memoirs.ru/texts/Kraft_1741.htm
- Литвиненко Л.Н.* Закономерность или случайность в совпадении динамики аномалий средних декадных температур 1951 и 1969, 1990 и 2008 годов? // Система «Планета–Земля». (Нетрадиционные вопросы геологии). М.: ЛЕНАНД, 2012. С. 292–304.
- Лунгерсгаузен Г.Ф.* О периодичности геологических явлений и изменении климатов прошлых геологических эпох // Проблемы планетарной геологии. М.: Госгеолтехиздат, 1963. С. 7–49.
- Мультиановский Б.П.* Основные положения синоптического метода долгосрочных прогнозов погоды. М.: Изд-во ЦУЕГМС, 1933. 139 с.
- Раунер Ю.Л.* Климат и урожайность зерновых культур. М.: Наука, 1981. 163 с.
- Сидоренков Н.С.* Приливные колебания атмосферной циркуляции // Тр. Гидрометцентра России. 2000. Вып. 331. С. 49–63.
- Сидоренков Н.С.* Атмосферные процессы и вращение Земли. СПб.: Гидрометеиздат, 2002. 366 с.
- Сидоренков Н.С.* Приливы дирижируют погодой // Земля и Вселенная. 2003. № 5. С. 3–9.

- Сидоренков Н.С.* Лунно-солнечные приливы и атмосферные процессы // *Природа*. 2008. № 2. С. 23–31.
- Сидоренков Н.С.* О неправильной оценке роли приливных явлений в геофизике // *Геофизические исследования*. 2010. Т. 11, спец. вып. С. 119–128.
- Сидоренков Н.С., Жигайло Т.С.* Геофизические эффекты месячного движения Земли // Система «Планета–Земля». М.: ЛЕНАНД УРСС, 2014. С. 312–316.
- Сидоренков Н.С., Свиренко П.И.* К вопросу о многолетних колебаниях атмосферной циркуляции // *Метеорология и гидрология*. 1983. № 11. С. 20–25.
- Сидоренков Н.С., Сумерова К.А.* Синхронизация вариаций атмосферной циркуляции колебаниями лунно-солнечных приливов и подбор аналогов для долгосрочных прогнозов погоды // *Тр. Гидрометцентра России*. 2010а. Вып. 344. С. 238–251.
- Сидоренков Н.С., Сумерова К.А.* Геодинамика и гидрометеорологические прогнозы // 80 лет Гидрометцентру России. М.: ТРИАДА Лтд., 2010б. С. 254–263.
- Сидоренков Н.С., Сумерова К.А.* Причины аномально жаркого лета 2010 года на Европейской территории России // *Тр. Гидрометцентра России*. 2011. Вып. 346. С. 191–205.
- 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., Жигайло Т.С., Незваль Е.И., Неушкин А.И., Шерстюков Б.Г.* Многолетние изменения количества облачности и продолжительности солнечного сияния в Москве // *Физические проблемы экологии (экологическая физика)* / Под ред. В.И. Трухина, Ю.А. Пирогова, К.В. Показеева. М.: МАКС Пресс, 2012а. № 18. С. 357–363. URL: http://ocean.phys.msu.ru/ecophys/ecophys-18_pp247-426.pdf
- Сидоренков Н.С., Переведенцев Ю.П., Горбаренко Е.В., Неушкин А.И., Сумерова К.А., Шарипова М.М., Шерстюков Б.Г.* Брикнеров цикл в изменении облачности и продолжительности солнечного сияния в Москве и Казани // *Тр. Гидрометцентра России*. 2012б. Вып. 347. С. 35–43.
- Сидоренков Н.С., Переведенцев Ю.П., Шарипова М.М., Гимранова А.Б., Петров В.Н.* О квазитрехлетних и квазитридцатипятилетних биениях амплитуды суточных колебаний температуры // *Уч. зап. Казан. ун-та. Сер. Естественные науки*. 2013. Т. 155, кн. 1. С. 171–179.
- Сидоренков Н.С., Бизуар К., Зотов Л.В., Салстейн Д.* Момент импульса атмосферы // *Природа*. 2014. № 4. С. 22–28.
- Сидоренков Н.С., Чазов В.В., Петров В.Н.* Роль астрономических авторов в изменениях погоды и климата: Система «Планета–Земля». М.: ЛЕНА НД УРСС, 2015. С. 173–178.
- Хромов С.П.* Солнечные циклы и климат // *Метеорология и гидрология*. 1973. № 9.
- Федоров В.М.* Астрономическая климатология. М.: Изд-во МГУ, 2002. 236 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. doi: 10.1007/s11038-011-9381-8
- Brückner E.* Klimaschwankungen seit 1700 // *Geographische Abhandlungen*. 1890. V. 14. P. 325.
- 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., Zhigailo T.S.* Geophysical effects of the Earth's monthly motion // *Odessa Astron. Publ. Odessa National University, Ukraine*; 2013. V. 26/2. P. 285–287.
- The essays or counsels, civil and moral of Sir Francis Bacon Lord Verulum Viscount St. Alban [electronic resource]: with a table of the colours... London: Printed by M. Clark for Samuel Mearne..., 1680. URL: <http://trove.nla.gov.au/version/182900231>
- Wilson I.R.G.* Long-term Lunar atmospheric tides in the Southern Hemisphere // *Open Atmosph. Sci. J.* 2013. V. 7. P. 51–76.

Zotov L.V., Bizouard Ch., Sidorenkov N.S. Common oscillations in global Earth temperature, sea level, and Earth rotation // Poster at EGU General Assembly, 2014: Geoph. Res. Abstr. V. 16. EGU2014-5683.

Сведения об авторе

СИДОРЕНКОВ Николай Сергеевич – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации. 123242, г. Москва, Большой Предтеченский пер., д. 11/13. Тел.: +7 (499) 795-21-56. E-mail: sidorenkov@mescom.ru

CELESTIAL-MECHANICAL FACTORS OF THE WEATHER AND CLIMATE CHANGE

N.S. Sidorenkov

Hydrometeorological Scientific Research Centre of the Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract. Discovered by the author synchronization in the development of atmospheric synoptic processes and tidal oscillations of the Earth's rotation rate is described. Data on the Earth's monthly rotation, tidal oscillations of the Earth's rotation rate, and basic lunar-solar cycles are presented. The causes of the formation of Mul'tanovskii's elementary synoptic periods are explained. Manifestations of 4- and 8-year cyclicity in the climate system are justified. It is shown that the 35-year Brückner cycle arises due to the beats between solar annual (365 days) and lunar annual (355 days) oscillations in meteorological characteristics. A mechanism whereby the lunar-solar tides influence the air temperature is proposed based on the interaction of gravitational lunar-solar tides with atmospheric radiation conditions (varying cloud amount). The relation between fluctuations of climatic characteristics and variations in the Earth's rotation rate on decadal time scales is discussed.

Keywords: lunisolar tides, rotation of the Earth, cosmic influences, lunar cycle, weather forecast, climate change.