

УДК 551.583.13:551.791

О НАЛИЧИИ 400-ТЫСЯЧЕЛЕТНЕГО ЭКСЦЕНТРИСИТЕТНОГО ЦИКЛА В ИЗМЕНЕНИЯХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПЛЕЙСТОЦЕНА*

© 2013 г. В.А. Большаков, И.А. Каревская

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Поступила в редакцию

Проведен анализ седиментационных записей лёссово-почвенных разрезов Восточной Европы (Россия, Украина) и Азии (Западная Сибирь, Таджикистан, Лессовое плато Китая) и рассмотрены данные об изменениях природной среды плейстоцена по другим континентальным разрезам, в частности, по седиментационным колонкам озера Байкал и ледяным кернам Антарктиды (станция Dome C). Показано, что: а) надежные эмпирические данные об имеющих заметную амплитуду 400-тысячелетних климатических колебаниях отсутствуют в палеоклиматических записях рассмотренных континентальных разрезов плейстоцена; б) имеющиеся сообщения о наличии 400-тысячелетней периодичности изменений палеоклиматов либо ошибочны, либо не связаны с 400-тысячелетними вариациями эксцентриситета.

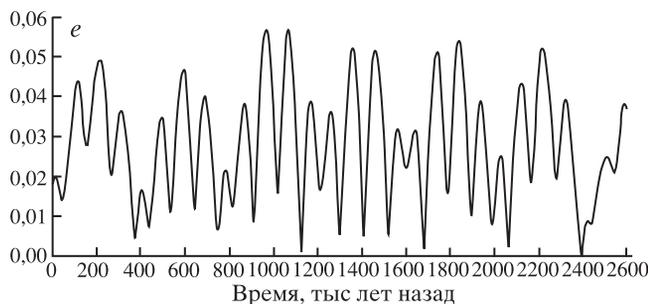
Введение. В известной публикации Хейса, Имбри и Шеклтона [1] впервые показано, что более 80% глобальной климатической изменчивости за последние 500 тыс. лет характеризуется периодичностями, близкими основным гармоникам вариаций орбитальных элементов Земли – около 100, 41 и 23 и 19 тыс. лет. Впоследствии этот результат был подтвержден для длительных, до 1 млн лет и более, изотопно-кислородных (ИК) палеоклиматических записей по глубоководным колонкам [2–5 и др.]. В статье [6] был сделан вывод, что, в отличие от последних примерно 800 тыс. лет (палеомагнитный хрон Брюнес), в течение которых глобальные колебания определялись преимущественно 100-тысячелетней эксцентриситетной периодичностью, в предстоящий период плейстоцена, совпадающий с хроном Матуяма, климатическая цикличность представлена в основном 41-тысячелетними колебаниями, обусловленными вариациями наклона земной оси. Таким образом, в глобальных колебаниях плейстоцена выделены, с разной степенью уверенности [7], основные гармоники колебаний всех трех орбитальных элементов, за исключением большого эксцентриситетного цикла длительностью около 400 тысяч лет.

По-видимому, данное обстоятельство сыграло в последнюю роль в том, что некоторые исследо-

ватели стали искать 400-тысячелетнюю эксцентриситетную цикличность в эмпирических записях изменений природной среды плейстоцена. Этому способствовало и то, что 100-тысячелетний цикл наиболее отчетливо проявляется в эмпирических записях последнего миллиона лет – изменениях глобального объема льда, температуры, уровня океана, формировании речных и морских террас, горизонтов лёссов и погребённых почв, отражающих единый и взаимообусловленный, глобальный циклический процесс ландшафтно-климатической перестройки. А поскольку 400-тысячелетний цикл эксцентриситета сравним по амплитуде с 100-тысячелетним циклом (рисунок), казалось бы, логично ожидать столь же сильных, как у 100-тысячелетнего, глобальных климатических проявлений 400-тысячелетнего цикла. Отсюда непосредственно вытекает важный прикладной аспект исследования 400-тысячелетнего периода: надежное установление указанной цикличности способствовало бы уточнению периодизации глобальных колебаний плейстоцена и, соответственно, его хроностратиграфии. Важный теоретический аспект обсуждаемой проблемы заключается в накоплении эмпирических данных о связи орбитальных вариаций с глобальными колебаниями, что является одной из основ корректной разработки орбитальной теории палеоклимата.

Понятно, что для реализации поставленной цели необходимо проанализировать возможно более широкий спектр эмпирических данных о

* Работа выполняется при поддержке РФФИ, проект № 11-05-00147а.



Изменения эксцентриситета эллиптической орбиты Земли за последние 2,6 млн лет (по [8]).

глобальных колебаниях климата в плейстоцене, заключенных и в глубоководных, и в континентальных седиментационных записях. В данной работе будут рассмотрены наиболее информативные, из известных нам, записи континентальных отложений плейстоцена.

Обзор и анализ эмпирических данных. *Некоторые предварительные замечания.* Записи изменений природной среды в континентальных разрезах плейстоцена имеют как преимущества, так и недостатки по сравнению с аналогичными записями в глубоководных осадках. *Преимущества* заключаются в основном в том, что континентальные записи часто более подробны, имеют большую степень разрешения по времени. В качестве примера можно привести разрезы лёссовой формации, ледовые керны Антарктиды и Гренландии. Другое преимущество — большая доступность для исследований и возможности сопоставления палеоклиматических записей для различных широтных и долготных поясов, ландшафтно-климатических зон.

Недостатки связаны в первую очередь с более часто встречающимися перерывами в геологической летописи и отсутствием до сих пор точной и подробной ее хронологии, а также с отсутствием палеоклиматических индикаторов, достаточно точно отражающих изменения природной обстановки в численной, удобной для математического анализа форме, как, например, ИК данные. Отсутствие указанных палеоклиматических индикаторов приводит к поиску новых параметров, не всегда адекватно отражающих изменения климата. Один из наиболее известных таких индикаторов — величина магнитной восприимчивости отложений, изменения которой неоднозначны, поскольку, помимо климатических условий, зависят от многих других причин [9, 10].

Среди континентальных разрезов следует выделить опять же ледовые керны и немногочисленные озерные разрезы, в которых есть считающиеся непрерывными записи изменения природной

среды всего плейстоцена или значительной его части. В последних хронология основана обычно на корреляции с ИК шкалой глубоководных осадков.

В связи с указанными обстоятельствами точное определение длительности климатических циклов в наиболее широко распространенных, лёссово-почвенных разрезах, не представляется возможным. В таких случаях выявление периодичности в седиментационных записях циклических изменений природной среды прошлого делается с помощью грубых временных прикидок. При этом сначала необходимо показать наличие цикличности в изучаемых индикаторах состояния природной среды, т.е. их закономерное отклонение от какого-либо исходного состояния с возвращением к примерно этому же состоянию в течение как минимум двух циклов. После этого делается оценка периодичности изучаемых изменений путём сопоставления определенных стадий процесса с имеющимися хронологическими датами, в частности, связанными с границами палеомагнитных инверсий. Примерно такой способ оценки периодов климатической изменчивости, близкой к 400 тысячам лет, представлен в работах [11, 12, 13]. При установлении хронологии записей часто принимается обычно необоснованный тезис о постоянстве скорости седиментации внутри определённых хронологических реперов. (Заметим, однако, что и точная фиксация границ инверсий в лёссовых разрезах также представляет собою сложную задачу [14, 15]).

Очевидно, легче сделать вывод об отсутствии 400-тысячелетней периодичности в изменениях какого-либо индикатора. Для этого достаточно показать, что на протяжении изучаемого периода времени, не меньшего 400 тысяч лет, не было циклических изменений, соответствующих данному интервалу времени. Это имеет место, когда величина изучаемого параметра либо не изменяется, либо демонстрирует однонаправленное изменение (уменьшение или увеличение) в течение 400 тыс. лет. Если же внутри этого интервала фиксируются более частые колебания (как примерно 100-тысячелетние на рисунке), то на отсутствие 400-тысячелетней цикличности может указывать или неизменность, или однонаправленные изменения амплитуды этих 100-тысячелетних колебаний, вкуче с однонаправленным изменением (или постоянством) величины их максимумов и минимумов.

Эмпирические данные. По-видимому, первым, кто выделил близкий к 400-тысячелетнему климатический цикл в плейстоцене, был В.А. Зубаков [11], который предложил выявленный им

“климатический ритм” длительностью около 360–380 тыс. лет именовать “звеном”. Вначале этот цикл не связывался с вариациями эксцентриситета, однако впоследствии, по мере подтверждения обусловленности глобальных колебаний орбитальными вариациями инсоляции, В.А. Зубаков связал выделенный цикл с 400-тысячелетней гармоникой вариаций эксцентриситета [12, 16]. Он подчеркивал важное значение этого цикла (звена) для климатохронологической периодизации плейстоцена [12].

Мы [17] уже указывали на недостаточно строгую обоснованность выделения В.А. Зубаковым как самой цикличности, т.е. сопоставимости и последовательности отдельных ступеней развития внутри разных циклов, так и временную оценку цикла. При климатостратиграфическом расчленении плейстоцена он отдавал предпочтение глубоководным разрезам и, в частности, ИК шкале (введенное им климатостратиграфическое подразделение “ортоклиматем” фактически соответствует ИК стадии) [12, рис. 6.1]. Тем не менее, проводимая корреляция ИК стадий между собой и с палеоклиматическими событиями на континенте не является достаточно обоснованной. Например, ИК стадия 5 сопоставляется с ИКС 13, 14 и частью ИКС 15, а ИКС 6 сопоставляется со стадией 16 и частью ИКС 15 [12]. Также В.А. Зубаков, видимо, первым сопоставил ИКС 11 с ИКС 1, однако сопоставление этих двух стадий с ИКС 21 совершенно нелогично.

Позднее В.А. Зубаков отказался от “эксцентриситетной” гипотезы в пользу гипотезы “гравитационно-океанической” [18]. Новая точка зрения обосновывалась так [18, с. 278]: “... исключительный интерес представляет гипотеза радиофизика А.В. Шабельникова (конкретной ссылки нет – В.Б. и И.К.), который путем теоретических расчетов вычислил 371-тысячелетнюю гравитационную волну, которая, по его мнению, связана с *обращением Солнечной системы вокруг ближайшего местного звездного скопления в нашей Галактике*. Авторы не считают себя компетентными для ее обсуждения, но можно заключить, что она ближе к объяснению генезиса звеньев цикла, нежели гипотеза эксцентриситета. Более того, сам 400-тысячелетний цикл эксцентриситета, вероятнее всего, *порожден гравитационной волной, воздействующей на все планеты Солнечной системы*”.

В публикации Н.С. Болиховской [13] на основе анализа палинологических данных в основном по разрезу Отказное в Восточном Предкавказье выделен палеоклиматический цикл длительностью 450 тыс. лет, который значительно отличается

по длительности от 400-тысячелетнего эксцентриситетного цикла. Поэтому отпадает одно из главных обоснований – “сходство орбитальной конфигурации” [13, с. 12] (т.е. наличие минимальных значений эксцентриситета 400 тыс. лет назад и в современную эпоху) – для выделения обсуждаемой климатической цикличности. Ранее мы отмечали и недостатки сопоставления внутренней структуры двух выделенных в пределах неоплейстоцена циклов [17], и недостаточную обоснованность тезиса о “сходстве орбитальной конфигурации” [19]. Здесь укажем на существенное несоответствие выделенных в публикации [13] климатостратиграфических периодов со стадиями ИК шкалы (например, окское оледенение коррелируется с ИК стадиями 12, 13 и 14, а ведь ИКС 13 соответствует межледниковью). Тем не менее, ИК шкала используется Н.С. Болиховской для датировки этих периодов.

Однако в других работах по Восточно-Европейской равнине [20–23] не сообщается о наличии 400-тысячелетней цикличности климатических изменений в плейстоцене. Например, в количественной реконструкции климата за последние 450 тыс лет, выполненной А.А. Величко с соавторами [20, с. 24] установлено “... направленное похолодание от более ранних межледниковых и ледниковых эпох к более поздним”. А из полученных М.Ф. Векlichem с коллегами [23], при изучении лёссово-почвенной формации Украины, оценок изменения температуры за примерно последний миллион лет также нельзя выделить 400-тысячелетние колебания. При этом температурный цикл оледенение-межледниковье, отражённый в чередованиях лёссов и погребённых почв, выделяется четко.

Касаясь палеоклиматических данных по Европе, обратимся вначале к “наиболее длительной европейской непрерывной континентальной записи” [24, р. 310] изменения дендрофлоры, полученной в Греции (*Tenaghi Philippon*). Изменения процентного соотношения пыльцы хвойных и лиственных пород на представленных в работе графиках [24] для последних 800 тыс. лет хорошо коррелируются с антарктическими записями изменения содержания метана в атмосфере. В них уверенно выделяются 100-тысячелетние циклы, но 400-тысячелетние колебания не прослеживаются. Длительные ряды данных об изменениях климатических условий плейстоцена в низовьях Рейна и в Македонии, показанные в статье [25], также не демонстрируют наличия 400-тысячелетней периодичности. Однако 100-тысячелетняя периодичность климатических изменений в этих регионах видна хорошо.

Одной из наиболее известных, длительных и хорошо изученных озёрных записей природных изменений является палеоклиматическая запись по донным осадкам озера Байкал, извлечённым в процессе выполнения проекта “Байкал-бурение” в конце XX в. Полученные данные охватывают временной интервал до 12 млн лет [26]. Наиболее надёжно палеоклиматические вариации в байкальских колонках отражают хорошо коррелирующие с ИК вариациями в глубоководных колонках изменения содержания биогенного кремнезёма, извлеченного из остатков диатомовых водорослей [27, 28, 29]. В палеоклиматических вариациях авторами указанных публикаций выделяются орбитальные периодичности, аналогичные полученным в глубоководных колонках по ИК данным, т.е. периоды около 100, 41, 23 и 19 тысяч лет. Таким образом, непосредственный 400-тысячелетний сигнал в палеоклиматической записи озера Байкал не выделяется. Более того, в работе [28, с. 309] отмечено, что содержание биогенного кремнезёма в колонке *BDP96–2* “...откликается на изменение инсоляции только в интервале 0–1600 тыс лет”.

Тем не менее вывод о наличии 400-тысячелетней периодичности в изменении среднего размера осаждающихся зерен, связываемом с палеоклиматическими флуктуациями, сделан в публикации [26] на основе спектрального временного анализа изменений указанного параметра по байкальской колонке *BDP98*. Есть два существенных обстоятельства, ставящих под сомнение это заключение. Первое – для периода времени 0–3 млн лет амплитуда “400-тысячелетнего” сигнала много ниже амплитуды двух других выделенных сигналов, с периодами около 600 и 1000 тыс. лет, причем последние относятся авторами [26] почему-то тоже к орбитальным сигналам, хотя они таковыми не являются. Поэтому данные сигналы вряд ли имеют существенную, сравнимую с 100-тысячелетним сигналом (который, видимо по этой причине, в работе не показан) амплитуду. Следовательно, 400-тысячелетний сигнал изменения среднего размера зерна (если он на самом деле есть) будет ещё слабее, что для нас интереса не представляет.

Второе – точность результатов спектрального временного анализа определяется во многом точностью временной шкалы изучаемой седиментационной записи. В работе [26] временная шкала выведена для возраста более 1 млн лет, на основе преимущественно палеомагнитных данных, что не представляется достаточно точным без привлечения других методов, прежде всего оценок абсолютного возраста. Последнее обстоятельство

оставляет открытым вопрос о точном количественном определении рассматриваемой гармоникой колебаний среднего размера зерен. Более того, она, согласно рис.4а публикации, вопреки заявлению авторов, заметно превышает величину 400 тыс лет и, таким образом, строго говоря, не может соотноситься с вариациями эксцентриситета.

В обширном исследовании лессовых разрезов Западной Сибири [30] отмечено определённое сходство климатостратиграфических циклов этого региона с аналогичными данными по глубоководным осадкам. При этом 400-тысячелетний цикл в изменении природной обстановки плейстоцена не выявлен. Данный цикл не выявлен и в специальном исследовании [31], посвященном изучению периодичности формирования лёссово-почвенной последовательности Западной Сибири. Спектрально-временному анализу было подвергнуто изменение интенсивности педогенеза, выраженное в баллах. В результате получены периодичности, близкие к уже упоминавшимся периодам орбитальных параметров, около 100, 40 и 20 тыс. лет. И хотя и в данном случае временную шкалу лёссово-почвенной последовательности в пределах хрона Брюнес нельзя считать точной, отсутствие 400-тысячелетней периодичности, исходя из эмпирических данных, представленных в работе [31], достаточно очевидно уже на качественном уровне.

Наибольшее количество публикаций по лёссовым отложениям связано с разрезами Лёссового плато Китая, которые изучались палеомагнитным и магнитным, палинологическим, минералогическим и другими методами палеогеографического анализа, включая определение абсолютного возраста отложений. Тем не менее, поскольку до сих пор ведутся дискуссии о положении палеомагнитной инверсии Матуяма-Брюнес (М-Б) (в восьмом лёссе – седьмой погребённой почве (ПП), или в восьмой ПП) [32–35], остаются нерешёнными и вопросы хронологии и корреляции Лёссового плато. В частности, такие, как соотношение наиболее развитой и мощной ПП5 с одной, наиболее слабо выраженной в ИК записи, межледниковой тринадцатой ИК стадией, или с тремя стадиями, ИКС 13–15.

Отсутствие точной хронологии приводит к неточностям при проведении спектрально-временного анализа изменений каких-либо палеоклиматических параметров и, соответственно, определения периодичностей этих изменений. Однако, близкий к 100-тысячелетнему эксцентриситетный период может быть выделен более-менее определенно из-за его яркой выраженности

в виде лёссово-почвенных циклов последнего миллиона лет, соотносимых обычно с циклами оледенение-межледниковье. Если инверсия М-Б проходит в ПП8, получается хорошее соответствие с ИК шкалой (при условии соотношения горизонтов почв с межледниковьями). Если же инверсия проходит в ПП7, то на 780 тыс. лет приходится 7 циклов оледенение-межледниковье. Следовательно, в данном случае длительность цикла – около 110 тыс. лет, что также относится к 100-тысячелетнему циклу, хотя соответствие с ИК шкалой по количеству межледниковий нарушается. 400-тысячелетний цикл в этих разрезах мог бы быть выделен (при условии отсутствия значительных седиментационных перерывов) по закономерной смене природных условий формирования представляющих 100-тысячелетние циклы горизонтов почв и лёссов. За последние 1.0–1.2 млн лет 400-тысячелетних циклов должно быть два-три. Однако, несмотря на активное изучение отложений Лёссового плато, указанных циклов найдено не было.

В публикации [36] утверждается о проявлении 400-тысячелетней периодичности в записи летнего и зимнего муссонов для последних 3.6 млн лет в двух разрезах Лёссового плато. При этом, по мнению авторов, запись эволюции летнего муссона представлена изменениями по разрезам магнитной восприимчивости (k), а зимнего – вариациями среднего размера зёрен кварца (СРЗК). Такая интерпретация основана на логичных представлениях авторов о том, что приносящий влагу летний муссон влияет на величину k отложений, а дующий с северо-западных горных и пустынных районов зимний муссон – на размер приносимых зерен кварца. Чем больше влаги – тем больше величина k и чем сильнее ветер, тем больше СРЗК. Тем не менее, выделение 400-тысячелетнего цикла в работе [36] не представляется бесспорным, чему есть несколько причин.

Во-первых величина k не является параметром, количественно отражающим изменение в прошлом суммы выпадающих водных осадков в лёссово-почвенных последовательностях. Это делает невозможным надежное численное определение периодичности в колебаниях влагообеспеченности. Также отметим, что 400-тысячелетний цикл не обнаружен в записях в интервале 0–1.24 млн лет назад, приходящемся на наиболее значительные колебания климата в плейстоцене. Далее, в работе [36] говорится о возможных искажениях “палеоклиматических”, как считают авторы, записей, основанных на измерениях величины k и среднего размера зерен, о неопределённости положения палеомагнитных границ (что отмеча-

лось нами выше). Тем не менее, они делают “орбитальную подгонку” (orbital tuning), используя именно эти параметры и, конечно, получают орбитальные периоды. Уже этот факт говорит о некоей предопределённости конечных результатов, по крайней мере при выделении более коротких орбитальных периодов 19, 23 и 41 тыс лет.

Во-вторых, наиболее значительная амплитуда 400-тысячелетнего периода в спектральных диаграммах приходится на временной интервал 1.26–2.59 млн лет, где не проявляется 100-тысячелетний период. Данный факт требует разъяснения, так как оба периода модулируют прецессионные вариации, а выявляется только один. Еще один повод усомниться в наличии 400-тысячелетней периодичности – это несоответствие амплитуд прецессионных и 400-тысячелетних колебаний, приведенных на амплитудно-частотном спектре, рис. 12, для указанного интервала времени. Недоумения по поводу столь большой амплитуды 400-тысячелетнего сигнала подтверждаются и обращением к рис. 11 статьи [36], где изображены изменения самих “составных” параметров СРЗК и k . Там практически не видны их колебания с 400-тысячелетним периодом, тогда как колебания с гораздо меньшей амплитудой (например, с периодом около 75 тыс. лет на рис. 12) проявляются хорошо.

Одни из наиболее мощных разрезов лёссовой формации, расположенные в Средней Азии, изучались различными методами палеогеографического анализа в течение длительного времени большими коллективами исследователей [37–40]. В результате в хроне Брюнес выделено 9 погребённых почвенных комплексов (ПК), условия формирования которых ассоциируются с климатическими оптимумами межледникового типа. Исходя из этого, можно заключить, что, в отличие от ИК шкалы, в лёссово-почвенной последовательности Южного Таджикистана выделяется не 9, а 10 межледниковых горизонтов, включая современный (голоценовый). Для согласования с ИК шкалой 8-й ПК был скоррелирован с подстадией 18.3 ледниковой стадии 18 ИК шкалы [39]. Отсюда очевидно выделение 100-тысячелетней цикличности, связываемой с циклами лёсс-почва. Однако более длительная, 400-тысячелетняя цикличность выделена не была. Это подтверждают и представленные в монографии [40] многочисленные данные палеопедологического, палинологического, геохимического, литолого-минералогического и др. анализов погребённых почв и лёссов Таджикистана.

В заключение обратимся к данным по уникальному континентальному разрезу – ледовому кер-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ну Антарктиды станции Dome C [41–43]. Так же, как и в глубоководных осадках, в нем в численной форме зафиксированы изменения температуры (по дейтерию), либо вариации содержания метана или двуокиси углерода для длительного интервала времени (около 800 тыс. лет). Эти данные также демонстрируют наличие орбитальных периодичностей в изменении указанных параметров, кроме периода 400 тыс. лет.

Обсуждение и выводы. Выше рассмотрены эмпирические данные о палеоклиматических изменениях плейстоцена, записанных в континентальных разрезах Европы, Азии, ледовом керне Антарктиды. Цель рассмотрения – выявить наличие или отсутствие глобальных циклических изменений климата, обусловленных 400-тысячелетними вариациями эксцентриситета эллиптической орбиты Земли. Необходимо отметить недостатки хронологической основы всех рассмотренных нами лёссово-почвенных разрезов, в частности, неоднозначность положения палеомагнитной инверсии М-Б [14, 15, 44]. Также для этих наиболее распространённых и специфичных континентальных отложений плейстоцена ощущается недостаток палеоклиматических индикаторов, позволяющих достаточно точно оценивать изменения климата в числовом выражении. По-видимому, нельзя исключить неполноту геологической летописи в лёссовых разрезах, в которых в хроне Брюнес выделено менее 9 межледниковых горизонтов (например, разрезы Отказное в Предкавказье [13], Ветово в Болгарии [45]). Напомним, что именно 9 межледниковий*, включая современное, зафиксировано в ИК записях глубоководных осадков).

Тем не менее проведенный нами анализ данных по ледяному керну Антарктиды, донным осадкам оз. Байкал, разрезам различных лёссовых провинций позволяет сделать следующие выводы.

1. Связанный с вариациями эксцентриситета 400-тысячелетний климатический цикл не выявляется в палеоклиматических записях континентальных разрезов плейстоцена.

2. Сообщения об обнаружении близкой к 400-тысячелетней цикличности палеоклиматических изменений, записанных в континентальных разрезах плейстоцена а) либо не подтверждаются при анализе представленных первичных данных, б) либо не соотносятся с вариациями эксцентриситета.

* В данном контексте столь категоричное утверждение о 9 межледниковых этапах в интервале Брюнеса не имеет достаточных оснований (Ред.)

1. Hays J.D. Imbrie J. and Shackleton N. Variation in the Earth's orbit: Pacemaker of the ice ages // Science. 1976. V. 194. P. 1121–1132.
2. Imbrie J., Hays J., Martinson D. et al. The orbital theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of the marine $\delta^{18}\text{O}$ record // in: Milankovitch and Climate, NATO ASI Ser. C. 126. A.L. Berger et al. Eds. Reidel. Dordrecht. 1984. P. 269–305.
3. Imbrie J., Boyle E., Clemens S. et al., On the structure and origin of major glaciation cycles. 1. Linear responses to Milankovitch forcing // Paleoceanography 1992. V. 7. P. 701–738.
4. Imbrie J., Berger A., Boyle E., et al. On the structure and origin of major glaciation cycles. 2. The 100,000-year cycle // Paleoceanography 1993. V. 8. P. 699–735.
5. Bassinot F.C., Labeyrie L.D., Vincent E., et al. The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal // Earth Planet. Sci. Lett. 1994. V. 126. P. 91–108.
6. Ruddiman W.F. Raymo M. and McIntyre A. Matuyama 41,000-year cycles: North Atlantic Ocean and northern hemisphere ice sheets // Earth and Planet. Sci. Letters. 1986. V. 80. P. 117–129.
7. Большаков В.А. Новая концепция орбитальной теории палеоклимата М.: МГУ, 2003. 256 с.
8. Berger A. Loutre M.F. Insolation values for the climate of the last 10 million years // Quat. Sci. Rev. 1991. V. 10. P. 297–317.
9. Большаков В.А. Использование капаметрии при изучении плейстоцена: физические и палеогеографические аспекты // Физика Земли. 2000. № 6. С. 76–86.
10. Большаков В.А. Об использовании капаметрии в палеогеографических исследованиях // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2002. Т. 10 № 3. С. 100–110.
11. Зубаков В.А. Геохронология плейстоцена. Сопоставление кривой солнечной радиации с радиометрической шкалой плейстоцена // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1968. № 6. С. 10–23.
12. Зубаков В.А. Глобальные климатические события плейстоцена. Л-д.: Гидрометеиздат. 1986. 288 с.
13. Болиховская Н.С. Пространственно-временные закономерности развития растительности и климата Северной Евразии в неоплейстоцене // Археология, этнография и антропология Евразии. 2007. № 4 (32). С. 2–28.
14. Большаков В.А. Определение климатостратиграфического положения инверсии Матуйама-Брюнес в отложениях лёссовой формации как комплексная проблема наук о Земле // Физика Земли. 2004. № 12. С. 58–76.

15. *Большаков В.А.* Определение климатостратиграфического положения инверсии Матуяма-Брюнес в разрезах лёссовой формации Восточно-Европейской равнины и Приобья // Изв. РАН. Сер. геогр. 2005. № 1. С. 11–120.
16. *Зубаков В.А.* Климатостратиграфия (последних 7.5 млн. лет) как наука о становлении современной географической среды (и тезисно о 400-тысячелетнем ритме как сути ледниковой теории) // Горизонты географии. К 100-летию К.К. Маркова. М.: Географ. ф-т МГУ. 2005. С. 208–218.
17. *Большаков В.А., Каревская И.А.* Проблема 11-й изотопно-кислородной стадии и предполагаемый 400-тысячелетний климатический цикл плейстоцена // Квартер во всем его многообразии. Фундаментальные проблемы, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы УП Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. 2011. Т. 1. С. 80–83.
18. *Зубаков В.А.* О вкладе климатостратиграфии и исторической геоэкологии в прочтение геологической летописи и в прогностику будущего // Палинологические, климатостратиграфические и геоэкологические реконструкции. Памяти Е.Н. Анановой. Сб. / Под ред. Зубаков В.А. СПб.: Недра, 2006. С. 227–338.
19. *Большаков В.А.* Проблема межледниковой 11-й морской изотопной стадии с позиций новой концепции орбитальной теории палеоклимата // Океанология. 2010. Т. 50. № 2. С. 236–247.
20. *Величко А.А., Зеликсон Э.М., Борисова О.К. и др.* Количественные реконструкции климата Восточно-Европейской равнины за последние 450 тыс. лет // Изв. РАН. Сер. геогр. 2004. № 1. С. 7–25.
21. *Величко А.А., Морозова Т.Д., Панин П.Г.* Почвенные полигенетические комплексы как системный феномен плейстоценовых макроциклов // Изв. РАН. Сер. геогр. 2007. № 2. С. 44–54.
22. *Веклич М.Ф.* Палеоэтапность и стратотипы почвенных формаций верхнего кайнозоя // Киев: Наукова Думка. 1982. 201 с.
23. *Веклич М.Ф., Сиренко Н.А., Матвишина Ж.Н. и др.* Палеогеографические этапы и детальное стратиграфическое расчленение плейстоцена Украины // Киев. Наукова Думка. 1984. 38 с.
24. *Tzedakis P.C., Palike H., Roucoux K.H., de Abre L.* Atmospheric methane, southern European vegetation and low-mid latitude links on orbital and millennial timescales // Earth Planet. Sci. Lett. 2009. V. 277. P. 307–377.
25. *Kukla G.* Long continental records of climate – an introduction // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 1989. V. 72. P. 1–9.
26. *Kashiwaya K., Ochiai S., Sakai H., Kawai T.* Orbit-related long-term climate cycles revealed in a 12-Myr continental record from Lake Baikal // Nature 2001. V. 410 P. 71–73.
27. *Карabanов Е.Б., Прокопенко А.А., Кузьмин М.И., Вильямс Д.Ф., Гвоздков А.Н., Кербер Е.Б.* Оледенения и межледниковья Сибири – палеоклиматическая запись из озера Байкал и ее корреляция с Западно-Сибирской стратиграфией (эпоха прямой полярности Брюнес) // Геология и геофизика. 2001. Т. 42. № 1–2. С. 48–63.
28. *Кузьмин М.И., Кербер Е.Б., Карabanов Е.Б., Гелетий В.Ф.* Вариации климата позднего кайнозоя, установленные по осадкам озера Байкал // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 3. Природные и социальные сферы как части окружающей среды и как объекты воздействий. М.: Янус-К. 2002. С. 304–309.
29. *Williams D.F., Peck J., Karabanov E.V., Prokopenko A.A., Kravchinsky V., King J., Kuzmin M.I.* Lake Baikal record of continental climate response to orbital insolation during the past 5 Million years // Science 1997. V. 278. P. 1114–1117.
30. *Архипов С.А., Зыкина В.С., Круковер А.А., Гнибиденко З.Н., Шелкоплас В.Н.* Стратиграфия и палеомагнетизм ледниковых и лёссово-почвенных отложений Западно-Сибирской равнины // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 6. С. 1027–1048.
31. *Добрецов Н.Л., Зыкин В.С., Зыкина В.С.* Структура и периодичность формирования лёссово-почвенной последовательности плейстоцена Западной Сибири и её сопоставление с байкальской и глобальными записями изменения климата // Доклады АН. 2003. Т. 391. № 6. С. 821–824.
32. *Heller F., Liu T.* Magnetism of Chinese loess deposits // Geophys. J. R. Astr. Soc. 1984. V. 77. P. 125–141.
33. *Kukla G., Heller F., Liu X. et al.* Pleistocene climates in China dated by magnetic susceptibility // Geology. 1988. V. 16. P.811–814.
34. *Zhou L.P., Shackleton N.J.* Misleading positions of geomagnetic reversal boundaries in Eurasian loess and implications for correlation between continental and marine sedimentary sequence // Earth Planet. Sci. Lett. 1999. V. 168. P. 117–130.
35. *Liu Q., Roberts A., Rohling E., Zhu R., Sun Y.* Post-depositional remanent magnetization lock-in and the location of the Matuyama-Brunhes geomagnetic reversal boundary in marine and Chinese loess sequences // Earth Planet. Sci. Lett. 2008. V. 275. P. 102–110.
36. *Sun Y., Clemens S., An Z., Yu Z.* Astronomical timescale and palaeoclimatic implication of stacked 3.6-Myr monsoon records from the Chinese Loess Plateau // Quat. Sci. Rev. 2006. V. 25 P. 33–48.
37. *Лазаренко А.А., Пахомов М.М., Пеньков А.В. и др.* О возможности климатостратиграфического расчленения лёссовой формации Средней Азии //

- Поздний кайнозой Северной Евразии. М.: ГИН АН СССР. 1977. Ч. 1. С. 70–32.
38. Додонов А.Е. Антропоген Южного Таджикистана. М.: Наука. 1986. 168 с.
39. Додонов А.Е., Шеклтон Н., Жоу Л.П. и др. Лёссово-почвенная стратиграфия квартера Средней Азии: геохронология, корреляция и эволюция палеосреды // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1999. Т. 7. № 6. С. 66–80.
40. Додонов А.Е. Четвертичный период Средней Азии: стратиграфия, корреляция, палеогеография. М.: ГЕОС. 2002. 250 с. (Тр. ГИН РАН; Вып. 546).
41. EPICA community members. Eight glacial cycles from an Antarctic ice core // *Nature*, 2004. V. 429. P. 623–628.
42. Jouzel J., Masson-Delmotte V., Cattani O., et al. Orbital and millennial Antarctic climate variability over the past 800,000 years // *Science*. 2007. V. 317. P. 793–796.
43. Loulergue L., Schilt A., Spahni R., et al. Orbital and millennial-scale features of atmospheric CH₄ over the past 800,000 years // *Nature*. 2008. V. 453. P. 383–386.
44. Большаков В.А. О палеомагнетизме лёссов и корреляции разрезов Белово и Володарка на реке Обь // *Физика Земли*. 2008. № 7. С. 85–96.
45. Большаков В.А. Использование методов магнетизма горных пород при изучении новейших отложений. М.: ГЕОС. 1996. 192 с.

On the Existence of the Eccentricity's 400-kyr Cyclicity during the Pleistocene Environment Changes

V.A. Bolshakov, I.A. Karevskaya

Lomonosov Moscow State University

The analysis of many long continental records is done for revelation of the presence or absence of the 400-kyr paleoclimatic periodicity. The loess-soil sediment records of East Europe (Russia, Ukraine) and Asia (West Siberia, Tajikistan, China) are investigated. The data on the Pleistocene environmental changes from the lake Baikal sediment cores, Antarctic (Dome C) ice core and some other data are investigated too.

It is shown that: a) the reliable empirical data on the Pleistocene 400-kyr paleoclimatic cyclicity presence are absent; b) the reports about the presence of the 400-kyr periodicity in paleoclimatic continental records are or erroneous, or not related with the eccentricity variations.