ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК: 551.590.2:551.515:556

DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-6-16

ЭЛЬ-НИНЬО 1997–1998 ГГ. И 2015–2016 ГГ. НА ФОНЕ СИНХРОНИЗАЦИИ СИЛ ТЯГОТЕНИЯ ЛУНЫ И СОЛНЦА В ПЕРИОД ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЗАТМЕНИЙ

Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В.

*Московский государственный областной университет
141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Российская
Федерация*

Аннотация

Цель. Выявить сходство причин формирования самых сильных в современной истории Эль-Ниньо 1997–1998 гг. и 2015–2016 гг., которые объединены 120, 125, 130 сериями Саросов солнечных затмений.

Процедура и методы. Изучены научные работы о причинах возникновения и классификации событий Эль-Ниньо. Проанализированы совпадения в траекториях экваториальных солнечных затмений в период заключительной фазы формирования Эль-Ниньо.

Результаты. Экстремальные события ЭНЮК, выделенные сотрудниками МГУ, распределились следующим образом: пятнадцать лет из восемнадцати с событиями Ла-Нинья (кроме 1955, 1965, 1976 гг.) были годами с двумя полярными затмениями и, как правило, предшествовали годам с Эль-Ниньо. Особенностью одиннадцати из двенадцати лет с январскими Эль-Ниньо (за исключением 1978 г.) являлось наличие траекторий солнечных затмений, проходящих через акваторию тропических и экваториальных районов Тихого или Индийского (с выходом на запад Тихого) океанов. В отдельные годы траектория затмения начиналась в Юго-Восточной Азии. Указанные различия астрономических событий в период формирования Эль-Ниньо и Ла-Нинья свидетельствуют о необходимости учитывать влияние сил небесной механики в виде синхронизации сил тяготения Луны и Солнца, и их достаточно сложную роль в земных процессах.

© СС ВУ Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В., 2021.

Теоретическая и/или практическая значимость. Причинами, формирующими запуск колебаний Маддена-Джулиана и аномальных западных ветров, которые являются необходимым условием для возникновения Эль-Ниньо, могут быть приливные силы Луны и Солнца и их синхронизация в течение месяца до и после момента затмения на западе Тихого океана, в Индийском океане, Юго-Восточной Азии. Силы тяготения в зависимости от конфигурации траектории затмения вовлекают воздушные массы в тропических и экваториальных широтах в аномальный западный перенос, с юго- или северо-западной составляющей. Полярные затмения в высоких широтах могут усиливать полюсные приливы, создающие прибойные волны, и стать триггером к запуску изменения скорости и амплитуды волн Кельвина и Россби, особенно при смене полярных затмений на экваториальные.

Ключевые слова: Эль-Ниньо, роль небесной механики, траектория затмения, аномальный западный тропический перенос

EL NIÑO OF 1997–1998 AND 2015–2016 COMPARED TO THE SYNCHRONIZATION OF THE GRAVITATIONAL FORCES OF THE MOON AND THE SUN DURING THE EQUATORIAL SOLAR ECLIPSES

L. Litvinenko, V. Litvinenko

Moscow Region State University

24 Vera Voloshina ul., Mytishchi 141014, Moscow region, Russian Federation

Abstract

Aim. The work is aimed at revealing the similarity of the conditions for the appearance of the strongest modern El Niño of 1997–1998 and 2015–2016 (which are united by 120, 125, 130 Saros series of solar eclipses) years.

Methodology. Scientific works on the causes and classification of El Niño events are studied. The coincidences in the trajectories of equatorial solar eclipses during the final phase of the El Niño formation are analyzed.

Results. The extreme ENSO events identified by the MSU staff are distributed as follows: fifteen years out of eighteen with La Niña events (except for 1955, 1965, 1976) were years with two polar eclipses and, as a rule, preceded the years with El Niño. A feature of eleven out of twelve years with January El Niño (with the exception of 1978) was the presence of trajectories of solar eclipses, passing through the waters of the tropical and equatorial regions of the Pacific or Indian (with access to the west of the Pacific) oceans. In some years, the trajectory of the eclipse began in Southeast Asia. These differences in astronomical events during the formation of El Niño and La Niña indicate the need to take into account the influence of the forces of celestial mechanics in the form of synchronization of the gravitational forces of the Moon and the Sun, and their rather complex role in terrestrial processes.

Research implications. The reasons shaping the launch of Madden–Julian oscillations and abnormal westerly winds (which are a necessary condition for the emergence of El Niño), may be the tidal forces of the Moon and the Sun and their synchronization during the month, before and after the moment of the eclipse, in the western Pacific Ocean, in the Indian Ocean, in South-East Asia. Gravitational forces, depending on the configuration of the eclipse trajectory, involve

air masses in tropical and equatorial latitudes in an anomalous western transfer, with south- or north-western components. Polar eclipses at high latitudes can amplify polar tides, creating surf waves, and become a trigger to changes in the speed and amplitude of Kelvin and Rossby waves, especially when polar eclipses change to equatorial ones.

Keywords: El Niño, role of celestial mechanics, eclipse trajectory, anomalous western tropical transfer

Введение

Эффект Эль-Ниньо и его геоэкологические последствия (нередко катастрофические) наиболее чётко выражены в Тихоокеанском регионе, особенно у берегов Южной Америки. Однако из-за аномальной и масштабной перестройки процессов в экваториальной части океана, а это около 20 000 км, или половина длины земного экватора, планетарное расположение барических центров действия атмосферы также претерпевает изменения. В результате даже на территории Русской равнины проявляются отклики глобального катаклизма. Дефолт в России в 1998 г. произошёл в основном по политическим причинам, но обвалу производства зерна до послевоенного уровня (47,8 млн т) в некоторой степени способствовала также и двухгодичная засуха, повторившаяся, как и в 1997 г., в зерновых районах страны.

По оценке американских специалистов, в США экономический ущерб от последствий Эль-Ниньо в 1997–1998 гг. оценивался в 33–35 млрд долларов, тогда как в 1982–1983 гг. он составил около 13 млрд долларов¹.

Явление Эль-Ниньо в 2015–2016 гг. оказалось более сильным, что также прослеживалось в режиме температур и на европейской территории нашей страны. Однако более благоприятное для роста и развития озимых и яровых культур распределение температур по месяцам в значительной степени повлияло на существенное увеличение валового сбора зерна в 2016 г., наряду с подъёмом экономики относительно 1998 г. Особенностью 2016 г. и 1998 г. в большинстве месяцев была преимущественно положительная аномалия средних месячных температур, которая сопровождалась необычно сильными снегопадами зимой и засухой в тёплый период года. Например, в январе 2016 г. выпадало до 2–3 месячных норм осадков, а за половину суток – иногда более 20 мм снега, что считается опасным явлением погоды². Значительному повышению средней температуры января 1998 г. (до +4°C) и февраля 2016 г. (до +6°C) предшествовала морозная погода в декабре и январе соответственно. Возврат аномальных холодов в эти годы отмечался и в конце осени, особенно в ноябре 1998 г.

¹ Эль-Ниньо 2015 г. войдет в тройку сильнейших природных феноменов / Голос русскоязычной Америки [сайт]. URL: <https://www.forumdaily.com/el-nino-2015-goda-vojdets-v-trojku-silnejshix-prirodnix-fenomenov/> (дата обращения: 23.02.2021).

² Основные погодно-климатические особенности, наблюдавшиеся на Северном полушарии Земли в 2016 г. / Обзоры погодно-климатических особенностей, наблюдавшихся в Северном полушарии в 2001–2018 гг.: Гидрометцентр России [сайт]. URL: <http://old.meteoinfo.ru/climate/climat-tabl3/2016-climat-analysis> (дата обращения: 23.02.2021).

(до -3 , -7°C) и октябре–ноябре 2016 г. (до -1 , -2°C). В остальной период с марта по август аномалии температур были в основном положительными. В 1998 г. в июне температура воздуха в зерновых районах страны повышалась до 40°C , а отклонение средней месячной температуры от нормы составило $+2$, $+3^{\circ}\text{C}$. В 2016 г. в марте, апреле и августе было очень жарко – на три градуса теплее обычного, но в мае температура понижалась до средних многолетних значений, а в июне не превышала их более, чем на $1,5^{\circ}\text{C}$.

Несмотря на предпосылки к снижению урожая в результате влияния на атмосферные процессы феномена Эль-Ниньо, прохладный май и умеренно жаркий июнь сгладили их и создали благоприятные условия для налива зерна. Кроме того, рост посевных площадей почти за двадцатилетний период укрепления сельского хозяйства способствовал получению максимального валового сбора зерна в России (120,7 млн т).

Сложность предсказания катастрофического явления Эль-Ниньо связана с неперIODичностью его проявления. Однако последовательное событие необычайно сильных Эль-Ниньо 1997–1998 гг. и 2015–2016 гг., которые разделены восемнадцатилетним периодом, позволяет предположить, что периодичность в наступлении этого явления всё-таки существует, но она в значительной степени нарушается из-за взаимодействия множества физико-географических и астрономических компонентов.

Мировой океан, площадь которого составляет 71% земной поверхности планеты (361 млн км^2), играет особую роль в процессах географической обо-

лочки. Благодаря аномальным свойствам воды (высокие скрытая теплота парообразования и плавления льда, теплоёмкость, аномалия плотности при замерзании, альбе́до и др.) здесь осуществляется глобальный механизм трансформации энергии и обмена веществ. Он поддерживается неравномерным по широтам нагревом поверхностных вод и атмосферы солнечной радиацией. Температура поверхности океана, теплосодержание толщи воды, морские течения, солёность, ледовитость играют основную роль в климатообразовании планеты. Непрерывное движение воды как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях обеспечивает единство водной массы океана.

Течения – это движущийся поток водных масс в морях и океанах, имеющий определенное направление, глубину и скорость. Движение воды в океане связано с движением земной коры, воздушных масс, вращением Земли вокруг своей оси, притяжением Луны и Солнца, солёностью, температурой, распределением суши и моря, рельефом дна, силой трения. По происхождению выделяют фрикционные (дрейфовые), градиентно-гравитационные и приливные течения. На Земном шаре преобладают фрикционные течения, созданные постоянными или временными ветрами (дрейфовые или ветровые течения). Скорость их течения в несколько раз меньше скорости создающего их ветра.

Центры действия атмосферы являются не только очагами формирования различных типов воздушных масс, но и причиной формирования больших и малых колец круговых течений в Мировом океане.

В циркуляции течений Мирового океана могут возникать нарушения. В Тихом океане, наиболее выражено с интервалом от 2-х до 8 лет, проявляется явление Эль-Ниньо. Первые сведения о нём получили испанцы. В обычных условиях на юго-востоке Тихого океана господствует область повышенного давления, на западе – пониженного. Пассаты гонят поверхностные воды в западном направлении, формируя Северное и Южное Пассатные течения. Вдоль берегов Южной Америки движется холодное Перуанское течение. В западной части океана образуется обширная область с повышенной температурой воды.

В период Эль-Ниньо в течение пяти и более месяцев в восточной части океана идёт формирование аномально прогретых вод (на $0,5-1^{\circ}\text{C}$ выше нормы). Так как этот процесс обычно приходится на католическое Рождество, явление Эль-Ниньо ассоциируют с «рождением младенца». Явление Эль-Ниньо влияет на циркуляцию всей планеты, но особенно – Тихоокеанского региона. Зима в умеренных широтах Северной Америки становится теплее. В субтропических широтах выпадает значительное количество осадков, происходят наводнения. Засуха в западных районах Тихого океана в Австралии и Индонезии часто сопровождается лесными пожарами. У побережья Перу и Чили с приходом теплых водных масс исчезает апвеллинг. Исчезновение апвеллинга, вызывавшего поднятие холодных глубинных вод, уменьшает количество планктона, который привлекал сюда огромные косяки анчоуса и более крупных рыб. Косяки рыбы уходят в другие районы океана. Нарушаются пищевые цепи, гибнут птицы, уменьшаются размеры

улова, появляются проблемы в работе рыбной промышленности. Возникает угроза голода.

Первоначально причиной возникновения Эль-Ниньо считали падение атмосферного давления на востоке Тихого океана (остров Таити), и его рост на западе (порт Дарвин). Первым термин «Южное Колебание» ввёл британский учёный Гилберт Волкер (Уолкер) в 1924 г. Оказалось, что эти «гигантские качели» давления определяют характер погоды не только в Тихом океане, но и других регионах.

Современные космические и наземные исследования, а также возможные численного моделирования позволили ученым Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН и другим исследователям сделать вывод, что инициировать явление Эль-Ниньо могут полюсные приливы [8] и океанические волны Россби, которые бегут вдоль поверхности термоклина, разделяющего тёплый верхний и холодный нижний слои океана [1]. А. Л. Бондаренко установил, что связь между температурой воды поверхности океана и среднеквадратической (за половину года) величиной скорости движения волн Россби достаточно высокая [1].

Атмосферные волны Россби образуются из-за сдвига вихревых потоков и различия действия силы Кориолиса на разных широтах. Эти «бегущие» волны обнаружены также в океанах и в атмосферах других планет. Впервые они были описаны Карлом-Густавом Россби в атмосфере Земли в 1939 г.

Некоторые исследователи считают, что волны Кельвина, как и Россби, могут быть первопричиной Эль-Ниньо. Согласно Д. Ю. Гущиной [2], механизм влияния интенсификации колебаний

Маддена-Джулиана и волн Россби на Эль-Ниньо реализуется через аномальные западные ветры. В результате возникает океаническая волна Кельвина с заглубленным термоклинном, которая при каноническом (по Д. Ю. Гущиной) Эль-Ниньо достигает побережья Южной Америки в конце календарного года, вызывая потепление поверхностных вод.

Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца при наличии боковой границы порождает длинные гравитационные поверхностные и внутренние волны. А. Л. Бондаренко¹ пришёл к выводу, что в Тихом океане в периодах, где волны Кельвина и Россби выстраиваются в стройные модуляции, идёт развитие Ла-Нинья, при уменьшении волн в модуляциях идёт развитие слабого Эль-Ниньо, а при разрушении модуляций – формирование сильного Эль-Ниньо.

Учёные Д. М. Сонечкин [9] и Н. С. Сидоренков [12] высказали идеи, что на Южное колебание (ЭНЮК) влияют силы, связанные с лунно-солнечной нутацией оси вращения Земли, 11-летним циклом солнечной активности и чандлеровским колебанием полюсов Земли (период около 1,2 года).

Помимо указанных причин, вероятно, необходимо учитывать моменты синхронизации сил тяготения Луны и Солнца в Тихом океане в период солнечных затмений и их конфигурацию между затмениями. Сезонные синоптические процессы на планете были бы однотипными из-за практически постоянных на современном этапе климатообразующих факторов (широта, удалённость от океана, распределение

суши и моря, высота и расположение рельефообразующих систем, характер подстилающей поверхности), если бы не влияние астрономических причин (силы тяготения Луны и Солнца, солнечная активность и др.). Роль влияния основных лунно-солнечных циклов и ускорения движения Луны на угловую скорость суточного вращения Земли, моменты перестроек элементарных естественных синоптических периодов Б. П. Мультановского давно изучаются Н. С. Сидоренковым [10; 11].

Эль-Ниньо 2015–16 гг. считают сильнейшим в истории наблюдений, температура поверхности воды в центральной части Тихого океана превысила средний показатель на 3,1°C, тогда как 1997–1998 гг. – на 2,8°C. По сообщениям учёных, в 2015 г. пустыня Атакама цвела дважды. Это были самые зрелищные цветения за последние 18 лет. 1997–1998 гг. и 2015–2016 гг. объединены 120, 125, 130 сериями Саросов солнечных затмений. Через сарос (18 лет и 11 дней) конфигурации положения Луны, Земли и Солнца приблизительно повторяются, но траектория солнечного затмения сдвигается по поверхности планеты к западу, а также в направлении север – юг (рис. 1). Движение тени солнечного затмения – это визуальная траектория суммарного вектора сил тяготения Луны и Солнца (влияние Луны в 2,2 раза сильнее). Сходство в траекториях затмений может проследиваться и с интервалом в 11 и 29 лет, что связано с распределением серий Саросов в «СИ-панораме» (СаросИнекс-панораме)².

¹ Бондаренко А. Л. Закономерности формирования явления Эль-Ниньо – Ла-Нинья [Электронный ресурс]. URL: <http://www.randewy.ru/gml/ninjo.html> (дата обращения 23.02.2021).

² F. Espenak. Periodicity of Solar Eclipses / NASA Eclipse Web-Site [сайт]. URL: <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEsaros/SEperiodicity.html> (дата обращения: 23.02.2021).

Интервал, кратный 18 годам (18, 36, 54 и т. д.), проявляется в формировании однотипных атмосферных процессов, например, в наступлении сильнейших весенне-летних засух 1921 г. и 1975 г. (разность – 54 года; 118, 121 серии саросов солнечных затмений), летних засух 1954 г. и 1972 г. (18 лет, 126 серия саросов солнечных затмений), и побивших вековые рекорды температуры на Русской равнине засух 1938 г. и 2010 г. (72 года, 146 серия саросов солнечных затмений) [3], а также катастрофических весенних половодий на Днестре, как следствие многоснежных, продолжительных и морозных зим 1888 г. и 1942 г. (54 года; 148, 115, 153 серии Саросов солнечных затмений), 1877 г., 1895 г., 1931 г. (18, 36, 54 года; 147, 114, 152 серии Саросов солнечных затмений) и др. [4].

Во время возникновения «канонических» Эль-Ниньо 1997–1998 гг. и 2015–2016 гг., как их называет Д. Ю. Гущина, отмечались по два (9 марта и 2 сентября; 20 марта и 13 сентября, соответственно, в 1997 г. и 2015 г.) полярных затмения, которые проходили в *предшествующий* весенне-летне-осенний период развития события, и одно экваториальное затмение в *завершающей его стадии* (26 февраля и 9 марта, соответственно, в 1998 г. и 2016 г.).

Полярные затмения в высоких широтах могут усиливать полюсные приливы, создающие прибойные волны [8], и стать триггером к запуску изменения скорости и амплитуды волн Кельвина и Россби, особенно при смене полярных затмений на экваториальные. В 2016 г. траектория экваториального затмения охватывала большую часть Тихого океана и была смещена от экватора в тропические широты

Северного полушария (рис. 1), что, возможно, создало условия для формирования очага аномально более тёплых вод в этом регионе, чем в 1998 г.

Заключение

Повторяемость экстремальных погодных условий [5; 6; 13] с периодичностью, кратной 18 годам, объясняется орбитальными причинами, которые косвенно характеризуются прохождением тени солнечных затмений по поверхности Земного шара. В случае с феноменом Эль-Ниньо нужно рассматривать не сам восемнадцатилетний период, хотя он присутствует в его повторяемости, а причины, формирующие запуск колебаний Маддена-Джулиана и аномальных западных ветров, которые являются необходимым условием для возникновения Эль-Ниньо [2]. Ими могут быть приливные силы Луны и Солнца и их синхронизация в течение полумесяца до и после момента затмения на западе Тихого океана, в Индийском океане, Юго-Восточной Азии. Силы тяготения в зависимости от конфигурации траектории затмения вовлекают воздушные массы в тропических и экваториальных широтах в аномальный западный перенос с юго или северо-западной составляющей.

Для синоптического исследования экстремальных событий ЭНЮК за период 1958–1998 гг. В. С. Платонов [7] использовал классификацию М. А. Петросянца и Д. Ю. Гущиной при выделении тёплых и холодных фаз этого явления. Случаев, когда в январе наблюдалось Эль-Ниньо и Ла-Нинья, оказалось соответственно 12 и 18.

Необходимо отметить, что из 18 лет с событиями Ла-Нинья пятнадцать лет (кроме 1955, 1965, 1976 гг.) были года-

Рис.1 / Fig. 1. Траектория полных солнечных затмений 130-го Сароса в 1980, 1998, 2016 годах¹ / The trajectory of total solar eclipses of 130th Saros in 1980, 1998, 2016¹

¹ Каталог солнечных затмений / Полное солнечное затмение [сайт]. URL: http://www.secl.ru/eclipse_catalog.html (дата обращения: 23.02.2021).

ми с двумя полярными затмениями и, как правило, предшествовали годам с Эль-Ниньо.

Особенностью одиннадцати из двенадцати лет с январскими Эль-Ниньо (за исключением 1978 г.) являлось наличие траекторий солнечных затмений, проходящих через акваторию тропических и экваториальных районов Тихого или Индийского (с выходом на запад Тихого) океанов. В отдельные годы траектория затмения начиналась в Юго-Восточной Азии.

Указанные различия астрономических событий в период формирования Эль-Ниньо и Ла-Нинья свидетельствуют о необходимости учитывать влияние сил небесной механики в виде синхронизации сил тяготения Луны и Солнца, и их достаточно сложную роль в земных процессах, что важно для предупреждения негативных экономических и экологических последствий для многих регионов мира.

Статья поступила в редакцию 16.12.2020

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко А. Л. Эль-Ниньо – Ла-Нинья: механизмы формирования // Природа. 2006. № 5 (1089). С. 39–47.
2. Гущина Д. Ю. Модификация Эль-Ниньо в условиях меняющегося климата: мониторинг, причины, удаленный отклик: автореф. дисс. докт. географических наук. М., 2014. 50 с.
3. Литвиненко Л. Н. Закономерность или случайность в совпадении динамики аномалий средних декадных температур 1951 и 1969, 1990 и 2008 годов? // Система “Планета Земля”. 200 лет со дня рождения И. И. Срезневского: 100 лет со дня издания его словаря древнерусского языка. М.: ЛЕНАНД, 2012. С. 292–304.
4. Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В. Катастрофические половодья на Днепре в период полярных солнечных затмений // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 3. С. 23–38.
5. Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В. Колебание Фернау и ритмы лет с четырьмя полярными затмениями за последние два тысячелетия // Географическая среда и живые системы. 2020. № 1. С. 7–30.
6. Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В., Морева В. О. Об аналогах холодного июля 2019 года // Добродеевские чтения – 2019. Сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции. М.: Издательство Московского государственного областного университета, 2019. С. 106–111.
7. Платонов В. С. Синоптические аспекты формирования крупномасштабных аномалий погоды и климата в низких широтах в период экстремальных событий явления Эль-Ниньо – Южное Колебание: автореф. дисс. канд. географических наук. М., 2012. 37 с.
8. Серых И. В., Сонечкин Д. М. О влиянии полюсного прилива на Эль-Ниньо // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. №2. С. 44–52.
9. Серых И. В., Сонечкин Д. М. Хаос и порядок в атмосферной динамике часть 2. Междугодовые ритмы Эль-Ниньо – южного колебания // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика вузов. 2017. Т. 25. № 5. С. 5–25.
10. Сидоренков Н. С. Атмосферные процессы и вращение Земли. СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. 365 с.
11. Сидоренков Н. С. Небесно-механические причины изменений погоды и климата // Геофизические процессы и биосфера. 2015. Т. 14. № 3. С. 5–26.

12. Сидоренков Н. С. Феноменология и природа Эль-Ниньо // Система “Планета Земля” (“Нетрадиционные вопросы геологии”). Геологический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. М.: Гармония строения Земли и планет, 2003. С. 157.
13. Modern warming, medieval and ancient optimums as the result of orbital changes in the Earth-Moon-Sun system // Innovative Technologies in Science and Education (ITSE-2020). E3S Web of Conferences. Vol. 210, № 02008 (2020). P. 1–11. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021002008> (дата обращения: 23.02.2021).

REFERENCES

1. Bondarenko A. L. [El Niño and La Niña: formation mechanisms]. In: *Priroda* [Nature], 2006, no. 5 (1089), pp. 39–47.
2. Gushchina D. Yu. *Modifikatsiya El'-Nin'o v usloviyakh menyayushchegosya klimata: monitoring, prichiny, udalennyyi otklik: Avtoref. diss.dokt. geograficheskikh nauk* [El Niño modification in changing climate: monitoring, causes, and remote response: Abstract of Doctoral Thesis in Geographical Sciences]. Moscow, 2014. 50 p.
3. Litvinenko L. N. [Is it a pattern or an accident in the coincidence of the dynamics of anomalies of the average decadal temperatures of 1951 and 1969, 1990 and 2008?]. In: *Sistema "Planeta Zemlya". 200 let so dnya rozhdeniya I. I. Sreznevskogo: 100 let so dnya izdaniya ego slovary drevnerusskogo yazyka* ["The Planet Earth" system. 200 years since the birth of I. I. Sreznevsky: 100 years since the publication of his dictionary of the Old Russian language]. Moscow, LENAND Publ., 2012, pp. 292–304.
4. Litvinenko L. N., Litvinenko V. V. [Catastrophic floods on the Dnieper River during the polar solar eclipses]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Natural Sciences], 2018, no. 3, pp. 23–38.
5. Litvinenko L. N., Litvinenko V. V. [The Fernau oscillation and the rhythms of the years with four polar eclipses over the past two millennia]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographic Environment and Living Systems], 2020, no.1, pp. 7–30.
6. Litvinenko L. N., Litvinenko V. V., Moreva V. O. [About analogs of cold July of 2019]. In: *Dobrodeevskie chteniya – 2019: sbornik nauchnykh trudov III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Dobrodeev readings – 2019: Collection of scientific papers of the III International Scientific and Practical Conference]. Moscow, Moscow Region State University Publ., 2019, pp. 106–111.
7. Platonov V. S. *Sinopticheskie aspekty formirovaniya krupnomasshtabnykh anomalii pogody i klimata v nizkikh shirotakh v period ekstremal'nykh sobytii yavleniya El'-Nin'o – Yuzhnoe Kolebanie: Avtoref. diss.kand. geograficheskikh nauk* [Synoptic aspects of the formation of large-scale weather and climate anomalies in low latitudes during extreme events of the El Niño – Southern oscillation phenomenon: Abstract of the PhD Thesis in Geographical Sciences]. Moscow, 2012. 37 p.
8. Serykh I. V., Sonechkin D. M. [On the impact of the pole tide on El Niño]. In: *Sovremennyye problemy dstantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space], 2016, vol. 13, no. 2, pp. 44–52.
9. Serykh I. V., Sonechkin D. M. [Chaos and order in atmospheric dynamics part 2. Inter-period rhythms of the El Niño – Southern oscillation]. In: *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Prikladnaya nelineinaya dinamika* [News of higher educational institutions. Applied nonlinear dynamics], 2017, vol. 25, no.5, pp. 5–25.
10. Sidorenkov N.S. *Atmosfernye protsessy i vrashchenie Zemli* [Atmospheric processes and the Earth's rotation]. Saint Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 2002. 365 p.

11. Sidorenkov N.S. [Celestial-mechanical causes of weather and climate changes]. In: *Geofizicheskie protsessy i biosfera* [Geophysical processes and the biosphere], 2015, vol. 14, no. 3, pp. 5–26.
12. Sidorenkov N. S. [The phenomenology and nature of El Niño]. In: *Sistema "Planeta Zemlya" ("Netraditsionnye voprosy geologii")*. *Geologicheskii fakul'tet Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta im. M. V. Lomonosova* [The system "Planet Earth" ("Non-traditional problems of geology"). Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University]. Moscow, Garmoniya stroeniya Zemli i planet Publ., 2003, p. 157.
13. Modern warming, medieval and ancient optimums as the result of orbital changes in the Earth-Moon-Sun system. In: *Innovative Technologies in Science and Education (ITSE-2020)*. E3S Web of Conferences, vol. 210, no. 02008 (2020), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021002008> (accessed: 23.02.2021).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Литвиненко Лариса Николаевна – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии, природопользования и методики преподавания географии географо-экологического факультета Московского государственного областного университета; e-mail: larisa-litvinenko@yandex.ru

Литвиненко Виктория Вячеславовна – старший преподаватель кафедры физической географии, природопользования и методики преподавания географии географо-экологического факультета Московского государственного областного университета; e-mail: litvinenko17@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Larisa N. Litvinenko – Cand. Sci. (Geography), associate professor at the Department of Physical Geography, Environmental Management and Methods of Teaching Geography, Moscow Region State University; e-mail: larisa-litvinenko@yandex.ru

Viktoriya V. Litvinenko – senior lecturer of the Department of Physical Geography, Environmental Management and Methods of Teaching Geography, Moscow Region State University; e-mail: litvinenko17@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В. Эль-Ниньо 1997–1998 гг. и 2015–2016 гг. на фоне синхронизации сил тяготения Луны и Солнца в период экваториальных солнечных затмений // Географическая среда и живые системы. 2021. № 1. С. 6–16.
DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-6-16

FOR CITATION

Litvinenko L.N., Litvinenko V.V. El Niño of 1997–1998 and 2015–2016 compared to the synchronization of the gravitational forces of the moon and the sun during the equatorial solar eclipses. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2021, no. 1, pp. 6–16.
DOI: 10.18384/2712-7621-2021-1-6-16