ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

Глобальные изменения и динамика геосистем

УДК: 551.590.2:551.515:556

DOI: 10.18384/2712-7621-2020-1-7-30

КОЛЕБАНИЕ ФЕРНАУ И РИТМЫ ЛЕТ С ЧЕТЫРЬМЯ ПОЛЯРНЫМИ ЗАТМЕНИЯМИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДВА ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Посвящается Эмманюэлю Ле Руа Ладюри

Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В.

Московский государственный областной университет

141014, Московская область, г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Российская Федерация

Аннотация.

Цель. Выявить связь между числом лет с четырьмя и пятью полярными солнечными затмениями в столетии и периодами пессимумов, которые характеризуют наступление альпийских ледников в малые ледниковые периоды VI–VII, XII–XIII, XVII–XIX вв.

Процедура и методы исследования. Авторами изучены, обобщены и рассчитаны данные по числу лет с четырьмя (пятью) полярными затмениями в столетии с 2000 г. до н.э. по 3000 г. н.э. Годы с четырьмя-пятью полярными затмениями часто бывают холодными или аномально холодными. Логический и графический анализ, а также синтез различных данных за первое и второе тысячелетия н.э. выявили, что столетия с частой повторяемостью таких лет (15–17 случаев) с промежутками между ними 3, 4, 7 лет соответствуют периодам оледенения Позднеанатического ледникового периода и колебания Фернау. И наоборот, в периоды Римского и Средневекового оптимумов, когда число лет с четырьмя (пятью) полярными затмениями составляло 2–5 случаев за столетие, наблюдались потепление и деградация ледников.

Результаты исследования. Авторами показано, что антропогенные причины современного потепления, которое продлится до середины XXII в., вторичны. Первичны орбитально-космические факторы, которые обуславливают изменение положения суммарного вектора сил тяготения Луны и Солнца. Визуально его положение описывает движение оси конуса тени солнечных затмений по Земному шару от экваториальных до полярных широт. В современное время число лет с четырьмя полярными затмениями, как и в межледниковые периоды, не превышает 6–7 случаев.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты исследования могут использоваться при ретроанализе периодов оледенений в прошлом и прогнозировании их в будущем. При этом необходимо учитывать, что солнечная активность, вулканическая деятельность, интенсивность течений, теплообмен с Мировым океаном могут заметно усилить или ослабить проявление как оптимумов, так и пессимумов. На основании результатов исследования авторы предполагают, что во второй половине XXII столетия и в течение всего XXIV в. будет отмечаться наступление альпийских ледников.

Ключевые слова: глобальное потепление, оледенение, колебание Фернау, полярное затмение

FERNAU OSCILLATION AND RHYTHMS OF YEARS WITH FOUR POLAR ECLIPSES IN THE PAST TWO MILLENNIA

Dedicated to Emmanuel Le Roy Ladurie

L. Litvinenko, V. Litvinenko

Moscow Region State University

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

Abstract.

Purpose. We have identified the relationship between the number of years with four and five polar solar eclipses in a century and periods of pessimums that characterize the advance of Alpine glaciers in the Small Ice Ages of the VI–VII, XII–XIII, XVII–XIX centuries.

Methodology and Approach. We have studied, summarized and calculated the data on the number of years with four (five) polar eclipses in a century from 2000 BC until 3000 AD. Years with four to five polar eclipses are often cold or abnormally cold. Logical and graphical analysis, as well as the synthesis of various data for the first and second millennia AD, shows that the centuries with frequent recurrence of such years (15–17 cases) with intervals between them of 3, 4 and 7 years correspond to the periods of glaciation of the Late Antique Ice Age and the Fernau oscillation. Conversely, during the periods of the Roman and Medieval optimums, when the number of years with four (five) polar eclipses was 2–5 per century, glaciers were warming and degrading.

Results. It is shown that the anthropogenic causes of modern global warming, which will last until the middle of the 22nd century, are secondary. Orbital-cosmic factors that cause a change in the position of the total vector of gravitational forces of the Moon and the Sun are primary. Visually, its position describes the movement of the axis of the cone of the shadow of solar eclipses around the globe from equatorial to polar latitudes. In modern times, the number of years with four polar eclipses, as in the interglacial periods, does not exceed 6–7 cases.

Theoretical and Practical implications. The results of the study can be used in retroanalysis of glaciation periods in the past and their prediction in the future. It should be born in mind that solar activity, volcanic activity, current intensity and heat transfer with the World Ocean can significantly enhance or weaken the manifestation of both optimums and pessimums. Based on the results of the study, we suggest that in the second half of the 22nd century, and throughout the entire 24th century, the advance of the Alpine glaciers will be noticeable.

Keywords: global warming, glaciations, Fernau oscillation, polar eclipses

Сведения о проблеме

Работа «История климата с 1000 года» представляет собой уникальный образец грамотного подхода к научному историческому исследованию. Скрупулезный труд историка Эммануэля Ле Руа Ладюри [15], работавшего с многочисленными архивными первоисточниками хранилища Аннеси, и объективный критический анализ исследовательских работ XIX–XX вв., сделанный с должным уважением к их авторам, способствовал успешному решению поставленных задач в опреде-

лении временных границ малого оледенения (1590–1850 гг.) в Европе. Этот промежуток времени, материализованный в моренных отложениях ледника Фернау в торфяном болоте Бунте Моор, обычно называют колебанием, или стадией, Фернау.

Сам Ле Руа Ладюри пишет, что детальное изучение ботанических, метеорологических, гляциологических обзоров позволило ему найти принципы создания истории климата, которыми до сих пор пренебрегали историки. Он отмечает, что достоинство интуиции, живость сужде-

ний и быстрое понимание явлений – вещь хорошая, но история часто оказывается перекроенной и переделанной некоторыми авторами по своим меркам. Даже первоклассные, авторитетные исследователи, не использовавшие летописных документов, относили начало малого европейского ледникового периода к 1430 г. Другие же, пренебрегая первоисточниками в «меру своей фантазии», создали межледниковый период 1680–1740 гг. Поскольку такие суждения, прикрытые авторитетным мнением, стали распространяться в специальной литературе Англии и США, своё «противодействие» подобному подходу Ле Руа Ладюри видел в популяризации кропотливого исследования и использования исторических документов [15].

«Альпийские ледники являются единственными или почти единственными ледниками, о которых есть документальные сведения с давних времён, как письменные, так и иконографические» [15, с. 60], поэтому тщательное изучение переписки церковного прихода общины Шамони, отчётов церковных служителей по результатам обследований, связанных с взиманием десятинного налога, показания свидетелей судебных процессов, описание путешественников и собственные посещения этих маршрутов, картины, гравюры, фотографии альпийских ледников позволили Ле Руа Ладюри чётко определить периоды их наступления и отступления, которые совпали со стратиграфическими исследованиями моренных отложений ледника Фернау в торфяном болоте Бунте Моор, а также *пересмотреть и подвергнуть сомнению некоторые, принятые скандинавскими научными школами, положения о включении XIV и XV веков в межвековую фазу наступления ледников.*

Группа деревень долины Шамони возникла в этих местах с незапамятных времён, но именно с 1530 по 1575 гг., в период активизации ледников, у местного населения появились проблемы, которые

нашли своё отражение в письменных жалобах. Близость ледников порождала холод. Из-за низких температур не вызревали хлеба, урожай часто собирали при снеге, а зерно досушивали в печи. Сильные ледниковые ветры носили кatabатический характер и, по словам очевидцев, выдували скошенные хлеба и зерно с полей в леса и на ледники [15, с. 87]. Начиная с 1588–1589 гг. появляются первые свидетельства того, что ледники Альп перешли в наступление, достигнув своего максимума, местами не перекрытого, в 1599–1600 гг.

Согласно Шерхагу, Вагнеру, Шову, которые использовали ряды Истона [15], этому предшествовало увеличение с 1540–1550 гг. числа холодных зим и их суровости. В разных долинах ледники вспахивали свою конечную морену, опускались по ним, образуя запрудные озёра, прорывы которых приводили к катастрофическим наводнениям не только на прилегающей территории, но и в нижележащих районах.

Характер переписки в этот период меняется, появляются свидетельства о потере полей, домов и других построек и даже деревень. Из-за наступления ледников деревня Буа стала необитаемой, был снесён посёлок Бонненюи, в деревне Шателляр осталась лишь двенадцатая часть земель. Дома были разрушены также и в деревнях Ла Розьер и Аржантьер, Бонвиле. Все эти события привели к уменьшению подати. Ле Руа Ладюри указывает, что Ла Розьер, Шателляр – очень древние поселения, основанные во времена, когда ледниковые фронты им не угрожали. Теперь же ледники продолжали наступать, а огромные камни и потоки воды уничтожали всё на своём пути. Между 1643 и 1700 гг. отмечено ещё две волны ледниковых вторжений, которые заставили последних жителей покинуть Шателляр, и он больше не упоминается в летописях [15].

Кинзл, исследовавший отложения 67 ледников, выделил морены наиболее мощных наступлений в 1600–1610, 1643–

1644, 1818–1820, 1850–1855 гг. [15, с. 153], которые *перекрыли, «перепали» и стёрли с лица Земли морены более «мелкой ряби» на непрерывной двухсотлетней приливной волне оледенения*. Эти периоды «мелкой ряби» обозначили себя лишь благодаря документальным свидетельствам, в том числе архивариуса Гиацинта Шабо, архивным исследованиям Анго, Дижона, Истона, Лозанна, Ле Руа Ладюри, Матте, Менли, Мужена, Рихтера, Салена и др. [15]. Летописные сведения и данные о суровых и мягких зимах, прохладных и засушливых летних сезонах, датах сбора винограда, о динамике движения ледников, дополняя друг друга, позволили восстановить полную картину альпийского оледенения.

При отсутствии метеорологических наблюдений наличие ежегодных дат сбора винограда дало возможность получить уникальный показатель для характеристики температурного режима вегетационных периодов XVI–XVII и начала XVIII вв. Виноград – теплолюбивое растение, потребность которого в тепле зависит от сорта и составляет 2500–4000°C. Так как виноград – многолетняя культура, то на плантациях должны были преобладать проверенные временем, морозостойкие, регулярно вызревающие в данных условиях, устойчивые к болезням, в том числе и старинные, сорта. Известно, что Колумелла потратил много времени и сил, чтобы восстановить и вернуть в производство практически утраченную, но славившуюся в древности превосходным вином аминейскую лозу. Внедрение новых сортов на обширных территориях вряд ли было быстрым, поэтому даты сбора винограда были достаточно надёжным показателем, косвенно характеризующим летние погодные условия, которые определяют режим ледниковой абляции.

Волны наступления ледников 1600–1610, 1628, 1640–1650, 1676–1680, 1691–1702, 1716–1720, 1740–1751, 1770, 1809–1820, 1836–45, 1850–1855 [15, с. 145, 153] в более чем двухвековом Малом европей-

ском ледниковом периоде (1590–1850 гг.) начинались спустя два-три года, иногда – более, после промежутков лет с прохладными или холодными летними периодами. В частности, геолог Фавр связывал прорыв ледников в Альпах в 1817–1822 гг. с предшествовавшими этому шестью холодными летними сезонами [15].

В своей обстоятельной работе Ле Руа Ладюри убедительно, с использованием архивных материалов, показывает причины волнового наступления ледников в колебании Фернау, но почему-то не обсуждает причинно-следственные связи возникновения тысячелетнего ритма, хотя и нециклического, в наступлении (1400–1300, 900–300 гг. до н. э., и 400–750, 1150–1300, 1590–1850 гг. н. э.) и отступления ледников. В то же время он неоднократно задает вопрос [15, с. 181]: «Сколько десятилетий или столетий будет длиться фаза отступления ледников, начавшаяся в 1860–1870 годах». *Вероятно, этот ответ покажется амбициозным: «До середины XXII века ледники наступать не будут, в течение второй половины двадцать второго века начнется временная их регенерация, которая прекратится в следующем столетии, но она вновь возобновится к концу двадцать третьего и будет сохраняться в течение всего XXIV века».*

Умудрённые опытом исследователи могут с лёгкой иронией ответить нам словами русской поговорки: «Поживём – увидим», или же, словами Н. А. Некрасова: «Жаль только – жить в эту пору прекрасную уж не придётся – ни мне, ни тебе». Однако выполненные работы [17; 18] и многие неслучайные особенности изменения аномалий температуры [16; 19] свидетельствуют о необходимости, помимо солнечной активности, прецессионного и нутационного движения оси вращения Земли, более глубоко учитывать и другие астрономические факторы в формировании климата, в частности – орбитальные, приводящие к синхронизации сил тяготения Луны

и Солнца. Изменение солнечной активности, конфигурации и силы течений, усиление вулканической деятельности может накладываться на эти ритмы, смягчая или усугубляя ситуацию.

Обзор источников и постановка задачи

Основой любого прогнозирования является поиск эмпирических связей, позволяющих уловить ритмы, обусловленные природными физическими процессами и соотношениями различных метеорологических параметров [14; 20; 28]. Попытки ученых выявить цикличность или ритмичность процессов особенно активизировались в конце девятнадцатого и двадцатом веках [1; 3; 5; 21; 25; 26; 30; 31]. Наиболее используемый в исследованиях 11-летний цикл связывают с солнечной активностью. Выявленные ритмы – 4, 7, 8, 14, 22 года, ряд авторов также объясняет связями с 11-летней солнечной активностью [5; 21].

Однако, многие земные ритмы – 3, 4, 7, 8, 11, 18, 22, 29 лет, а также кратные 18, такие как 36, 54, 72, 90, 108 лет [16; 17] – заложены в лунно-солнечном календаре небесной механикой движения Луны, Земли и Солнца. Они обусловлены силами тяготения, периодически вызывающими ускорение движения и вращения планеты Земля и обратными откликами её геосфер [46]. Наглядным примером влияния космоса на нашу планету служат моменты синхронизации сил тяготения Луны и Солнца в период солнечных затмений. Солнце и Луна проходят зону затмений за 30–34 дня. Фактически в течение месяца с интервалом около полугода атмосферные процессы Земли корректируются силами тяготения Луны и Солнца. Движение суммарного вектора тяготения визуально прослеживается в виде перемещения конуса тени солнечных затмений по Земному шару. Математически силы, вызывающие неравномерное ускорение движения и вращения пла-

неты, могут быть описаны различными способами [22; 43].

Солнечные затмения объединены в Серии саросов, которые состоят из 69–87 затмений, постепенно переходящих от частных затмений в полярных районах к кольцевым и полным, затем вновь к частным затмениям у противоположного полюса. Есть Серии саросов, в которых полных затмений не наблюдается, – например, серия № 141 [7; 36]. Это свидетельствует об большем удалении Луны от Земли, чем в Сериях саросов с полными затмениями. Промежуток времени между затмениями в саросе составляет 18 лет и 11 дней. Серии саросов делятся около 1226–1550 лет, порождая вековые ритмы.

Сложность в поиске путей долгосрочного прогнозирования связана с тем, что Земля совершает в космическом пространстве более десятка движений, кроме того, происходит постепенное удаление её спутника. Полностью идентичных ситуаций, в том числе и с солнечными затмениями, не бывает [16; 18]. Годы отличаются по срокам наступления событий, конфигурации небесных объектов, по удалённости от Земли конуса тени Луны, территории прохождения его по поверхности планеты и др. [7], поэтому сейчас чаще говорят о ритмах (рис. 1). Можно понять Ле Руа Ладюри [15], критиковавшего «циклomанию» девятнадцатого века, но это был естественный процесс поиска причин колебания климата.

Возможно, именно в неравномерности изменения различных астрономических факторов (рис. 1) лежит ответ на вопрос Михаила Боголепова [1], в конце XIX – начале XX вв. изучавшего по летописным материалам колебания климата Европейской России в историческую эпоху: «Является догадка, а не имеем ли мы здесь дело с волнами высшего порядка, период которых охватывает несколько столетий?».

Годы с двумя-четырьмя полярными затмениями, и особенно те, в которые начинается или заканчивается Серия саросов, часто бывают на Русской равнине и в

Источник: составлено авторами по данным [7]

Рис. 1. Изменение числа лет с четырьмя и пятью полярными затмениями с III в. до н. э. по XXX в. н. э.

Fig. 1. Change in the number of years with four and five polar eclipses from the III century BC to the XXX century AD

Европе холодными, с суровыми зимами, нередко с большим количеством осадков и наводнениями [17; 18]. Например – 1870, 1888, 1942, 1978, 1996 гг. с периодами между ними, кратными восемнадцати. Эти годы объединяют 115, 148, 153 Серии саросов. По данным Е. П. Борисенкова и В. М. Пасецкого [2], в десятом веке, в период Средневекового оптимума, в Западной Европе было зафиксировано всего одиннадцать лет с необычно холодными зимами, восемь из них были с 2–4 полярными затмениями. Кроме полярных лет, холодными и дождливыми нередко бывают и годы с двумя *не полярными* затмениями, одно из которых проходит в Тихом океане у берегов Америки, второе – в Южном полушарии или в южной части Евразии с направлением вектора движения от материка на юго-восток или северо-восток в Тихий океан.

Необходимо отметить, что в периоды возникновения блокирующих синопти-

ческих ситуаций режим погоды в Европе и на Русской равнине может быть аномальным, но противоположным. Например, 28 июня 2019 г. во Франции в условиях антициклональной погоды абсолютный максимум температуры воздуха (45,9°C) побил летний рекорд 2003 г. В этот же день в Москве было зафиксировано самое низкое (728 мм рт. ст.) атмосферное давление с 1956 г., а средняя температура воздуха составила 13,0°C, что на 5,3°C ниже нормы (а 29 июня – 10,7°C и 7,7°C, соответственно)¹. В летописях также зафиксированы случаи асинхронности: необычно суровые зимы на Русской равнине и аномально тёплые, дождливые зимы в Европе; в летний период, соответственно, – сильные засухи и наводнения, вызванные обильными дождями.

¹ Погода в мире: жаркий июнь в Европе, 28.06.2019 / Гидрометцентр России [сайт]. – URL: <https://meteoinfo.ru/novosti/99-pogoda-v-mire/16184-zharkij-iyun-v-evrope> (дата обращения: 17.01.2020).

Полярные затмения происходят, когда серия саросов начинается или заканчивается. В течение 180–200 лет этой серии (10–11 затмений), иногда более, ось конуса тени Луны не пересекает поверхность планеты, находясь над полюсом на значительном удалении (до 9–10 тыс. км от центра Земли, при средней величине её радиуса 6371 км). При приближении конуса тени к поверхности Земли полярные затмения могут быть не только частными, но и полными или кольцеобразными [7]. Максимальное их количество в год достигает пяти. Полярные затмения могут следовать два года подряд, но их общее сочетание за этот период также варьирует в пределах трёх-пяти затмений. Возможно, что атмосферные процессы на планете в годы полярных затмений из-за смещения суммарного вектора сил тяготения Луны и Солнца на значительное расстояние от полюсов Земли к северу или югу в меньшей степени подвержены его воздействию в сравнении с годами экваториальных затмений [17; 18].

Целью и новизной работы является выявление связи между числом лет с четырьмя-пятью полярными затмениями в столетии (15–17 лет), которые часто бывают холодными, и периодами пессимумов или оптимумов (от 2–5 до 7 лет за столетие). Наиболее используемыми методами исследования были изучение, обобщение материалов, логический и графический анализ, а также синтез данных.

Обсуждение ситуации и решение задачи

В табл. 1 и 2 приведены годы с четырьмя и пятью полярными затмениями и их ритмы по столетиям, которые являются следствием движения Луны и Земли в космическом пространстве и поворота их орбит. Анализ повторяемости лет с четырьмя и пятью полярными затмениями по столетиям дал любопытные результаты: в первом, шестом, седьмом, двенадцатом, тринадцатом, семнадцатом и восемнадцатом веках количество лет с

4–5 полярными затмениями было максимальным, т. е. 15–17 случаев (табл. 1). Эти века разные авторы [2; 15] относят к периодам похолоданий и наступления Альпийских ледников. В двадцать четвёртом веке число таких лет достигнет 18 случаев (табл. 1, рис. 1).

В современный период, как и в XIV и XV вв., число лет с четырьмя и пятью полярными затмениями составило 6–7 случаев (табл. 1), в VIII в. – 8 лет. В Античный и Средневековый оптимумы (III–V и IX–X вв, соответственно) число лет с четырьмя и пятью полярными затмениями сокращалось до 2–5 случаев (табл. 1, рис. 1).

Все вычисленные в таблице 2 временные промежутки между годами с полярными затмениями (8, 18, 22, 29, 33, 47, 65, 98) слагаются из простых периодов лунно-солнечного календаря – 3, 4, 7, 11 лет. Любопытно, что в конце периода Римского оптимума интервал между годами с 4–5 полярными затмениями достигал 65 (289–354 гг.) и 95 (372–470 гг.) лет. А с 866 по 750 гг. до нашей эры, то есть в течение 116 лет, 4–5 полярных затмений в год не отмечалось (рис. 4).

Малый ледниковый период, охвативший территорию Европы и её акваторию, хорошо описан, его окончание определено XIX в., однако, начало малого ледникового периода разные авторы, даже в одной и той же работе [2], относят к XIII, XIV или XVI вв. Мы придерживаемся мнения Ле Руа Ладюри [15], кропотливое исследование которого указывает на даты межвековой фазы наступления альпийских ледников, называемой также «колебанием Фернау», в период между 1600(1590)–1850 гг. Малый ледниковый период объясняют снижением уровня активности Солнца и течения Гольфстрим, вулканической деятельностью, но, вероятно, эти причины вторичны. Скорее всего, на первом месте стоят орбитальные факторы, о чём свидетельствует резкое увеличение до 15–17 случаев в столетие числа лет с 4–5 полярными затмениями

Таблица 1

Годы с четырьмя и пятью полярными затмениями

Table 1

Years with four and five polar eclipses

Век	Годы
I	7, 10, 14, 18(5), 25, 32, 36, 43, 47, 54, 65, 72, 75, 83(5), 90, 94
II	101, 108, 112, 119, 130, 137, 148(5), 159, 166, 177, 195
III	213, 224, 242, 260, 289
IV	354, 372
V	470, 474, 488, 499
VI	506, 517, 524, 528, 535, 539, 542, 546, 553, 557, 564, 571, 575, 582, 586, 593, 596
VII	604(5), 611, 622, 629, 640, 647, 651, 658, 661, 665, 669(5), 676, 680, 687, 698
VIII	705, 716, 734(5), 745, 752, 763, 781, 799
IX	810, 828, 875, 893
X	911, 922, 940, 958, 991
XI	1109, 1027, 1045, 1052, 1060, 1063, 1074, 1081, 1092, 1096, 1099
XII	1103, 1110, 1114, 1117, 1121, 1125, 1132, 1139, 1150, 1157, 1168, 1175, 1179, 1182, 1186, 1190, 1197
XIII	1204, 1208, 1215, 1219, 1222, 1226, 1233, 1237, 1244, 1255(5), 1262, 1266, 1273, 1284, 1291
XIV	1302, 1309, 1320, 1331, 1349, 1367, 1396
XV	1414, 1432, 1443, 1461, 1479, 1497
XVI	1508, 1526, 1573, 1591
XVII	1613, 1620, 1624, 1631, 1638, 1642, 1649, 1653, 1660, 1667, 1671, 1678, 1685, 1689, 1693, 1696
XVIII	1707, 1714, 1725, 1729, 1736, 1743, 1747, 1750, 1754, 1758, 1765, 1772, 1776, 1783, 1790, 1794
XIX	1801, 1805(5), 1812, 1819, 1823, 1830, 1841, 1848, 1859, 1870, 1880
XX	1917, 1935(5), 1946, 1964, 1982, 2000
XXI	2011, 2029, 2047, 2065, 2076, 2094
XXII	2112, 2134, 2141, 2152, 2159, 2170, 2177, 2181, 2188, 2195, 2199
XXIII	2206(5), 2217, 2228, 2235, 2246, 2257, 2261, 2264, 2275, 2282, 2286, 2293
XXIV	2304, 2311, 2318, 2322, 2326, 2329, 2333, 2340, 2344, 2347, 2351, 2358, 2362, 2369, 2380, 2383, 2391, 2399

Источник: составлено авторами по данным [7]

в XVII–XVIII, а также в XII–XIII, VI–VII вв., в I в. н. э. и I в. до н. э. (рис. 1, 2). Годы полярных затмений обычно бывают холодными, а их частая повторяемость с ритмами 3, 4, 7 лет, в сочетании с годами неполярных затмений, конфигурация которых также способствует формированию отрицательных аномалий температуры в Европе, приводит к понижению общего уровня температуры за столетие (рис. 2). В XVII и XVIII вв. на орбитальные факторы наложился Маундеровский

минимум – период долговременного (с 1645 по 1715 гг.) уменьшения количества солнечных пятен, что усилило процессы похолодания в регионе.

Как пишет Ле Руа Ладюри, стратиграфическая диаграмма, составленная Францем Майром [40], хотя даёт упрощённое представление о времени отложения слоёв торфа в болоте Бунте Моор, но достаточно чётко указывает на пять главных периодов оледенения за последние 3500 лет. Один из которых – макси-

Таблица 2

**Ритмы лет по столетиям между годами с четырьмя и пятью
полярными затмениями**

Table 2

Year rhythms per century between years with four and five polar eclipses

Век	Число лет с четырьмя затмениями	Промежутки лет между годами с четырьмя и пятью полярными затмениями	Переход к следующему веку
I	14+2(пять)	3, 4, 4, 7, 7, 4, 7, 4, 7, 11, 7, 3, 8, 7, 4	7
II	10+1(пять)	7, 4, 7, 11, 7, 11, 11, 7, 11, 18	18
III	5	11, 18, 18, 29	65
IV	2	18	98
V	4	4, 14, 11	7
VI	17	11, 7, 4, 7, 4, 3, 4, 7, 4, 7, 7, 4, 7, 4, 7, 3	8
VII	13+2(пять)	7, 11, 7, 11, 7, 4, 7, 3, 4, 4, 7, 4, 7, 11	7
VIII	7+1(пять)	11, 18, 11, 7, 11, 18, 18	11
IX	4	18, 47, 18	18
X	5	11, 18, 18, 33	18
XI	11	18, 18, 7, 8, 3, 11, 7, 11, 4, 3	4
XII	17	7, 4, 3, 4, 4, 7, 7, 11, 7, 11, 7, 4, 3, 4, 4, 7	7
XIII	14+1(пять)	4, 7, 4, 3, 4, 7, 4, 7, 11, 7, 4, 7, 11, 7	11
XIV	7	7, 11, 11, 18, 18, 29	18
XV	6	18, 11, 18, 18, 18	11
XVI	4	18, 47, 18	22
XVII	16	7, 4, 7, 7, 4, 7, 4, 7, 7, 4, 7, 4, 4, 3	11
XVIII	16	7, 11, 4, 7, 7, 4, 3, 4, 4, 7, 7, 4, 7, 7, 4	7
XIX	10+1(пять)	4, 7, 7, 4, 7, 11, 7, 11, 11, 10	37
XX	5+1(пять)	18, 11, 18, 18, 18	11
XXI	6	18, 18, 18, 11, 18	18
XXII	11	22, 7, 11, 7, 11, 7, 4, 7, 7, 4	7
XXIII	11+1(пять)	11, 11, 7, 11, 11, 4, 3, 11, 7, 4, 7	11
XXIV	18	7, 7, 4, 4, 3, 4, 7, 4, 3, 4, 7, 4, 7, 11, 3, 8, 8	

Источник: составлено авторами по данным [7]

мум 1590–1850 гг. в развитии альпийских ледников, второй – дословно по книге «История климата с 1000 года»: «кратковременное наступание в средние века между 1200 (возможно 1150) и 1300 гг. (возможно 1350)» [15].

Именно этот «кратковременный», но почти двухвековой период наступления ледников – Малый ледниковый период постоптимума (XII–XIII вв.), часто опускают в своих аналитических описаниях

многие учёные или же относят к Средневековому оптимуму.

Объединение малого ледникового периода (1590–1850 гг.) с климатическим пессимумом XII–XIII вв. (Малый ледниковый период постоптимума) противоречит историческим фактам, так как в отложениях пёстрого болота Бунте Моор моренные пески этих двух ледниковых периодов разделены слоем торфа [40; 41]. Это свидетельствует о наличии относи-

Источник: составлено авторами по данным [7, 13]

Рис. 2. Изменение числа лет с четырьмя и пятью полярными затмениями с III* века до н.э. по XXX век н.э. и колебания верхнего и нижнего пределов за столетие среднегодовой аномалии температуры

Fig. 2. Change in the number of years with four and five polar eclipses from the III* century BC to XXX century AD and fluctuations in the upper and lower limits of the annual average temperature anomaly per century

тельно благоприятных промежутков времени в XIV–XVI вв. для накопления растительных остатков. На основании этого Ле Руа Ладюри подвергал сомнению принятые скандинавскими научными школами положения о включении XIV и XV вв. в межвековую фазу наступления ледников в Европе.

В периоды оптимумов (Античный, Средневековый, Современный период потепления) интервалы между годами с четырьмя полярными затмениями увеличивались и составляли 11, 18, 29 и более лет (табл. 2), а количество лет с затмениями снижалось до 2–6 в столетие (рис. 2). Вероятно, XIV–XVI вв. – это не состоявшийся в классическом понимании оптимум, хотя орбитальные предпосылки для него были. В этот межледниковый период (рис. 2) в течение трёх веков число лет с четырьмя затмениями не превышало семи за столетие (4–7), но минимум Шпёрера (1450–1540 гг.), характеризующий почти вековое снижение солнечной активности, а, быть может, и другие неучтённые факторы сыграли свою определённую роль в понижении температуры. Этот период отличался значительными межсезонными и межгодовыми колебаниями погодных условий [11; 12; 13; 39]. Верхний предел (рис. 2) реконструированной среднегодовой аномалии температуры [13] в XIV–XVI вв. составил $-0,14... +0,36^{\circ}\text{C}$, тогда как в Климатическом пессимуме XII–XIII веков он был ниже, от $-0,22$ до $+0,26^{\circ}\text{C}$.

Именно стратиграфический анализ расположения средневековых морен ледника Фернау [40] и сведения, найденные в архивных материалах, окончательно убедили Ле Руа Ладюри в мысли о похолодании в XII–XIII вв., хотя и меньших размеров, чем в 1590–1850 гг.

Необычная мобильность ледника Фернагт, язык которого в период двухсотпятидесятилетнего наступления продвинулся более чем на 2 км, тогда как другие ледники, синхронно увеличиваясь, удлинились в основном не более чем на один километр, способствовала сохранению и более древ-

них письменных упоминаний о том, что он возник после ряда холодных лет в XIII в.

Кроме того, ледник Алеч, отступающий аналогично Фернау, с конца XIX в., частично освободил погребённые ещё в средние века трубопровод, лиственные и лиственничные леса. Окаменелые лиственницы также были обнаружены в боковой морене ледника Гриндельвальда. Их годовичные кольца свидетельствуют, что не менее двух столетий они росли, не испытывая вторжения ледника [15]. Ле Руа Ладюри приводит, по его утверждению, совершенно бесспорные тексты о наступании ледника Аллален за 1300 г. и относит средневековое наступление ледников к 1150–1300 гг. *Но, возможно, рост ледников начался на полстолетия раньше, когда в конце XI века установились такие же ритмы лет с четырьмя полярными затмениями (3, 4, 7, иногда 11 лет), как и в Малый европейский ледниковый период (табл. 2).*

Историк, работавший в основном с материалами XVI–XIX вв., пишет, что архивы Шамони хранят немало документов за более ранние периоды, малой частью которых он смог воспользоваться. Положительным является то, что автор, критически оценивая отдельные средневековые сообщения, сохраняет их информацию для читателя, позволяя с ним дискутировать. Это напоминает случай с Геродотом, который, путешествуя по Египту, услышал историю о финикийцах, за три года обогнувших Ливию (Африку) и видевших Солнце на южной и северной сторонах небосвода, чему он не поверил, но, как истинный учёный древности, сохранил эту информацию.

Аналогичная ситуация возникает с первым сообщением, приведённым в книге, но которому Ле Руа Ладюри не доверяет. Текст Гриндельвальдской хроники о переносе церкви из Бургбиля в 1096 г. из-за ледника и опасности наводнения вызывает у него сомнения, так как Ладюри уверен, что церковь основана не ранее 1140 г. [15, с. 183]. Исследователь

Таблица 3

Суровые зимы одиннадцатого века в Западной Европе

Table 3

Severe winters of the eleventh century in Western Europe

Год	Характеристика холодного периода года
1011	Жестокая зима. Замерз Босфор
1020***	Жестокие морозы. Продолжительная зима. Люди замерзли на дорогах
1035	Жестокая зима
1043	Германия. Лето холодное, бурное, похожее на зиму, затем наступила суровая зима. Не уродились ни хлеб, ни виноград
1044/1045****	Суровая зима
1047	Германия. Поздняя весна, глубокий снег лежал ещё в марте. Волки из Норвегии перебежали в Данию по льду
1048**	Жестокая зима. Замерзал Скагеррак
1057	Жестокие морозы. Сильные снегопады. Погибла часть виноградников
1058	Обильные снегопады, суровая зима
1060****	Суровая снежная зима с оттепелями и сильными наводнениями, гибелью людей
1063****	Германия. Очень холодная зима, погибло много скота и птицы. Снег лежал до конца марта. В середине апреля отзимок, выпал глубокий снег
1066 **	Византия. Сильные холода зимой
1068	Суровая зима, летом длительные проливные дожди
1074****	Англия. Суровая зима
1076	Германия. Суровая зима, по льду Рейна ходили с 11 ноября до конца марта
1077**	Погибли озимые и плодовые
1092****	Возврат в апреле таких сильных морозов, каких не было зимой. Глубокий снег
* Количество полярных затмений в данном году	

Источник: составлено авторами по данным [2]

задаётся вопросом, а не проще ли бросить этот текст в корзину для бумаг. Но 1096 г. – это год с четырьмя затмениями. Ему предшествует такой же проблемный 1092 г. (табл. 3), и за ним следуют 1099 и 1103 гг. с четырьмя полярными затмениями и ритмами между ними 4, 3, 4 лет. Эти ритмы малого оледенения – 3, 4, 7, реже 11 лет – продолжают сохраняться в XII и XIII вв. Всего отмечается 17 и 15 случаев с четырьмя (и даже пятью в 1255 г.) полярными затмениями, соответственно.

Стоит отметить, что предтечей малого ледникового периода были суровые зимы 1530–1575 гг. С середины XI в., по данным полного собрания русских и новгородских летописей [2; 27], в За-

падной Европе, куда шли торговые пути древнерусских купцов, также заметно увеличилось число лет с суровыми зимами (табл. 3), при этом лето чаще было засушливым, чем прохладным и дождливым. Кроме того, на вторую половину этого века пришёлся минимум солнечной активности Оорта. Рост ледников в периоды «холодных зим» может быть связан с особенностью саморегенерации «перелетовавших» в горах снежников. Полибий, описывая очень сложные условия перехода Ганнибала через Альпы в 219 г. до н. э., отмечает, что «на снег, оставшийся после прежней зимы, выпал в этом году новый»¹. По мнению М. В. Тронова, «перелетовавшее» снежное пятно за счёт

¹ Polybius. *Historiae*, III: 55 (Цит. по: [25])

высокого альбедо и отражения до 75–85% солнечной радиации способствует своему росту путем снижения температуры и увеличения количества наземных осадков в виде изморози. В результате даже при неизменных климатических условиях начинает проявляться тенденция к росту ледников и снижению снеговой границы на 200–300 м.

В XII–XIII вв. в Западной Европе, согласно сведениям, приведенным в книге «Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы» [2], было много лет с суровыми зимними периодами. Более тридцати зим в XIII в. имели характеристики: многоснежная, ранняя, очень холодная, суровая, жестокая, долгая, продолжительная, с сильными морозами, с отжимком в апреле. Как и в малый ледниковый период, в Венеции в 1210 и 1234 гг. ездили на телегах по замёрзшему морю, в 1216 г. замёрзла большая часть Балтийского моря, в 1232 г. замёрзал Босфор, в 1253 г. замёрзло Балтийское море между Эстонией и Швецией, а в 1292 г. покрылся крепким льдом пролив Каттегат. Описаний же мягких или аномально тёплых зим дано только восемь. Заметно увеличилось число лет (до 18) с прохладным, дождливым летним периодом и наводнениями, однако и число лет с засухой оставалось большим (17 случаев). Кроме того, в конце XIII и начале XIV вв. отмечалось снижение солнечной активности (минимум Вольфа).

Второе сообщение содержит информацию о средневековом вскрытии озера Рюитир [15, с. 189], характерную для наступления одноимённого ледника. Ле Руа Ладюри также считает его ненадёжным и относится к нему с сомнением. Но в 1284 г. (четыре полярных затмения) согласно летописям – на Руси «зима люта и студёна зело», а в Эльзаци – зима мягкая, дожди в течение 14 недель, наводнения. Обильные дожди могут провоцировать подвижки ледника и сход лавин. Например, катастрофическим сходам в 1902 и 2002 гг. ледника Колка, находившегося в стадии деградации, предшествовали не

только эндогенный прогрев ложа, асимметрия массы ледника, но и жаркая погода с очень сильными ливнями.

Третье сообщение о средневековом наступлении ледников [15, с. 183], которое можно прочитать в книге, позволяет сдвинуть самую раннюю предполагаемую дату начала наступления ледников к концу XI в. Так, по данным углеродного анализа второго образца лиственничного дерева, обнаруженного в 1940 г. при отступании ледника Алеч, его гибель произошла 900–700 лет назад (т. е. в 1040–1240 гг.). Эти три сообщения, вызывающие у Ле Руа Ладюри вопросы, на самом деле, по нашему мнению, соответствуют процессам оледенения, наблюдавшегося в XII–XIII вв.

Согласно данным гляциоклиматической периодизации отложений в торфянике подледникового болота Бунте Моор, значительный слой моренных песков отнесён к 400–750 гг. н. э. [40], но, судя по ритмичности лет с четырьмя полярными затмениями (3, 4, 7, иногда 11 лет), похолодание, активизировавшее ледники, длилось (табл. 2) только два века – с 499 по 705 гг. Кроме того, такой же «ледниковый» ритм полярных затмений характерен для первого и начала второго столетия нашей эры (табл. 2), а также для 1 в. до н. э. Исторические документы также свидетельствуют о пониженном тепловом режиме в этот период, но по рисунку Майера [40] морену, лежащую под торфом Римского (Античного) оптимума, относят к IV–I вв. до н. э.

Необходимо отметить, что в датах наступления оледенений и оптимумов, кроме подтверждённого историческими документами колебания Фернау (1590–1850 гг.), пока нет чётко обозначенных временных границ. Например, в предлагаемом некоторыми авторами¹ делении

¹ См.: Обзор изменения климата за последние 2000 лет, составленный по исследованиям преимущественно зарубежных специалистов (Behringer W. Kulturgeschichte des Klimas. München, 2007) на сайте Центра по изменению климата в Кыргызской Республике (<http://climatechange.kg/wp-content/uploads/2013/11/klimat-nash-ery.pdf>).

климатических циклов смешиваются во-едино периоды оптимумов и периоды наступления ледников: 0–400 гг. – Римский климатический оптимум; 400–1000 гг. – Климатический пессимум раннего Средневековья; 1000–1300 гг. – Средневековый климатический оптимум; 1300–1850 гг. – Малый ледниковый период.

Время начала Архызского перерыва в Приэльбрусье также оценивают по-разному [6]: по Г. К. Тушинскому – это III–V вв. н. э.; В. М. Котляков по радиоуглеродному датированию погребённого ствола сосны предполагает его начало в VI–VIII вв. н. э. Проблема состоит в том, что у радиоизотопных измерений погрешность колеблется от ± 100 лет [6; 15] до ± 35 лет [41], что порой перекрывает промежутки оледенений и оптимумов, которые длятся 100–250 лет. Абсолютное доверие радиоуглеродным датировкам и недооценка данных по палеоклимату, как пишет М. Г. Гросвальд в книге «Полвека в поиске отзвуков великих оледенений» [4, с. 214], является ахиллесовой пятой всех построений. В этом плане точно датированные исторические свидетельства представляют огромное значение, но их количество в глубь веков снижается в геометрической прогрессии.

Для того, чтобы разобраться с наступлением ледников в VII, VI и I вв. н. э., необходима кропотливая работа в европейских архивах, подобная работе («в грамм добыча, в годы труды»), выполненной Ле Руа Ладюри. Он считал, что большую часть средневековых текстов о ледниках ещё предстоит открыть и интерпретировать, так как архивы хранят немало сюрпризов. Что же касается текстов об отдельных событиях, то их достаточно, и они ждут обработки. Нужно только выйти за пределы архаических публикаций, систематизировать, упорядочить ряды сведений, извлеченные из этих текстов, используя для этой цели всю современную технику. По собранным таким образом текстам, и расчленённым на составные части, можно будет построить высококачественные, точные и длинные ряды, которые позволят рассматривать их параллельно с теми решающими свидетельствами о деятельности ледников, которые были стёрты под влиянием времени [15, с. 190].

Из открытых источников известно, что в Средиземноморье, где в начале первого тысячелетия общественная жизнь была наиболее активной, зафиксированные наводнения имеют своеобразный ритм (табл. 4).

Таблица 4

Данные о наводнениях в Италии

Table 4

Data on floods in Italy

Годы	Число наводнений	Число лет с 4–5 затмениями
0–99	6	16
100–199	6	11
200–299	2	5
300–399	–	2
400–499	2	4
500–599	7	17
600–699	6	15
700–799	3	8

Источник: составлено авторами по данным [2; 7]

Самое большое число наводнений (шесть и более) было отмечено в начале первого тысячелетия [2], а также в VI–VII вв., в которых число лет с 4–5 полярными затмениями достигало 15–17, а их ритм составлял 3, 4, 7 лет (табл. 2). В эпоху Римского потепления количество наводнений уменьшилось до двух, а число лет с четырьмя и пятью полярными затмениями – до 2–5 случаев. В работе [2] приведены сведения о том, что «после 174 г. н. э. и вплоть до 489 г. н.э. климат в Италии стал суше. За это время отмечено только два года с наводнениями. После 489 г. в Италии вновь отмечается возврат к более влажному климату. Так, в период между 489 и 717 гг. было зарегистрировано уже 18 наводнений».

Реконструкция климата Русской равнины и Северо-Восточной Европы за последние 2000 лет, выполненная В. А. Климановым, В. В. Клименко, В. В. Мацковским, Л. Ю. Пахомовой, А. М. Слепцовым, Хансом Линдерхольмом, Фредриком Юнгвистом и др. [8; 11; 12; 13; 23; 38; 39] и представленная в виде изменения среднегодовых температур и их аномалий за многовековой период, достаточно хорошо согласуется с количеством и ритмичностью лет с 4–5 полярными затмениями по столетиям. Климатическая хронология [11; 13] свидетельствует об устойчивом снижении температуры начиная с конца V в. и сохранении его в течение двух веков (VI–VII), а также о значительной отрицательной аномалии температуры в середине шестого столетия. Расположение средневековых морен ледника Фернау в торфяном болоте Бунте Моор также указывает на значительное продвижение его языка в этот период [15].

В последние годы международная команда учёных под руководством профессора Ульфа Бюнтгена и при активном участии российских учёных и исследователей, докторов исторических и биологических наук В. С. Мыглана и А. В. Кирдянова, с помощью комплекс-

ных (дендрохронологические, гляцио-логические, палинологические, лимнологические, исторические) изысканий на Алтае и в Альпах установила даты начала и окончания Позднеантичного малого ледникового периода с 536 г. до примерно 660 г. н. э. [33]. Пик похолоданий пришёлся на середину «тёмного» VI в., когда в 536, 540 и 547 гг. активизировалась вулканическая деятельность, её подтверждает наличие вулканического пепла в соответствующих слоях ледовых кернов [32; 33; 37]. Исторические хроники епископа Иоанна Эфесского и византийского писателя Прокопия Кесарийского также свидетельствуют о том, что в 535–536 гг. Солнце потемнело и в течение 18 месяцев испускало свет как Луна [37]. Окончательное разрушение в 570 г. н. э. величайшей плотины древности Марибу, построенной в Йемене в IV до н. э., отдельные учёные связывают с ростом увлажнения территории из-за изменения климата.

Устойчивое снижение температуры в VI в. совпадает, как уже говорилось, с увеличением до 17 случаев в столетие числа лет с 4–5 полярными затмениями (506, 517, 524, 528, 535, 539, 542, 546, 553, 557, 564, 571, 575, 582, 586, 593, 596 гг.) и сокращением интервалов между ними до 3–7 лет, а в 535, 539, 542, 546 гг. – до 3–4 лет. Катастрофическая температурная аномалия этого века, охватившая несколько регионов Евразии, скорее всего, – результат наложения активизации вулканической деятельности (536, 540 и 547 гг.) на похолодание, вызванное орбитальными причинами.

В условиях современного потепления климата Б. Г. Шерстюков установил разнонаправленные вектора сезонных и годовых потеплений и похолоданий по регионам Земного шара [29]. Одновременное понижение температуры в Европе и на Алтае в Позднеантичный малый ледниковый период, доказанное разными группами исследователей, вряд ли территориально прерывалось на Кавказе.

Поэтому, вероятно, стоит считать датой начала Архызского перерыва не VI в., а VIII в. (по радиоуглеродному датированию угляков, обнаруженных А. К. Родькиным [6]).

Выше указывалось, что ритмы лет с четырьмя полярными затмениями в первом веке нашей эры обнаруживают повторяемость интервалов 3, 4, 7, реже 11 лет, что соответствует векам понижения среднегодовой температуры [13; 39] и развития ледников. Но похолодание началось, вероятно, ещё раньше, когда с 77 г. до н. э. по 119 г. н. э. «включился» ледниковый ритм 3, 4, 7 лет.

Ряд авторов относит I в. к Античному оптимуму, но в работе Е. П. Борисенкова и В. М. Пасецкого [2, с. 59] указывается, что «в Италии между 200 г. до н. э. и 170 г. н. э. отмечался влажный климат. За это время на реке Тибр зафиксировано 22 года с наводнениями». В. В. Клименко [9; 10], анализируя число кораблекрушений с апреля по октябрь по столетиям, выделяет I и V вв. до н. э., когда их количество достигало 36–37 и 30 случаев соответственно. Эти, собранные Х. Гунделем, данные характеризуют штормовую деятельность, усиливающуюся в эпохи похолоданий. Сазерна (отец и сын) писали, что в последнем веке до нашей эры производство вина и олив в Италии осложнялись очень суровые зимы [цит. по: 2, с. 55].

Римский поэт Публий Овидий Назон (43 г. до н. э. – 18 г. н. э.), находившийся в изгнании в Причерноморье (с 8 г. н. э.), пишет, что Дунай здесь замерзает по три года подряд. Нужно сказать, что и в период современного потепления можно привести примеры очень суровых, следующих подряд зим на Русской равнине. Например, аномальные январские морозы с не перекрытыми до сих пор суточными рекордами¹: для Санкт-Петербурга – это 16–19 января 1940 г., 1–2 января 1941 г., 20–21, 24, 27–28 января 1942 г.; в

Московской области температура воздуха 17 января 1940 г. достигала -51, -53°C.

Жалобы Овидия на суровость климата западного побережья Понта Эвксинского считают вынужденными. Но если можно сомневаться в словах: «Везде лежит снег, и чтобы солнце и дожди не растопили его, Борей укрепляет его и делает вечным. Таким образом, не успевает еще растаять прежний, как выпадает другой, и во многих местах он обыкновенно остается два года подряд», то следующие строфы уже требуют анализа: «И там, где проходили корабли, теперь ходят ногами, и кони топчут копытами волны, твердые от мороза. И по новым мостам поверх катящихся волн сарматские быки влекут варварские возы»². Естественно, возникает вопрос, какими должны быть морозы, чтобы сковать воду льдом, выдерживающим вес лошади и повозки. Дендрохронологические температурные аномалии в отклонениях от средней за период 1951–1980 гг., рассчитанные группой ученых для Северо-Восточной Европы [13] показывают, что I в. был прохладнее на 0,1–0,4°C (рис. 2) этого не самого теплого периода (1951–1980 гг.) в современную эпоху роста температуры (рис. 3).

В первоначальной реконструкции [13] аномалия декадных значений средней годовой температуры в начале столетия достигала -0,5°C, после калибровки данных она уменьшилась до -0,4°C. Это похолодание, начавшееся в I в. до н. э. и продолжившееся в первом веке нашей эры, мы назвали Климатическим пессимумом Овидия (рис. 2).

График (рис. 4) изменения промежутков времени или ритмов между годами с четырьмя-пятью полярными затмениями охватывает *пять тысячелетий*.

Анализ периодов потеплений и похолоданий времени до нашей эры – это тема

¹ Научно-прикладной справочник по климату СССР: Вып. 8. Л.: Гидрометеиздат, 1990.

² Publius Ovidius Naso. *Tristia*, III, 10: 11–16, 30–34 (цит. по: Подосинов А. В. Произведения Овидия как источник по истории Восточной Европы и Закавказья. Тексты, перевод, комментарий. М.: Наука, 1985. С. 107–108).

Источник: составлено авторами по данным сайта [<http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php>]

Рис. 3. Изменение средней годовой температуры воздуха в конце Малого ледникового периода и в современное время в г. Санкт-Петербурге

Fig. 3. Change in the average annual air temperature at the end of the Small Ice Age and in modern time in St. Petersburg

отдельной работы. Некоторые события и сейчас вписываются в эти ритмы, например – график реконструкции среднегодовой температуры Северного полушария, приведенный в работах В. В. Клименко [9; 10], даёт отрицательную аномалию среднегодовой температуры до $-0,75^{\circ}\text{C}$ в VI в. до н. э. и свидетельствует о её понижении в это время. Действительно, в этом веке было отмечено 17 затмений, а ритмы изменялись, как «ледниковые» – 3, 4, 7 лет.

В. В. Клименко считает, что плавание грека Пифея около 325 г. до н. э. из Массилии к Оловянным островам (Великобритания), затем к острову Туле (вероятно, Исландия), и далее на север до кромки льдов, находящихся на расстоянии дня пути (около 150 морских миль), подтверждает предположение о соответствии климата Северной Атлантики в это время современному. И это вполне возможно: в IV в. до н. э., как и в XX–XXI вв., отмечено всего 6 лет с четырьмя-пятью поляр-

ными затмениями, а ритмы составляли 11, 18 лет. Однако при анализе остальных периодов могут возникнуть вопросы по соответствию ритмов различным историческим свидетельствам, расположению ледниковой морены и другие, поэтому, учитывая опыт Эммануэля Ле Руа Ладюри, будет необходим дополнительный поиск и тщательный анализ древней исторической информации.

Заключение

Эта работа посвящается Эммануэлю Ле Руа Ладюри – без его книги со скрупулёзным документальным анализом малого ледникового периода наше исследование не состоялась бы, так как многие авторы свободно двигают временные рамки оледенений, создавая трудности для реальной оценки событий при их анализе с помощью фактических данных.

Проблема изменения климата стара как мир. Она волновала учёных во все времена, и они пытались дать этому яв-

Источник: составлено авторами по данным [7]

Рис. 4. Ритмы лет по столетиям между годами с четырьмя и пятью полярными затмениями с XXX века до н.э. по XXX век н.э.

Fig. 4. Year rhythms per century between years with four and five polar eclipses from the III century BC to the XXX century AD

лению оценку. Луций Юний Модерат Колумелла в 1 в. н. э. писал: «Я знаю, что много замечательных писателей было убеждено в климатических изменениях, происходящих в течение долгого периода. Гиппарх, самый сведущий учитель астрономии, говорил, что настанет время, когда мировые полюсы сдвинутся с места, и такой заслуживающий уважения сельскохозяйственный писатель, как Сазерна, видимо, поверил ему. В оставленной им по сельскому хозяйству книге он понимает это изменение климата таким образом, что местности, в которых раньше из-за длительной и жестокой зимы нельзя было вырастить ни одного виноградного или масличного побега, теперь, с потеплением и исчезновением прежних

холодов, будут засыпаны оливками и виноградом»¹.

Первопричиной чередования климатических оптимумов и пессимумов, усиливающих рост горных ледников и ледовитость океанов, являются орбитальные факторы. Прецессия оси вращения Земли и поворот линии аписд влекут за собой *тысячелетние ритмы* в наступлении и отступлении ледников. С изменением орбитальных конфигураций Луна–Земля–Солнце, которые визуаль-но прослеживаются в движении конуса тени солнечных затмений по Земному

¹ Columella. *De re rustica*, Lib. I, 1: 4–5 (Цит. по: Катон, Варрон, Колумелла, Плиний. *О сельском хозяйстве* / Под ред. М. И. Бурского. М.-Л.: Сельхозгиз, 1937. С. 144).

шару, связаны *вековые ритмы*. Столетия с частой повторяемостью лет с четырьмя полярными затмениями (15–17 случаев), промежутки между которыми составляют, в основном, 3, 4, 7 лет, совпадают с малыми оледенениями. В период Античного и Средневекового оптимумов число лет с четырьмя полярными затмениями сокращалось до 2–5 случаев за столетие, а в современное время, как и в межледниковые периоды – до 6–7 случаев, с ритмами – 11, 18 лет, иногда более.

Солнечная активность, а также планетарные факторы и процессы (вулканическая деятельность, интенсивность течений, теплообмен с Мировым океаном) могут заметно усилить или ослабить их влияние.

Антропогенные причины не являются основными для современного потепления [37; 41]. Б. Г. Шерстюков [28; 29] считает, что современные изменения климата – это очередная фаза его естественных колебаний, на которые накладывается пар-

никовая составляющая (вклад её – около 25%). Он уверен, что современных знаний об устройстве и механизмах воздействия внешних факторов на климатическую систему недостаточно для построения физико-математических моделей. Модели [34], упрощённые до одного антропогенного фактора, ошибочны, а выводы о скорой термической катастрофе человечества сильно преувеличены [28; 29; 37; 41]. В. В. Снакин [24] в обзоре, посвящённом глобальным изменениям климатической системы, также показывает противоречивость и субъективный характер прогнозов глобальных изменений температуры и отдаёт предпочтение естественным причинам изменений климатической системы. Результаты исследования с учётом других факторов [33; 37; 42; 44; 45] могут использоваться при ретроанализе событий оледенения в столетиях до нашей эры и прогнозировании их в будущем.

Статья поступила в редакцию 23.12.2019

ЛИТЕРАТУРА

1. Боголепов М. О колебаниях климата Европейской России в историческую эпоху. М.: Типо-литография Товарищества И. Н. Кушнерев и Ко, 1908. 144 с.
2. Борисенков Е. П., Пасецкий В. М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. М.: Мысль, 1988. 524 с.
3. Воейков А. И. Осьмилетний период теплых зим // Избр. соч. Т. 3. М.: АН СССР, 1952. С. 148–150.
4. Гросвальд М. Г. Полвека в поиске отзвуков великих оледенений. М.: Научный мир, 2004. 256 с.
5. Дроздов О. А. О возможности климатических прогнозов на основании учёта цикличности, обусловленной космическими и земными факторами // Труды Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. 1971. Вып. 274. С. 3–26.
6. Изотопный состав языка ледника Большой Азау в Приэльбрусье / Ю. К. Васильчук, Ю. Н. Чижова, В. Папеш, Н. А. Буданцева // Криосфера Земли, 2006. Т. X. № 1. С. 56–68.
7. Каталог затмений / Полное солнечное затмение [сайт]. URL: http://www.secl.ru/eclipse_catalog.html (дата обращения: 08.01.2020).
8. Климанов В. А., Хотинский Н. А., Благовещенская Н. В. Колебания климата за исторический период в центре Русской равнины // Известия РАН. Серия географическая. 1995. № 1. С. 89–96.
9. Клименко В. В. Климат и история в эпоху первых Высоких культур (3500–500 гг. до н.э.) // Восток. 1998. № 4. С. 5–24.
10. Клименко В. В. Климат и история от Конфуция до Мухаммада // Восток. 2000. № 1. С. 5–31.
11. Клименко В. В., Мацковский В. В., Дальманн Д. Комплексная реконструкция температуры российской Арктики за последние два тысячелетия // Арктика: экология и экономика. 2013. № 4 (12). С. 84–95.
12. Клименко В. В., Слепцов А. М. Комплексная реконструкция климата Восточной Европы за последние 2000 лет // Известия РГО. 2003. Вып. 6. С. 45–53.
13. Клименко В. В., Мацковский В. В., Пахомова Л. Ю. Новая сравнительная хронология климатических и исторических событий в Северо-Восточной Европе (VIII–XVII вв.) // Человек и Природа в пространстве и времени / Под ред. Э. С. Кульпина. М.: Энергия, 2012. С. 47–87.

14. Кононова Н. К., Морозова С. В., Полянская Е. А. Физико-статистическое моделирование климатических процессов на основе учёта обратных связей // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы (Материалы международной научно-практической конференции, г. Воронеж, 3–5 октября 2019 г.) Т. 1. Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. С. 64–68.
15. Ле Руа Ладюри Э. История климата с 1000 года. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 280 с.
16. 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.
17. 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. DOI: 10.18384/2310-7189-2018-3-23-38.
18. Литвиненко Л. Н., Литвиненко В. В. О природе периодичности катастрофических половодий на Днепре // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы (Материалы международной научно-практической конференции, г. Воронеж, 3–5 октября 2019 г.) Т. 1. Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. С. 441–448.
19. 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, г. Мытищи, 17 октября 2019 г. М.: ИИУ МГОУ, 2019. С. 106–111.
20. Оперативное метеорологическое прогнозирование на месячных и сезонных интервалах времени в рамках Северо-Евразийского климатического центра / В. М. Хан, Р. М. Вильфанд, В. А. Тищенко, Е. Н. Круглова, И. А. Куликова, Е. С. Ганиева // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы (Материалы международной научно-практической конференции, г. Воронеж, 3–5 октября 2019 г.) Т. 1. Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. С. 107–109.
21. Покровская Т. В. О солнечной природе 7–8-летних циклов // Труды Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. 1976. Вып. 378. С. 46–52.
22. Сидоренков Н. С. Геодинамические причины декадных изменений климата // Земля и Вселенная. 2016. № 3. С. 25–36.
23. Слепцов А. М. Клименко В. В. Обобщение палеоклиматических данных и реконструкция климата Восточной Европы за последние 2000 лет // История и современность. 2005. № 1. С. 118–135.
24. Снакин В. В. Глобальные изменения климата: прогнозы и реальность // Жизнь Земли: междисциплинарный научно-практический журнал. 2019. Т. 41. № 2. С. 148–164.
25. Тушинский Г. К. Космос и ритмы природы Земли. М.: Просвещение, 1966. 120 с.
26. Чижевский А. Л. Солнце и мы. М.: Знание, 1963. 48 с.
27. Швец Г. И. Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 244 с.
28. Шерстюков Б. Г. Климатические условия Арктики и новые подходы к прогнозу изменения климата // Арктика и Север. 2016. № 24. С. 39–67.
29. Шерстюков Б. Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2008. 300 с.
30. Шнитников А. В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности: Очерки. Л.: Наука, 1969. 245 с.
31. Шнитников А. В. Приливообразующая сила как фактор изменчивости горного оледенения // Современные вопросы гляциологии и палеогляциологии. 1964. Вып. XVII. С. 102–140.
32. Abbott D. H., Biscaye P., Cole-Dai J., Breger D. Magnetite and Silicate Spherules from the GISP2 core at the 536 AD horizon // American Geophysical Union Fall Meeting Abstracts. 2008. Vol. 1. P. 1454.
33. Büntgen U., Myglan V. S., Ljungqvist F. C., et al. Cooling and societal change during the Late Antique Little Ice Age from 536 to around 660 AD // Nature Geoscience. 2016. Vol. 9. Iss. 3. P. 231–236.
34. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Summary for Policymakers). Cambridge (UK), CUP, 2013. 28 p.
35. Dietrich S., von. Fascinated by rock and ice, 13.12.2004 // Tirol Online. – URL: <https://archive.is/F8cSS> (дата обращения: 08.01.2020).

36. Espenak F., Meeus J. Periodicity of Solar Eclipses // NASA Eclipse Web-Site. – URL: <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEsaros/SEperiodicity.html> (дата обращения: 08.01.2020).
37. Gibbons A. Why 536 was «the worst year to be alive» // Science. 2018. Vol. 362. Iss. 6416. P. 733–734.
38. Linderholm H. W., Nicolle M., Francus P., et al. Arctic hydroclimate variability during the last 2000 years – current understanding and research challenges // Climate of the Past. 2018. № 14. P. 473–514.
39. Ljungqvist F. C. A new reconstruction of temperature variability in the extra-tropical Northern Hemisphere during the last two millennia // Geografiska Annaler A – Physical Geography. 2010. Vol. 92. № 3. P. 339–351.
40. Mayr F. Untersuchungen über Ausmaß und Folgen der Klima- und Gletscherschwankungen seit dem Beginn der postglazialen Wärmezeit // Zeitschrift für Geomorphologie. 1964. Bd. 8. H. 3. S. 257–285.
41. Patzelt G. Das Bunte Moor in der Oberfernaue (Stubai Alpen, Tirol) – Eine neu bearbeitete Schlüsselstelle für die Kenntnis der nacheiszeitlichen Gletscherschwankungen der Ostalpen // Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt. 2016. Bd. 156, H. 1–4. S. 97–107.
42. Popova E., Zharkova V., Shepherd S., Zharkov S. On a role of quadruple component of magnetic field in defining solar activity in grand cycles // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. 2018. Vol. 176. P. 61–68.
43. Sidorenkov N. Synchronization of terrestrial processes with frequencies of the Earth-Moon-Sun system // Astronomical and Astrophysical Transactions (Cambridge). 2018. Vol. 30. № 2. P. 249–260.
44. Zharkova V., Popova E., Qian Xia, Zharkov S., Shepherd S. Upcoming modern grand minimum and solar activity prediction backwards five millennia // 20th EGU General Assembly, Proceedings from the conference held 4–13 April, 2018 in Vienna, Austria. P. 8066.
45. Zharkova V., Shepherd S., Popova E., Zharkov S. Reinforcing the double dynamo model with solar-terrestrial activity in the past three millennia // Proceedings of the International Astronomical Union. 2017. Vol. 13. Iss. S335. P. 211–215.
46. Zotov L., Sidorenkov N., Bizouard C., et al. Multichannel singular spectrum analysis of the axial atmospheric angular momentum // Geodesy and Geodynamics. 2017. № 8. P. 433–442.

REFERENCES

1. Bogolepov M. *O kolebaniyakh klimata Evropeiskoi Rossii v istoricheskuyu epokhu* [Fluctuations in the climate of European Russia in the historical era]. Moscow, Tipo-litografiya Tovarishchestva I. N. Kushnerev i Ko Publ., 1908. 144 p.
2. Borisenkov E., Pasetskii V. *Tysyacheletnyaya letopis' neobychnykh yavlenii prirody* [Millennial record of extraordinary phenomena of nature]. Moscow, Mysl' Publ., 1988. 524 p.
3. Voeikov A. [Seven-year period of warm winters]. In: *Izbr. soch.* [Fav. Op.], vol.3. Moscow, AN SSSR Publ., 1952, pp. 148–150.
4. Grosval'd M. *Polveka v poiske otzvuikov velikikh oledeneni* [Half a century in search for remnants of the great glaciations]. Moscow, Nauchnyi mir Publ., 2004. 256 p.
5. Drozdov O. [On the possibility of climate predictions based on the cyclic nature due to cosmic and terrestrial factors]. In: *Trudy Glavnoi geofizicheskoi observatorii im. A. I. Voeikova* [Proceedings of the Voeikov Main geophysical Observatory], 1971, no. 274, pp. 3–26.
6. Vasil'chuk Yu., Chizhova Yu., Papesh V., Budantseva N. [The isotopic composition of the tongue of the Big Azau glacier in the Elbrus region]. In: *Kriosfera Zemli* [Earth cryosphere], 2006. vol. X, no. 1, pp. 56–68.
7. [Catalog of solar eclipses]. In: *Polnoe solnechnoe zatmenie* [Total Eclipse, website]. Available at: http://www.secl.ru/eclipse_catalog.html (accessed: 08.01.2020)
8. Klimanov V., Khotinskii N., Blagoveshchenskaya N. [Fluctuations in climate over the historical period in the Central Russian plain]. In: *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya* [Proceedings of the RAS. Geographical Series], 1995, no. 1, pp. 89–96.
9. Klimenko V. [Climate and history in the era of the first high cultures (3500–500 BC)]. In: *Vostok* [East], 1998, no. 4, pp. 5–24.
10. Klimenko V. [Climate and history from Confucius to Muhammad]. In: *Vostok* [East], 2000, no. 1, pp. 5–31.
11. Klimenko V., Matskovskii V., Dal'mann D. [A comprehensive reconstruction of temperature in the Russian Arctic over the last two millennia]. In: *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: ecology and economics], 2013, no. 4 (12), pp. 84–95.

12. Klimenko V., Sleptsov A. [Comprehensive reconstruction of climate in Eastern Europe over the last 2000 years]. In: *Izvestiya RGO* [News of the Russian Geographical Society], 2003, no. 6, pp. 45–53.
13. Klimenko V., Matskovskii V., Pakhomova L. [New comparative chronology of climatic and historical events in North-Eastern Europe (VIII–XVII centuries)]. In: Kul'pin E., ed. *Chelovek i Priroda v prostranstve i vremeni* [Man and Nature in Space and Time]. Moscow, Energiya Publ., 2012, pp. 47–87.
14. Kononova N., Morozova S., Polyanskaya E. [Physical-statistical modeling of climate processes on the basis of feedback]. In: Kurolap S., Akimov L., Dmitrieva V. *Global'nye klimaticheskie izmeneniya: regional'nye efekty, modeli, prognozy: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (g. Voronezh, 3-5 oktyabrya 2019 g.). T. 1* [Global climate change: regional effects, models, projections: proceedings of the international scientific-practical conference (Voronezh, 3-5 October 2019), vol. 1]. Voronezh, Tsifrovaya poligrafiya Publ., 2019, pp. 64–68.
15. Le Roy Ladurie E. *Times of Feast, Times of Famine: A history of climate since the year 1000*. London, George Allen and Unwin, 1972. 428 p.
16. Litvinenko L. [The regularity or randomness of the coincidence of the dynamics of anomalies of average decadal temperatures in 1951 and 1969, 1990 and 2008?]. In: Fedorov A., ed. *Sistema «Planeta Zemlya»* [In the collection: System Earth]. Moscow, Lenand Publ., 2012 Publ., pp. 292–304.
17. Litvinenko L., Litvinenko V. [Catastrophic river floods during the polar solar eclipses]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural Sciences]. 2018, no. 3. pp. 23–38. DOI: 10.18384/2310-7189-2018-3-23-38.
18. Litvinenko L., Litvinenko V. [The nature of the frequency of catastrophic river floods]. In: Kurolap S., Akimov L., Dmitrieva V. *Global'nye klimaticheskie izmeneniya: regional'nye efekty, modeli, prognozy: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (g. Voronezh, 3-5 oktyabrya 2019 g.). T. 1* [Global climate change: regional effects, models, projections: proceedings of the international scientific-practical conference (Voronezh, 3-5 October 2019), vol. 1]. Voronezh, Tsifrovaya poligrafiya Publ., 2019, pp. 441–448.
19. Litvinenko L., Litvinenko V., Moreva V. [About the analogs of cold July of 2019]. In: Krylov P., ed. *Dobrodeevskie chteniya – 2019: Sbornik nauchnykh trudov III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (g. Mytishchi, 17 oktyabrya 2019 g.)* [Dobrodeevka read – 2019: Collection of scientific papers III International scientific-practical conference (Mytishchi, 17 Oct 2019)]. Moscow, IIU MGOU Publ., 2019 Publ., pp. 106–111.
20. Khan V., Vil'fand R., Tishchenko V., Kulikova I., Ganieva E. [Operational weather forecasting at monthly and seasonal time intervals in the North-Eurasian climate centre]. In: Kurolap S., Akimov L., Dmitrieva V., eds. *Global'nye klimaticheskie izmeneniya: regional'nye efekty, modeli, prognozy: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (g. Voronezh, 3-5 oktyabrya 2019 g.). T. 1* [Global climate change: regional effects, models, projections: proceedings of the international scientific-practical conference (Voronezh, 3-5 October 2019), vol. 1]. Voronezh, Tsifrovaya poligrafiya Publ., 2019, pp. 107–109.
21. Pokrovskaya T. [About the solar nature of 7–8 year cycles]. In: *Trudy Glavnoi geofizicheskoi observatorii im. A. I. Voeikova* [Proceedings of the Voeikov Main geophysical Observatory], 1976, no. 378, pp. 46–52.
22. Sidorenkov N. [The geodynamic reasons for decade changes in climate]. In: *Zemlya i Vselennaya* [Earth and the Universe], 2016, no. 3, pp. 25–36.
23. Sleptsov M., Klimenko V. [Synthesis of the paleoclimatic data and climate reconstruction in Eastern Europe over the last 2000 years]. In: *Istoriya i sovremennost'* [History and Modernity], 2005, no. 1, pp. 118–135.
24. Snakin V. [Global climate change: predictions and reality]. In: *Zhizn' Zemli: Mezhdistsiplinarnyi nauchno-prakticheskii zhurnal* [Earth Life: Interdisciplinary Scientific and Practical Journal], 2019, vol. 41, no. 2, pp. 148–164.
25. Tushinskii G. *Kosmos i ritmy prirody Zemli* [The cosmos and the rhythms of nature]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1966. 120 p.
26. Chizhevskii A. *Solntse i my* [The sun and we]. Moscow, Znanie Publ., 1963. 48 p.
27. Shvets G. *Vydayushchiesya gidrologicheskie yavleniya na yugo-zapade SSSR* [Outstanding hydrological phenomena in the South-West of the USSR]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1972. 244 p.

28. Sherstyukov B. [The climatic conditions of the Arctic and new approaches to the prediction of climate change]. In: *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2016, no. 24, pp. 39–67.
29. Sherstyukov B. *Regional'nye i sezonnye zakonomernosti izmenenii sovremennogo klimata* [Regional and seasonal patterns of changes in the current climate]. Obninsk, VNIIGMI-MTSD Publ., 2008. 300 p.
30. Shnitnikov A. *Vnutrивekovaya izmenchivost' komponentov obshchei uvlazhnennosti: Ocherki* [The interdecadal variability of the components of the total moisture: Essays]. Leningrad, Nauka Publ., 1969. 245 p.
31. Shnitnikov A. [Tide-generating force as a factor of variability of mountain glaciation]. In: *Sovremennyye voprosy glyatsiologii i paleoglyatsiologii* [Modern problems of glaciology and paleoglaciology], 1964, iss. XVII, pp. 102–140.
32. Abbott D. H., Biscaye P., Cole-Dai J., Breger D. Magnetite and Silicate Spherules from the GISP2 core at the 536 AD horizon. In: *American Geophysical Union Fall Meeting Abstracts*, 2008, vol. 1, pp. 1454.
33. Büntgen U., Myglan V. S., Ljungqvist F. C., et al. Cooling and societal change during the Late Antique Little Ice Age from 536 to around 660 AD. In: *Nature Geoscience*, 2016, vol. 9, iss. 3, pp. 231–236.
34. Dietrich S., von. Fascinated by rock and ice, 13.12.2004. In: *Tirol Online*. Available at: <https://archive.is/F8cSS> (access date: 08.01.2020).
35. Espenak F., Meeus J. Periodicity of Solar Eclipses. In: *NASA Eclipse Web-Site*. Available at: <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEaros/SEperiodicity.html> (access date: 08.01.2020).
36. Gibbons A. Why 536 was «the worst year to be alive». In: *Science*, 2018, vol. 362, iss. 6416, pp. 733–734.
37. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Summary for Policymakers). Cambridge (UK), CUP, 2013, 28 p.
38. Linderholm H. W., Nicolle M., Francus P., et al. Arctic hydroclimate variability during the last 2000 years – current understanding and research challenges. In: *Climate of the Past*, 2018, no. 14, pp. 473–514.
39. Ljungqvist F. C. A new reconstruction of temperature variability in the extra-tropical Northern Hemisphere during the last two millennia. In: *Geografiska Annaler A – Physical Geography*, 2010, vol. 92, no. 3, pp. 339–351.
40. Mayr F. [Studies on the extent and consequences of climate and glacier fluctuations since the beginning of the postglacial warming period]. In: *Zeitschrift für Geomorphologie* [Journal of Geomorphology], 1964, vol. 8, iss. 3, pp. 257–285.
41. Patzelt G. [The Colorful Moor in the Oberfernau (Stubai Alps, Tyrol) – A newly edited key for knowledge of the post-glacial glacier fluctuations in the Eastern Alps]. In: *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* [Federal Geological Institute yearbook], 2016, vol. 156, iss. 1–4, pp. 97–107.
42. Popova E., Zharkova V., Shepherd S., Zharkov S. On a role of quadruple component of magnetic field in defining solar activity in grand cycles. In: *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 2018, vol. 176, pp. 61–68.
43. Sidorenkov N. Synchronization of terrestrial processes with frequencies of the Earth-Moon-Sun system. In: *Astronomical and Astrophysical Transactions* (Cambridge), 2018, vol. 30, no. 2, pp. 249–260.
44. Zharkova V., Popova E., Qian Xia, Zharkov S., Shepherd S. Upcoming modern grand minimum and solar activity prediction backwards five millennia. In: *20th EGU General Assembly, Proceedings from the conference held 4–13 April, 2018 in Vienna, Austria*, p. 8066.
45. Zharkova V., Shepherd S., Popova H., Zharkov S. Reinforcing the double dynamo model with solar-terrestrial activity in the past three millennia. In: *Proceedings of the International Astronomical Union*, 2017, vol. 13, iss. S335, pp. 211–215.
46. Zotov L., Sidorenkov N., Bizouard C., et al. Multichannel singular spectrum analysis of the axial atmospheric angular momentum. In: *Geodesy and Geodynamics*, 2017, no. 8, pp. 433–442.

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 – ассистент 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 – PhD in Geographical Sciences, 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 – assistant 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. Колебание Фернау и ритмы лет с четырьмя полярными затмениями за последние два тысячелетия // Географическая среда и живые системы. 2020. № 1. С. 7–30. DOI: 10.18384/2712-7621-2020-1-7-30

FOR CITATION

Litvinenko L., Litvinenko V. Fernau oscillation and rhythms of years with four polar eclipses in the past two millennia. In: *Geographical environment and living systems*, 2020, no. 1, pp. 7–30.

DOI: 10.18384/2712-7621-2020-1-7-30