ФИЗИКА ЗЕМЛИ, 2015, № 5, с. 100–106

УДК. 550.383.32

ВАРИАЦИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПИРЕНЕЙСКОМ П-ОВЕ В ПОСЛЕДНИЕ ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

© 2015 г. И. Е. Начасова, С. В. Акимова

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва

E-mail: inachasova@mail.ru

Поступила в редакцию 31.03.2015 г.

По совокупности данных о напряженности древнего геомагнитного поля в регионе Пиренейского полуострова, полученных в результате проведения археомагнитных исследований керамических материалов археологических памятников, построена картина изменения напряженности поля с середины VI тысячелетия. На этом временном интервале напряженность геомагнитного поля меняется в широких пределах от ~30 до ~90 мкТл. На плавное изменение напряженности поля накладываются вариации с характерными временами от тысяч до столетий. Вариации напряженности геомагнитного поля можно подразделить на два типа: быстрые резкие колебания продолжительностью около 200 лет и плавные квазигармонические колебания продолжительностью несколько столетий.

DOI: 10.7868/S0002333715050087

ВВЕДЕНИЕ

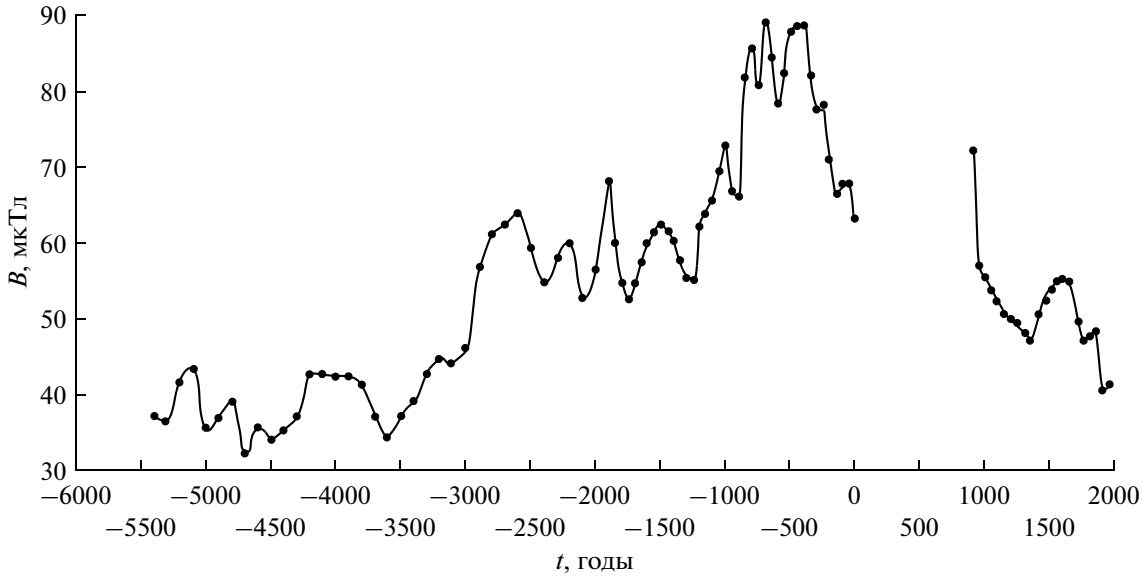
Археомагнитные исследования дают возможность получения данных о главном магнитном поле Земли в последние тысячелетия в результате исследования остаточной намагниченности обожженных материалов археологических памятников. Анализ полученных данных позволяет получить информацию о закономерностях и особенностях вариаций геомагнитного поля в различных регионах на разных временных интервалах, что имеет определяющее значение для разработки представлений о генерации главного геомагнитного поля и законах взаимодействия земных оболочек.

Уже в середине XX века в результате проведения археомагнитных исследований были получены данные об изменении главного геомагнитного поля в последние тысячелетия, позволившие сделать некоторые выводы о характере изменения геомагнитного поля в прошлом. Исследования изменения напряженности геомагнитного поля, проведенные на материалах археологических памятников, показали, что максимальных величин напряженность поля в Евразии достигает во временном интервале I тыс. до н. э.–рубеж эр [Бурлацкая, 1965; Nagata et al., 1963; Bucha, 1965; и др.], происходит плавное изменение напряженности поля с характерным временем примерно 8 тысячелетий, на которое накладываются вариации разной интенсивности и продолжительности. В дальнейшем проведение археомагнитных исследований позволило получить более полную картину изменения напряженности главного геомагнитного поля, получить характеристики его вариаций [Загний, Русаков 1982; Нечаева,1970; Kovacheva, 1980; Walton, 1979; Wei, 1986; и др.]. Анализ совокупности мировых данных о напряженности геомагнитного поля для последних восьми тысячелетий [Начасова, 1998] привел к выводу о том, что изменение напряженности поля в основном может быть представлено суперпозицией ряда колебаний, имеющих периоды от 300 до 8000 лет Характерной чертой этих колебания является дрейф. Скорость дрейфа для всех колебаний можно принять равной 0.2 градуса в год. Обнаружено, что колебания с разными характерными временами имеют разнонаправленный дрейф. “Пятисотлетнее”, “тысячелетнее” и “тысячешестисотлетнее” колебания имеют западный дрейф, а “семисотлетнее” и “восьмитысячелетнее” колебания – восточный. Наиболее энергичными являются “500”-, “1600”- и “8000-летнее” колебания.

Археомагнитные исследования, проводимые в ИФЗ РАН в последние полтора десятилетия, в основном были посвящены расширению долготного сектора, в котором получены длинные ряды данных о напряженности геомагнитного поля в последние тысячелетия, увеличению представительности этих данных. Данная работа посвящена рассмотрению результатов проведенных исследований, построению временной зависимости напряженности геомагнитного поля во временном интервале последних семи с половиной тысячелетий в регионе Пиренейского полуострова.

Характеристики материалов исследования вариаций древнего геомагнитного поля

Исследование напряженности древнего геомагнитного поля в последние тысячелетия на террито-



Значения напряженности геомагнитного поля B (мкТл), среднее для временных интервалов. Для интервала VI–III тыс. до н. э. интервал осреднения 200 лет, на временном интервале II тыс. до н. э. рубеж эр интервал осреднения – 100 лет, для последнего тысячелетия – 75 лет.

рии Пиренейского полуострова было проведено на материалах археологических памятников, датированных временными интервалами от VI тыс. до н. э. по последнее столетие II тыс. н. э. Исследования проводились совместно с испанскими и португальскими археологами – исследователями археологических памятников [Бураков, 2000; Бураков, Начасова, 2006; 2007; Бураков и др., 2005; 2006; 2007; Начасова, Бураков, 2009; 2012; Начасова и др., 2002; 2007].

В основном памятники, в результате исследования намагниченности керамических материалов которых были получены данные о напряженности древнего геомагнитного поля, располагались на территории Испании в районе с координатами в пределах 40°–36° N и 4° W – 3° E. Для получения данных о напряженности геомагнитного поля в I тыс. до н. э. были исследованы, кроме материалов испанских памятников, также материалы португальских памятников этого времени, расположенных в том же широтном поясе, но несколько западнее (в районе 7° W).

Изолинии современного поля в районе Пиренейского п-ва идут практически по широте, т.е. напряженность поля не меняется с долготой. Изменение напряженности поля с изменением широты составляет примерно 1 мкТл на 3 градуса, т.е. можно принять, что расхождения определений, связанные с изменением места отбора материала, лежат в пределах ошибок определений. Даже если в древности конфигурация распределения изолиний поля была другой, величина изменения напряженности поля в пределах рассматриваемого района скорее всего будет не больше ошибок определений. Рассмотрение данных, полученных в результате исследования материалов разных памятников, показало справедливость такого предположении.

При проведении исследований применялся авторский комплекс методики отбора материала и лабораторных исследований, позволяющий повысить подробность временной привязки исследуемого керамического материала и точность получаемых данных о напряженности древнего поля. Отбор керамического материала производился послойно из культурных отложений археологического памятника, что позволяет уточнять временную привязку исследованного керамического материала. Для определения напряженности древнего геомагнитного поля применялся модифицированный метод Телье с коррекцией на анизотропию магнитной восприимчивости и на химические изменения ферромагнитной фракции образцов при лабораторных нагревах [Бураков и др., 2005]. Применение этой методики дает возможность минимизировать влияние искажающих факторов при получении данных о древнем геомагнитном поле.

По полученным данным была построена кривая вариаций напряженности поля на временном интервале от середины VI тыс. до н. э. (см. рисунок). Интервал I тыс. н. э. не представлен в связи с малым количеством полученных данных. Данные для построения кривой представляют собой средние значения по определенным временным интервалам. Величина временных интервалов осреднения различна на различных временных этапах. Она зависит от представительности полученных определений: точности датировки (величины временного интер-

вала, которым датирован исследованный материал) и распределения полученных определений по шкале времени (величине временных отрезков между полученными определениями). Для интервала VI–III тыс. до н. э. интервал осреднения 200 лет, на временном интервале II тыс. до н. э.– рубеж эр интервал осреднения – 100 лет, для последнего тысячелетия – 75 лет.

Данные о напряженности геомагнитного поля во временном интервале от VI до II тыс. до н. э. были получены в результате исследования намагниченности керамического материала испанских археологических памятников “Cendres Cave” [Начасова и др., 2002] и “Los Castillejos” (Монтефрио) [Бураков и др., 2007]. Культурные отложения памятника “Cendres Cave” археологически были датированы временным интервалом 4780–1780 гг. до н. э. [Bernabeu, 1994]. Время накопления культурных слоев неолитического поселения “Los Castillejos” – от раннего неолита до ранней бронзы, все слои этого поселения накапливались непрерывно с 5500 по 1800 годы до нашей эры [Ramos et al., 1997; Molina, 1983].

В культурных отложениях памятника“Cendres Cave” были выделены 11 горизонтов. Почти для всех (за исключением двух) горизонтов были получены радиоуглеродные датировки. Мощности слоев, из которых отобраны образцы, различны, соответственно различаются и пределы датировки исследованных материалов (от ±150 до ±30 лет). Материал памятника “Los Castillejos” отобран из 24 слоев. Сопоставление археологических датировок слоев с имеющимися для этих слоев надежными данными радиокарбонового датирования показало вполне удовлетворительную сходимость. Пределы датировки исследованных материалов (от ±125 до ±20 лет).

Для получения картины изменения напряженности геомагнитного поля во временном интервале VI–II тыс. до н. э. по данным о напряженности геомагнитного поля, полученным в результате исследования материалов памятников “Los Castillejos”и “Cendres Cave”, была построена средне 200- летняя кривая. Для временного интервала 5500–4780 гг. до н. э. получены данные о напряженности поля только по материалу памятника “Los Castillejos”. Разброс единичных определений для этого интервала на разных временных отрезках осреднения меняется от 6 до 28 мкТл, отражая изменение напряженности поля. Разброс увеличивается на временных отрезках увеличения средних значений напряженности поля (в районе 5200–5100 гг. до н. э.).

Расхождение значений напряженности геомагнитного поля, полученных по материалам памятников “Los Castillejos”и “Cendres Cave”, относящимся к одним и тем же временным отрезкам, изменяются со временем. Расхождения определений увеличиваются на временных интервалах второй–третьей четвертей V тыс. до н. э. и в конце исследуемого временного интервала (III–первая четверть II тыс. до н. э.). В интервале вторая половина III–первая четверть II тыс. до н. э. по данным, полученным по каждому памятнику отдельно, амплитуда быстрых вариаций резко увеличивается. Наблюдается некоторое расхождение в моментах максимумов быстрых вариаций, связанное, по-видимому, с неточностями датировок, чем и объясняется возрастание расхождений полученных данных. В промежутке между этими временными интервалами наблюдается хорошее согласие данных, полученных по обоим памятникам.

Во временном интервале вторая половина VI–первая половина V тыс. до н. э. основная тенденция изменения напряженности геомагнитного поля – понижение, затем начинается некоторое повышение среднего уровня напряженности поля. С середины IV тыс. до н. э. скорость возрастания напряженности поля увеличивается. На плавное изменение накладываются вариации продолжительностью в несколько столетий.

Данные о напряженности геомагнитного поля в Испании во II тыс. до н. э. были получены в результате исследования материала многослойного археологического памятника бронзового века Азуер. Исходя из радиокарбоновых дат, полученных для культурных отложений памятника Азуер, возраст начала их накопления был определен как середина XX века до нашей эры [Molina et al., 1979]. Следовательно, начальный этап накопления культурных отложений памятника Азуер совпадает с концом накопления отложений памятников “Cendres Cave” и ” Los Castillejos”.

По материалу памятника Азуер были получены данные о напряженности геомагнитного поля с уникальной подробностью. Была построена средне 20-летняя кривая изменения напряженности поля на временном интервале XX–XIII вв. до н. э. [Бураков и др., 2005].

Было проведено сопоставление данных о напряженности геомагнитного поля, полученных по материалам финальных слоев культурных отложений памятника “Cendres Cave” и нижних слоев памятника Азуер. Данные, полученные по материалу финальных слоев памятника “Los Castillejos”, к рассмотрению не привлекались в связи с широкой датировкой.

По материалу памятника “Cendres Cave”, датированному 1900 ± 50 гг. до н. э., получено значение напряженности поля 75.0 мкТл, по материалу, датированному 1820 ± 50 гг. до н. э. – 51.3 мкТл. По материалу памятника Азуер по нижним слоям зафиксировано повышение напряженности поля от 63.5 до 71.7 мкТл, а затем быстрое падение до уровня около 50 мкТл во второй половине XIX в.

до н. э. Такое хорошее согласие полученных данных является дополнительным свидетельством правильности сделанной ранее датировки пределов существования обоих памятников.

Для получения картины изменения напряженности геомагнитного поля с близкими характеристиками для различных временных интервалов последних семи тысячелетий (представляющими вариации геомагнитного поля в одном и том же диапазоне) временной интервал осреднения данных для II тыс. до н. э. был увеличен до 100 лет.

Напряженность геомагнитного поля испытывает резкое падение в течение XIX в. до н. э., а затем начинается плавное повышение до 1500 г. до н. э., сменяющееся также плавным понижением в течение следующих трех столетий. По данным об изменении напряженности геомагнитного поля в течение первых восьми веков II тыс. до н. э. можно сделать заключение о том, что вариации напряженности поля бывают очень резкими и быстрыми (в течение одного-двух столетий напряженность поля меняется более чем на 20 мкТл) и плавными синусоидального типа, когда напряженность поля меняется на ~10 мкТл за несколько столетий.

Данные о напряженности геомагнитного поля в I тыс. до н. э. были получены в результате исследования намагниченности керамического материала испанских многослойных археологических памятников Los Villares [Бураков и др., 2006], Эль Молон [Начасова и др., 2007] и ряда памятников Португалии [Начасова, Бураков, 2009].

Керамический материал многослойного археологического памятника Испании Los Villares был отобран из шести горизонтов разреза памятника. Весь временной интервал существования памятника, определенный археологически, – 650–300 гг. до н. э. [Mata, 1991]. Исследование керамического материала испанского поселения Эль Молон позволило получить данные о напряженности геомагнитного поля во временном интервале с VIII по середину I века до нашей эры. К сожалению, материал этого памятника не расчленен по слоям и поэтому имеет широкую датировку. Керамический материал был отобран из шести разрезов, материал пяти из них имеет датировку в пределах двух столетий. Три из них были отнесены к одному и тому же временному интервалу VI–V веков до нашей эры, остальной материал датирован VIII–VII, IV–III и II веками до нашей эры [Almagro-Gorbea,1996; Lorrio, 2001].

Для получения как можно более длинного ряда данных о напряженности геомагнитного поля в I тыс. до н. э. был исследован керамический материал из отдельных моно- и многослойных памятников Португалии, хронологическая последовательность которых определена археологически [Rocha, 2003]. Из археологических данных был сделан вывод о том, что памятники следуют по времени последовательно друг за другом примерно через равные промежутки времени, которое было оценено в 60 лет в результате рассмотрения совокупности археологических данных и данных о скорости выветривания керамики в I тыс. до н. э., полученных в результате исследования керамического материала португальских памятников [Начасова, Бураков, 2009] и одновозрастного многослойного памятника Los Villares [Бураков и др., 2006]. Было определено, что начало временного интервала накопления культурных отложений исследованных памятников можно отнести к 1140 г. до н. э., а конец – к началу нашей эры (0 году).

Сравнение данных о напряженности геомагнитного поля, полученных по разным коллекциям, показало, что определения, полученные по материалу памятника Los Villares , заметно выше, чем определения по материалу двух других памятников, датированных тем же временным интервалом. В основном значения напряженности геомагнитного поля лежат в пределах 70–110 мкТл. Наиболее резко изменяется напряженность во временной отрезок накопления материала II горизонта, хотя время его накопления всего 20 лет. Это самый небольшой временной интервал накопления горизонтов (590 ± 10 г. до н. э.). В этот временной отрезок напряженность геомагнитного поля меняется от ~55 до 100 мкТл. Среднее значение для этого горизонта – 83.2 мкТл. Средние для горизонтов значения напряженности геомагнитного поля очень высокие. Для всех горизонтов, кроме II и VI они выше 90 мкТл. Средний уровень напряженности поля несколько снижается на протяжении временного интервала накопления культурных отложений памятника от VII по III век до н. э., в конце этого периода среднее значение напряженности поля для горизонта самая низкое (79.7 мкТл).

Сравнение пределов разброса единичных определений напряженности геомагнитного поля, полученных по материалам памятников Португалии и памятника Эль Молон на одних и тех же временных интервалах, обнаружило, что они близки. Так единичные определения напряженности поля, полученные по материалу памятника Эль Молон, на временном отрезке VIII–VII вв. до н. э. располагаются в пределах 60.4–97.1 мкТл, а – по материалу из памятников Португалии в пределах 60.6–88.4 мкТл. Нужно иметь в виду, что в случае высоких значений напряженности поля ошибки определений существенно возрастают, т.е. отличие высоких значений напряженности поля можно считать незначительным. Для временного интервала VI–V в.в. до н. э. получается такая же картина. Пределы изменения определений напряженности поля, полученные по материалу памятника Эль Молон, – 61.7–109.4 мкТл, а – по материалу португальских памятников этого временного интервала, – 61.7–96.9 мкТл.

Во временном интервале VII–VI вв. до н. э. по данным, полученным по материалам португальских памятников и памятника Los Villares, прослеживается понижение напряженности геомагнитного поля. Понижение напряженности поля, по-видимому, имеет продолжительность в несколько десятилетий. Это интересно отметить, так как это свидетельствует, что при достаточно подробном отборе материала для исследований картина вариаций напряженности поля, полученная по разнородному материалу, имеет хорошую сходимость даже при заметной разнице в самих значениях напряженности поля, по-видимому, обусловленной систематической ошибкой определений. Таким образом, подробность отбора материала для проведения исследований играет очень большую роль для получения представительных данных для исследования вариаций геомагнитного поля. Общее представление об изменении напряженности геомагнитного поля в I тыс. н. э. можно получить при рассмотрении определений, полученных в результате исследования намагниченности материалов ряда испанских и французских археологических памятников [Начасова и др., 2007]. В течение первого тысячелетия нашей эры напряженность геомагнитного поля варьирует от ~60 мкТл в первой половине тысячелетия до ~40 мкТл в третьей четверти тысячелетия, затем в IX–X вв. н. э. повышается.

Картина изменения напряженности геомагнитного поля в последнее тысячелетие была получена в результате исследования керамического материала испанского памятника Альбаррасин, датированного археологически X–XX веками нашей эры. Материал для исследований был предоставлен археологом- исследователем памятника Martin Almagro – Gorbea. Для этого временного интервала построена средне – 75-летняя кривая изменения напряженности геомагнитного поля по результатам исследования керамического материала памятника Альбаррасин. Определения напряженности поля, полученные по материалу памятника Эль Молон, датированному первой половиной IX века, показали повышение напряженности поля до 77.8 мкТл. Среднее значение напряженности поля по материалу обоих памятников, отнесенное к интервалу 900 ± 50 лет – 72.2 мкТл. По материалу памятника Альбаррасин, датированному X веком, получено значение 62.2 мкТл. Таким образом, полученные для временного интервала IX–X веков определения напряженности геомагнитного поля свидетельствуют о быстром уменьшении напряженности поля на этом временном интервале.

Полученная картина изменения напряженности геомагнитного поля в Испании по материалам археологических памятников Альбаррасин (с X по XX век) и Эль Молон (IX–X век) позволила заключить, что основной тенденцией изменения напряженности поля в рассматриваемый временной интервал является падение напряженности примерно с рубежа IX–X вв. н. э. по современность от ~78 до ~40 мкТл. Резкое уменьшение напряженности поля в X веке сменяется значительно более плавным падением. В XIV веке начинается повышение напряженности поля, являющееся проявлением вариации. Рассмотрение данных об изменении напряженности геомагнитного поля, полученных для последнего тысячелетия по материалам археологических памятников других территорий Евразии [Начасова, 1998] показало, что для этого временного интервала по данным, полученным для Грузии и Средней Азии, также прослеживается как основная тенденция падение напряженности геомагнитного поля, на которое накладывается колебание в 2–3 столетия.

Вид изменения напряженности геомагнитного поля с XIII по XX век нашей эры говорит о наличии вариации с характерным временем в несколько столетий, с минимумом в XIV веке и максимумом в XVII веке. Для определения периода этих вариаций необходимо получить более представительные данные для первой половины последнего тысячелетия.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Построенная кривая изменения напряженности геомагнитного поля в регионе Пиренейского полуострова по данным, полученным в результате исследования намагниченности керамического материала археологических памятников, показывает, что изменение напряженности поля может быть представлено суперпозицией ряда колебаний: плавного изменения с характерным временем около 8000 лет и вариаций с характерными временами тысячи – сотни лет. Яркой чертой изменения напряженности геомагнитного поля является чередование временных интервалов, на которых средний уровень напряженности поля практически не меняется (V–вторая половина IV тыс. до н. э., середина III–II тыс. до н. э., вторая–третья четверти I тыс. до н. э.) и временных интервалов, на которых происходят изменения среднего уровня напряженности поля (вторая половина IV–первая половина III тыс. до н. э., четвертая четверть II–начало I тыс. до н. э., вторая половина I тыс. до н. э., рубеж I и II тыс. н. э.). По-видимому, в I тыс. н. э. средний уровень напряженности поля также меняется мало. Продолжительность временных интервалов, на которых средний уровень напряженности поля меняется мало можно оценить примерно в тысячу лет, за исключением временного интервала I тыс. до н. э., на который приходится максимум длиннопериодного колебания напряженности главного геомагнитного поля. Временные интервалы, за которые происхо-

дит изменение среднего уровня напряженности поля, существенно меньше.

Полученные данные о напряженности поля дают возможность выделить два типа вариаций с характерными временами в несколько столетий. В ряде случаев обнаруживаются быстрые резкие колебания напряженности геомагнитного поля относительно небольшой (примерно 200 лет) продолжительности. Для выделения вариаций такой продолжительности необходимо иметь достаточно подробные данные. Наиболее четко была прослежена такая вариация напряженности поля в конце III–начале II тыс. до н. э. В этом временном интервале напряженность поля меняется в пределах примерно 75–50 мкТл.

По данным, полученным по результатам исследования уникальных по подробности материалов испанского многослойного памятника Азуер был построен средне-20-летний ряд данных о напряженности геомагнитного поля для временного интервала XX–XIII вв. до н. э., позволивший установить, что за быстрой очень резкой вариацией напряженности поля следует квазигармоническое колебание меньшей амплитуды продолжительностью около 500 лет. К этому же типу вариаций можно также отнести резкое изменение напряженности поля на рубеже IX–X вв. н. э., за которым следует вариация квазигармонического типа, меньшей амплитуды. Возможно, что к вариациям подобного типа, относится и изменение напряженности поля в I тыс. до н. э. (резкое изменение напряженности поля в VII в. до н. э., за которым следует более продолжительная вариация). Квазигармонические колебания с характерными временами в несколько столетий следуют друг за другом примерно через 1000 лет (их максимумы можно отнести к 2600, 1500 и 500–400 гг. до н. э.). В I тыс. н. э. максимум этого колебания можно отнести к 1600 г., т.е. между последним максимумом на временном интервале до нашей эры и максимумом в последнее тысячелетие – около 2000 лет, так что можно предположить, что тысячелетняя периодичность вариаций такого вида сохраняется и в последние два тысячелетия.

Резкое изменение напряженности поля на рубеже III–II тыс. до н. э. – очень яркая черта, оно было отмечено и по данным, полученным для Кавказа, Средней Азии и Сибири [Начасова, 1998]. Возможно, это связано с тем, что оно приходится на временной интервал не изменяющегося уровня среднего значения напряженности поля. Данные о резком падении напряженности геомагнитного поля в районе второй половины III–начала II тыс. до н. э. также получены и при исследовании напряженности геомагнитного поля в районе Восточного Средиземноморья [Genevey et al., 2003]. Быстрая резкая вариация в районе конца I–начала II тыс. н. э. была также прослежена по данным о напряженности поля для разных регионов (в Болгарии [Kovacheva, 1980], на Кавказе [Начасова, 1998] и в районе восточного Средиземноморья [Genevey et al., 2003]). К сожалению, сопоставление данных, полученных для разных регионов, весьма затруднены в связи с трудностями датирования материалов исследований, неравномерностью распределения исследуемых материалов по временной шкале и недостаточным количеством данных.

Очевидно, что для получения характеристик вариаций напряженности геомагнитного поля и изучения их изменчивости во времени и пространстве необходимо дальнейшее получение данных о напряженности геомагнитного поля в прошлом, повышение их подробности и представительности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Построена кривая вариаций напряженности геомагнитного поля на временном интервале от середины VI тысячелетия до н. э. в регионе Пиренейского полуострова, показавшая, что в общих чертах картина вариаций напряженности геомагнитного поля в последние семь тысячелетий для долготного сектора от Западной Европы до Сибири весьма похожа. Полученный ряд данных о напряженности геомагнитного поля дает возможность выделить два типа вариаций. Один вид – это резкие колебания напряженности геомагнитного поля относительно небольшой (примерно 200 лет) продолжительности. Второй вид – квазигармонические колебания с периодом в несколько столетий. В дальнейшем повышение точности временной привязки и равномерности распределения по шкале времени определений параметров древнего геомагнитного поля позволит улучшить представление о закономерностях протекания вариаций главного геомагнитного поля, т.е. о генерации главного магнитного поля Земли.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 13-05-00431) и Министерства образования и науки РФ (грант № 14.Z.50.31.0017).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бураков К.С. Древнее геомагнитное поле по результатам исследования разных видов намагниченности пород и материалов археологических памятников. Автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. М.: ОИФЗ РАН. 2000. 42 с.

Бураков К.С., Начасова И.Е. Напряженность геомагнитного поля в Испании в последние три тысячелетия. Матер. семинара “Палеомагнетизм и магнетизм горных пород”. Борок. 2007. С. 16–19.

Бураков К.С., Начасова И.Е., Мата К. Напряженность геомагнитного поля в I тыс. до н. э. по результатам исследования керамики археологического памятника Испании “Los Villares” // Физика Земли. 2006. № 11. С. 84–92.

Бураков К.С., Начасова И.Е., Нахейра Т., Молина Ф., Камара Х.А. Археомагнитные исследования керамики из многослойного неолитического поселения “Los Castillejos” (Монтефрио, Испания) // Физика Земли. 2007. № 2. С. 75–82.

Бураков К.С., Начасова И.Е., Нахейра Т., Молина Ф., Камара Х.А. Напряженность геомагнитного поля в Испании во втором тысячелетии до н. э. // Физика Земли. 2005. № 8. С. 28–40.

Бурлацкая С.П. Археомагнетизм. Исследование магнитного поля Земли в прошлые эпохи. 1965. М.: Наука. 127 с.

Загний Г.Ф., Русаков О.М. Археовековые вариации геомагнитного поля юго-запада СССР. 1982. Киев: Наукова Думка. 126 с.

Начасова И.Е. Характеристики вариаций напряженности геомагнитного поля по археомагнитным данным. Автореф. докт. дис. 1998. М.: ОИФЗ РАН. 65 с.

Начасова И.Е., Бураков К.С. Вариации напряженности геомагнитного поля в Португалии в I тыс. до н. э. // Физика Земли. 2009. № 7. С. 54–62.

Начасова И.Е., Бураков К.С. Изменение напряженности геомагнитного поля и температуры во втором тысячелетии до н. э. в районе Испании // Физика Земли. 2012. № 5. С. 77–84.

Начасова И.Е., Бураков К.С., Бернабеу Х. Вариации напряженности геомагнитного поля в Испании // Физика Земли. 2002. № 5. С. 24–29.

Начасова И.Е., Бураков К.С., Бернабеу Х. Археомагнитные исследования керамического материала многослойного неолитического памятника Испании “Cendres Cave” // Геомагнетизм и Аэрономия. 2002. Т. 42. № 6. С. 845–851.

Начасова И.Е., Бураков К.С., Лоррио Х.А. Археомагнитные исследования керамики археологического памятника Испании “Эль Молон” // Физика Земли. 2007. 10. С. 35–40.

Нечаева Т.Б. Основные черты вековых вариаций геомагнитного поля на Украине за последние 2000 лет. Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М.: 1970. 17 с.

Genevey Agnes, Gallet Yves, Margueron Jean-Claude. Eight thousand years of geomagnetic field intensity variations in the eastern Mediterranian // J. Geophys. Res. 2003. 108.2228.doi: 1029/2001jB001612.

Almagro-Gorbea M., Gomez R., Lorrio A.J. El poblado Iberico de el Molon // Revista de Arqueologia. 1996. № 181. P. 8–17.

Bucha V. Results of archaeomagnetic research in Czechoslovakia for the epoch from 4400 B.C. to the present // J. Geomagn. Geoelectr. 1965. V. 17. № 3–4. P. 407.

Kovacheva M. Summarized results of the archaeomagnetic investigations of the geomagnetic field variation for the last 8000 yr in south-eastern Europe // Geophys. J. R. Astr. Soc. 1980. V. 61. P. 57.

Mata C. Los Villares (Caudete de las Fuentes, Valencia). Origen y evolución de la Cultura Iberica // Trabajos Varios del Servicio de Investigacion Prehistorica. V. 88. 1991.Valencia. 308 p.

Molina F. La Prehistoria //Historia de Granada I. De las primeras culturas al Islam, (F. Molina y J.M. Roldán), Granada 1983. P. 11–131.

Molina F., Najera T., Aguayo P. La Motilla del Azuer (Daimiel,Ciudad Real). Campana de 1979 // Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada 4.1979. P. 265–294.

Lorrio A.J. El poblado y la necrópolis de El Molon (Comporrobles, Valencia) / Lorrio A.J. (ed.) “Los iberos en la comarca Requena-Utiel (Valencia)”, Anejo a la Lucentum 4. 2001. Madrid. P. 151–170.

Nagata T., Arai Y., Momose K. Secular variation of the geomagnetic total force during the last 5000 years // J. Gephys. Res. 1963. V. 68. P. 5277.

Ramos U., Afonso J.A., Cámara J.A., Molina F., Moreno M. Trabajos de acondicionamiento y estudio científico en el yacimiento de Los Castillejos de Las Peñas de Los Gitanos // Anuario Arqueológico de Andalucía 1994: III, Sevilla. 1997. P. 265–271.

Rocha L. O monumento megalítico da I Idade do Ferro do Monte da Tera (Pavia, Mora): Sectores 1 e 2 //Revista Portuguesa de Arqueologia. 2003. V. 6. № 1. P. 121–129.

Walton D. Geomagnetic intensities in Athens between 2000 BC and 400 AD // Nature. 1979. T. 277. P. 643.

Wei Q.Y., Li D.J., Cao G.Y. et al. The Total Intensity of Geomagnetic Field in Southern China for the Period from 4500 BC to AD1500 // J. Geomag. Geoelectr. 1986. V. 38. P. 1311.