

УДК 550.323

## ГЕОМАГНИТНЫЙ ЭКСКУРС ГЁТЕНБУРГ КАК РЕПЕР ВРЕМЕННЫХ РАМОК РАЗВИТИЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ФАЗЫ АЛЛЕРЁД НА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

© 2012 г. Е.Г. Гуськова<sup>1</sup>, О.М. Распопов<sup>1</sup>, В.А. Дергачев<sup>2</sup>,  
А.Г. Иосифиди<sup>3</sup>, Г.В. Сеницына<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский филиал Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> Институт истории материальной культуры РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

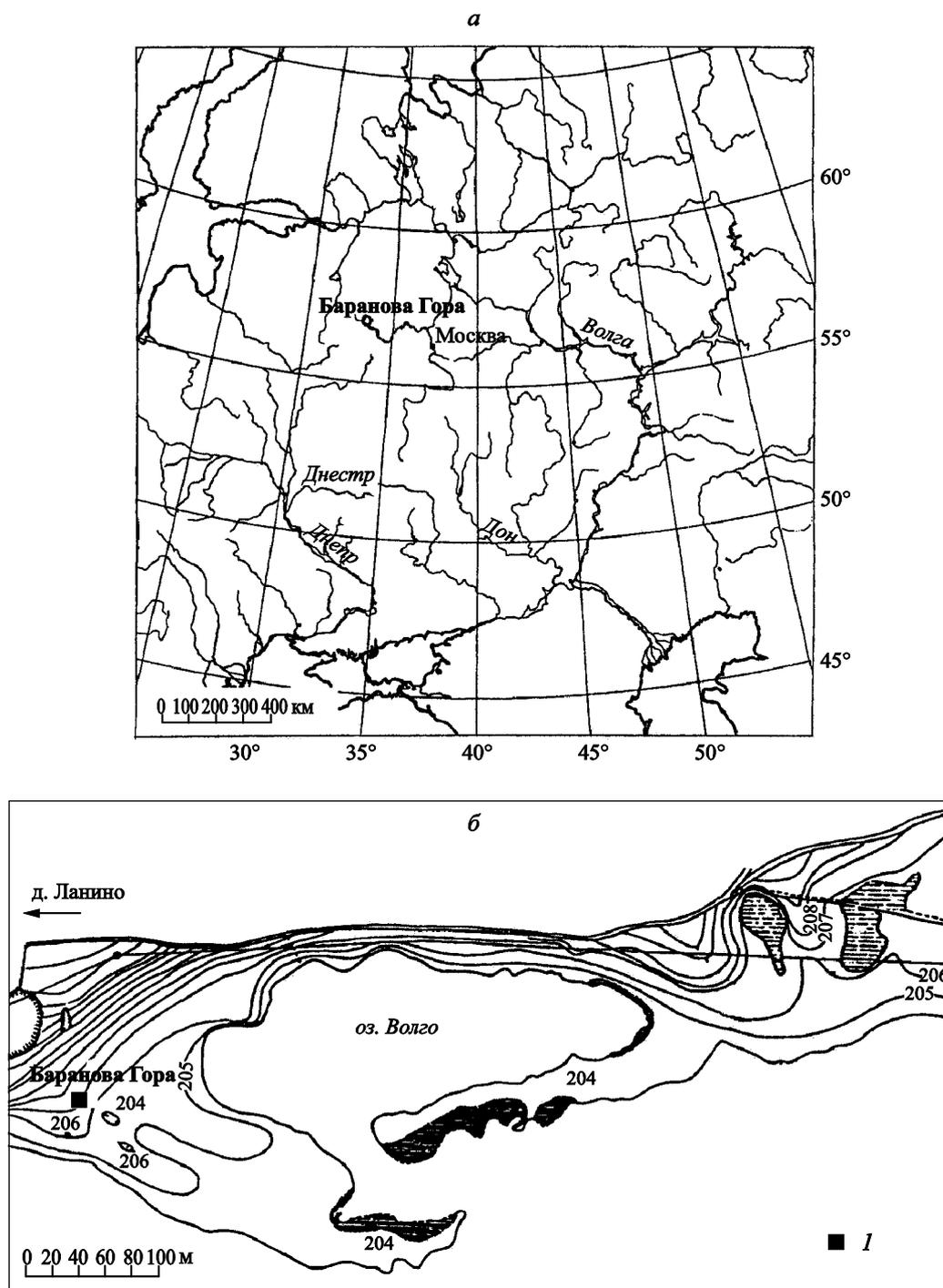
Проведено палеомагнитное исследование отложений археологической стоянки Баранова Гора, расположенной вблизи оз. Волго (56.9° с.ш., 33.2° в.д.) на Среднерусской возвышенности. Установлено развитие геомагнитного экскурса Гётенбург, датированного временем 13 000–12 350 ВР. Обнаружение экскурса Гётенбург позволило использовать палеомагнитные данные в качестве хронологического репера в дополнение к результатам палинологического (спорово-пыльцевого) и археологического (сравнительный анализ ископаемого инвентаря) методов определения хронологии культурных слоев изучаемого археологического памятника, а также уточнить временные рамки развития климатической фазы аллерёд на Среднерусской возвышенности. Полученные результаты дают основание утверждать, что фаза аллерёд на Среднерусской возвышенности началась на несколько сотен лет ранее 12 000 ВР – даты, обычно принимаемой за начало развития фазы.

*Ключевые слова:* экскурс геомагнитного поля, климатическая фаза аллерёд, климатические изменения, археологические исследования.

### Введение

Эксперсы геомагнитного поля являются надежным магнитохроностратиграфическим репером при изучении четвертичных отложений [Величко, Светлицкая, 1988; Петрова и др., 1992]. Применительно к археологическим исследованиям, временной интервал разрезов которых охватывает тысячи или первые десятки тысяч лет, хронологическими реперами могут служить геомагнитные эксперсы Стерно-Этрессия, Гётенбург, Моно и Каргаполово [Петрова и др., 1992]. В настоящей статье излагаются результаты палео-

магнитных исследований разреза археологического памятника Баранова Гора, расположенного вблизи оз. Волго на Среднерусской возвышенности (56.9° с.ш., 33.2° в.д.) (рис. 1). По данным палинологического (спорово-пыльцевой) и археологического (сравнительный анализ ископаемого инвентаря) методов определения культурных слоев археологического памятника дно раскопа соответствует времени 15–14 тыс. лет назад [Симицына и др., 2005], а верхние слои имеют следы современного воздействия. Таким образом, временной интервал, охватываемый раскопом, составляет примерно



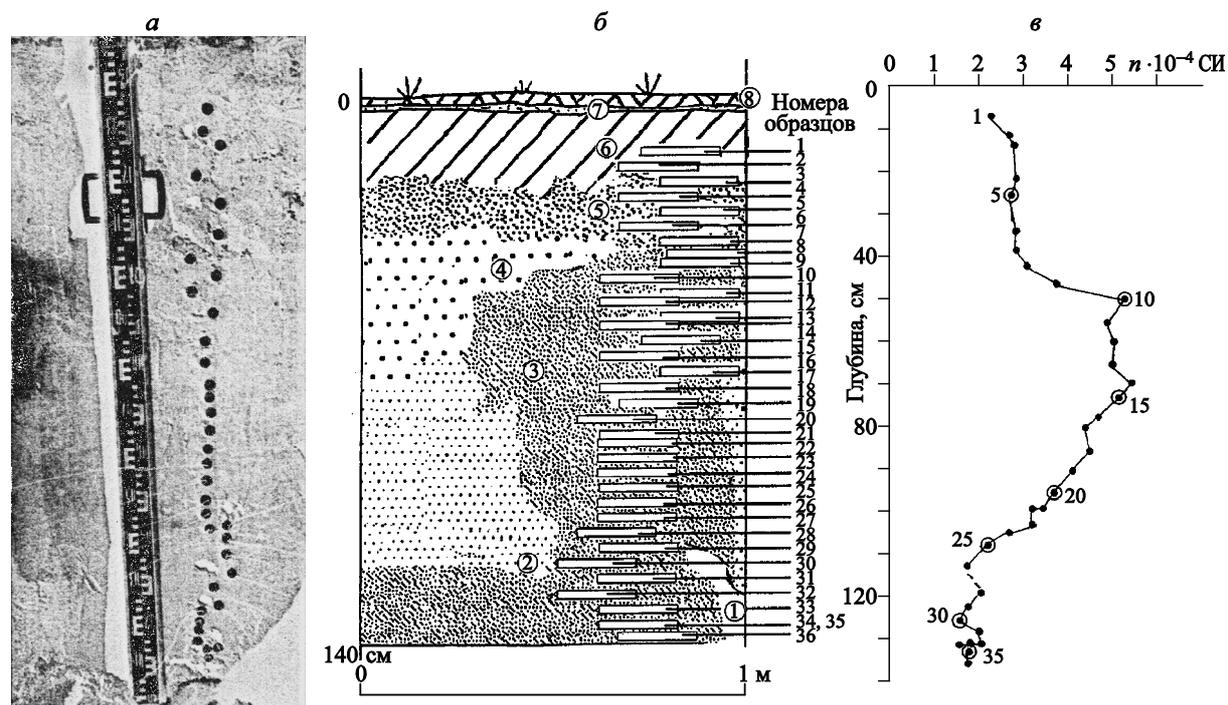
**Рис. 1.** Местоположение (а) и топографический план (б) археологической стоянки Баранова Гора  
1 – раскоп стоянки

14–8 тыс. лет назад. В этом временном интервале зафиксировано развитие геомагнитного экскурса Гётенбург [Mörner et al., 1971; Mörner, 1977], который может служить хронологическим репером для привязки культурных слоев археологических памятников вблизи оз. Волго.

В Европейской части России экскурс Гётенбург был выявлен на основе палеомагнитных исследований образцов кернов из долины р. Днестр [Величко, Светлицкая, 1988], однако подробного палеомагнитного анализа данных не проводилось. Целью настоящей работы являлось проведение палеомагнитных исследований на западе Русской равнины в разрезе археологического памятника Баранова Гора с целью выявления геомагнитного экскурса Гётенбург и уточнения датировки культурных слоев, выполненной палинологическим методом.

### Экспериментальные данные и методика их обработки

Образцы отложений археологической стоянки Баранова Гора (см. рис. 1, б) отбирались по правилам, изложенным в работе [Кочегура, 1992]. Отбор проводился по вертикальному профилю северной стенки разреза с шагом, равным диаметру стеклянной ампулы, вдавливаемой в отложения по возможности вплотную друг к другу (рис. 2, а). Было отобрано 36 образцов песка и ископаемых почв. Расположение литологических слоев разреза показано на рис. 2, б, а их описание приведено в [Синицына и др., 2005]. Отметим, что слои 6–8 имеют следы современной деятельности человека, поэтому отбор образцов проводился от нижней кромки слоя 6.



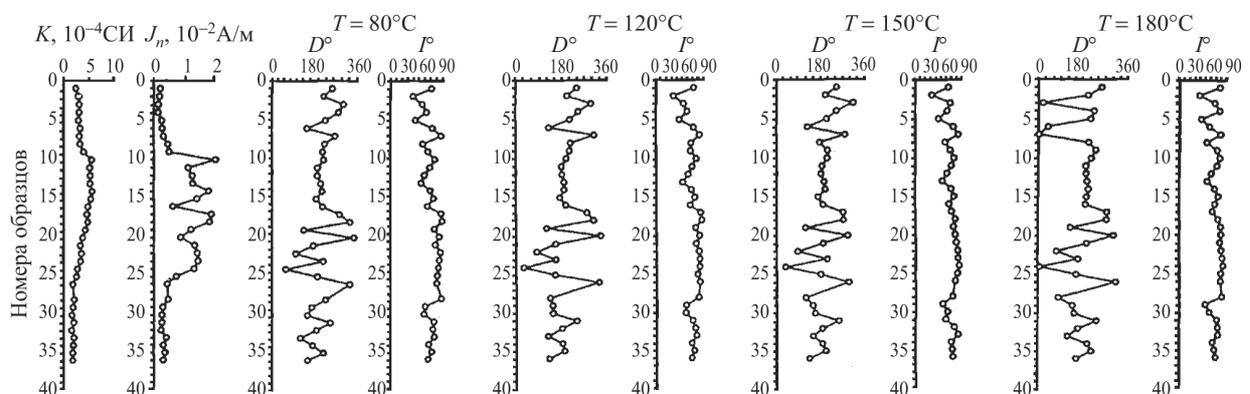
**Рис. 2.** Положение (а) и схема отбора (б) образцов из северной стенки разреза Баранова Гора, а также график распределения первичных значений магнитной восприимчивости  $K$  (в)

Числа в кружках (рис. 2, б) – номера литологических слоев: 1 – рыжевато-бурые пески; 2 – рыжевато-бурый песок со слабовыраженными подтеками органического вещества; 3 – песок, аналогичный слою 1; 4 – тонкозернистый песок серовато-желтого цвета; 5 – серо-желтый песок; 6 – погребенная почва; 7 – светло-серый песок (уровень кратковременного стояния озера); 8 – дерн, современная почва. Цифры на графике (рис. 2, в) – номера образцов

Измерение магнитных характеристик в образцах осадочных пород и обработку полученных данных проводили в Лаборатории магнитостратиграфии Всероссийского нефтяного научно-исследовательского геологоразведочного института (ВНИГРИ) по общепринятой методике [Храмов и др., 1982]. Магнитную восприимчивость  $K$  определяли на измерителе KLY-2 («Agico», Чешская Республика), вектор  $J_n$  – на рокгенераторах JR-4 и JR-5 («Agico», Чешская Республика). В схеме палеомагнитных исследований обязательно предусматривается так называемая магнитная чистка образцов путем размагничивания их в переменном магнитном поле с последовательно возрастающей амплитудой или ступенчатое терморазмагничивание образцов с последующим охлаждением их в немагнитном пространстве после каждого нагрева [Храмов и др., 1982]. Такая процедура счищает иногда до 25 % вторичной намагниченности, и остающиеся значения углов  $D$  и  $I$  отражают направление палеомагнитного поля в месте отбора образцов. Термочистка образцов проводилась на установке TD48 (США) по схеме 80–120–150–180 °С. Для вычисления направлений  $J_n$  и представления результатов в графической форме использовали имеющиеся программы [Enkin, 1994]. Статистическая обработка была проведена на уровне образцов, а средние направления  $J_n$  определялись с использованием статистики Фишера [Fisher, 1953]. По значениям средних направлений  $J_n$  и координат места отбора образцов вычислялись координаты виртуальных палеомагнитных полюсов  $F$  и  $L$ .

Результаты первичных измерений магнитных характеристик осадочных пород для археологического памятника Баранова Гора представлены в табл. 1; указаны значения магнитной восприимчивости  $K$  (при  $T = 20$  °С), а также измеренные значения естественной остаточной намагниченности  $J_n$  и углов склонения  $D$  и наклонения  $I$  при температурной чистке по схеме 80–120–150–180 °С. На рис. 3 измеренные характеристики показаны в графической форме.

Распределение значений магнитной восприимчивости  $K$  и естественной остаточной намагниченности  $J_n$  отражает литологический состав разреза [Храмов и др., 1982]. На рис. 2, в представлено распределение значений магнитной восприимчивости  $K$ . Видно, что на глубине ~ 40 см происходит изменение значения  $K$  от  $5.2 \cdot 10^{-4}$  до  $3.0 \cdot 10^{-4}$  СИ (образцы 10–8). Изменение в сторону увеличения начинается от образца 26 и продолжается до образца 14. Образец 14 располагается вблизи границы слоев 4 и 3 разреза (см. рис. 2, б). Временной интервал от образца 26 до образца 8 соответствует формированию слоя бурых песков. Увеличение  $K$  связано, по-видимому, с увеличением содержания ферромагнитных минералов в этих отложениях.



**Рис. 3.** График первичных ( $T = 80$  °С) значений магнитной восприимчивости  $K$  и значений естественной остаточной намагниченности  $J_n$ , а также изменения углов склонения  $D$  и наклонения  $I$  при термочистке образцов по схеме 80–120–150–180 °С для археологической стоянки Баранова Гора

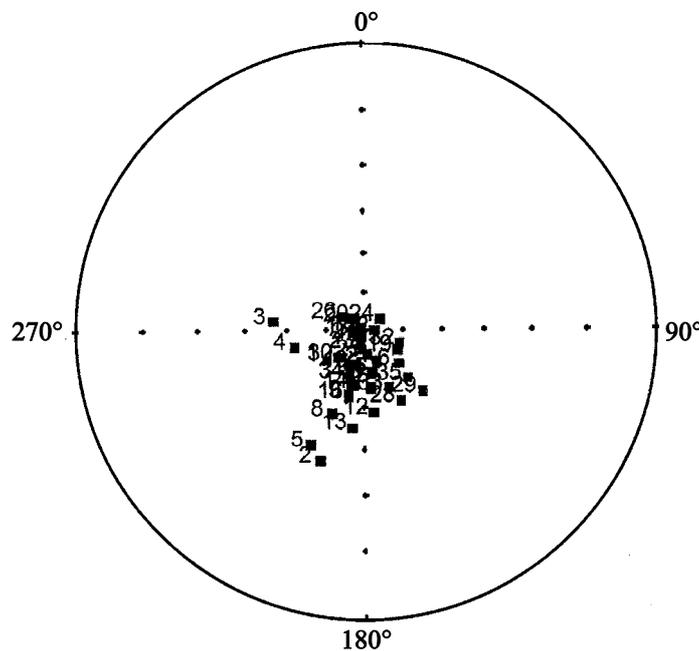
**Таблица 1.** Магнитные характеристики образцов северной стенки разреза Баранова Гора, полученные в процессе последовательной термочистки по схеме 80–120–150–180 °С

№ образца	K, 10 <sup>-4</sup> СИ, 20 °С	T = 80 °С			T = 120 °С			T = 150 °С			T = 180 °С		
		J <sub>n</sub> , МА/М	D°	I°	J <sub>n</sub> , МА/М	D°	I°	J <sub>n</sub> , МА/М	D°	I°	J <sub>n</sub> , МА/М	D°	I°
1	2.3	2.7	233	71	2.5	240	73	2.3	247	64	2.0	254	78
2	2.7	2.3	199	39	2.0	200	34	1.9	200	32	1.8	200	38
3	3.0	1.8	276	55	1.3	296	53	1.2	314	67	1.4	19	68
4	2.9	1.7	257	62	1.5	244	60	1.3	246	62	1.1	224	78
5	2.8	3.2	206	43	2.9	211	45	2.6	205	45	2.5	210	42
6	3.2	3.3	134	72	2.3	127	72	2.4	126	73	2.5	40	58
7	3.0	3.8	243	87	3.3	307	84	3.0	281	83	2.8	4	79
8	3.1	5.6	202	56	3.6	213	67	3.7	175	57	3.5	202	52
9	3.8	6.1	195	64	5.2	209	66	4.3	208	67	4.3	230	73
10	5.5	24.8	199	76	22.5	195	77	21.1	207	74	20.4	212	78
11	5.0	13.8	175	67	12.0	177	69	11.7	186	69	10.9	190	72
12	5.1	15.4	174	58	13.4	179	61	13.1	181	61	12.4	191	61
13	5.1	15.6	188	53	14.5	188	51	13.7	194	52	13.4	196	53
14	5.6	22.0	193	68	20.7	188	68	19.5	198	69	18.4	201	68
15	5.3	17.3	170	74	16.0	170	75	15.1	169	74	15.1	193	75
16	4.7	7.6	194	64	7.1	194	65	6.7	189	65	6.2	189	68
17	4.5	23.1	261	86	21.4	279	86	20.2	272	69	19.3	274	63
18	4.7	22.4	301	88	21.4	305	88	20.7	273	77	20.1	273	74
19	4.1	15.0	121	75	13.4	118	76	13.1	117	73	12.3	129	80
20	3.7	10.8	317	84	9.6	333	84	9.4	291	76	8.7	301	80
21	3.2	16.5	159	77	15.0	153	77	14.6	189	78	13.9	194	78
22	3.4	17.5	90	86	15.8	79	83	14.9	86	81	13.8	74	81
23	3.2	17.8	198	84	16.3	155	84	15.6	207	82	14.6	161	83
24	2.6	16.2	52	83	14.6	30	84	14.2	36	84	13.5	8	84
25	2.4	9.0	175	81	8.6	151	80	8.3	180	81	8.1	154	80
26	1.7	5.3	301	80	4.5	328	85	4.4	296	77	4.3	311	80
28	2.0	5.7	207	87	4.9	132	82	5.0	118	71	3.8	81	82
29	1.7	3.6	153	60	3.2	141	57	3.2	147	52	3.1	139	50
30	1.5	3.2	136	58	2.9	142	56	2.7	156	61	2.7	145	58
31	1.9	3.2	225	75	3.1	238	70	3.0	254	58	2.7	234	73
32	1.5	2.9	172	73	2.5	179	75	2.4	186	74	2.2	161	75
33	2.0	5.0	109	76	4.6	123	78	4.5	148	82	4.5	119	75
34	1.8	3.8	157	66	3.6	180	68	3.6	186	69	3.3	198	65
35	1.7	4.5	199	71	4.5	188	73	4.3	201	70	4.3	214	68
36	1.7	3.8	138	65	3.5	128	68	2.8	132	72	2.7	155	71

### Результаты исследований палеомагнитных характеристик (параметров) археологического памятника Баранова Гора и их обсуждение

На рис. 4 представлена стереографическая проекция распределения направлений естественной остаточной намагниченности  $J_n$ , т.е. углов склонения  $D$  и наклонения  $I$ , для разреза Баранова Гора. На фоне довольно кучного распределения точек обращает на себя внимание положение точек, соответствующих образцам 2–5, которые заметно отклоняются от средних значений углов  $D$  и  $I$ . Это может служить основанием для предположения о сильном изменении геомагнитного поля, т.е. экскурсе.

Если обратиться к данным табл. 1, то видно, что после нагрева образцов до 180 °С значения углов  $D$  и  $I$  для образцов 2, 4 и 5 практически не изменились. В то же время для образца 3 заметно изменился угол  $D$ . Это указывает на то, что во временной интервал, соответствующий образцу 3, происходило изменение конфигурации геомагнитного поля.



**Рис. 4.** Стереографическая проекция распределения первичных ( $T = 80$  °С) направлений естественной остаточной намагниченности  $J_n$  для археологической стоянки Баранова Гора  
Цифры – номера образцов

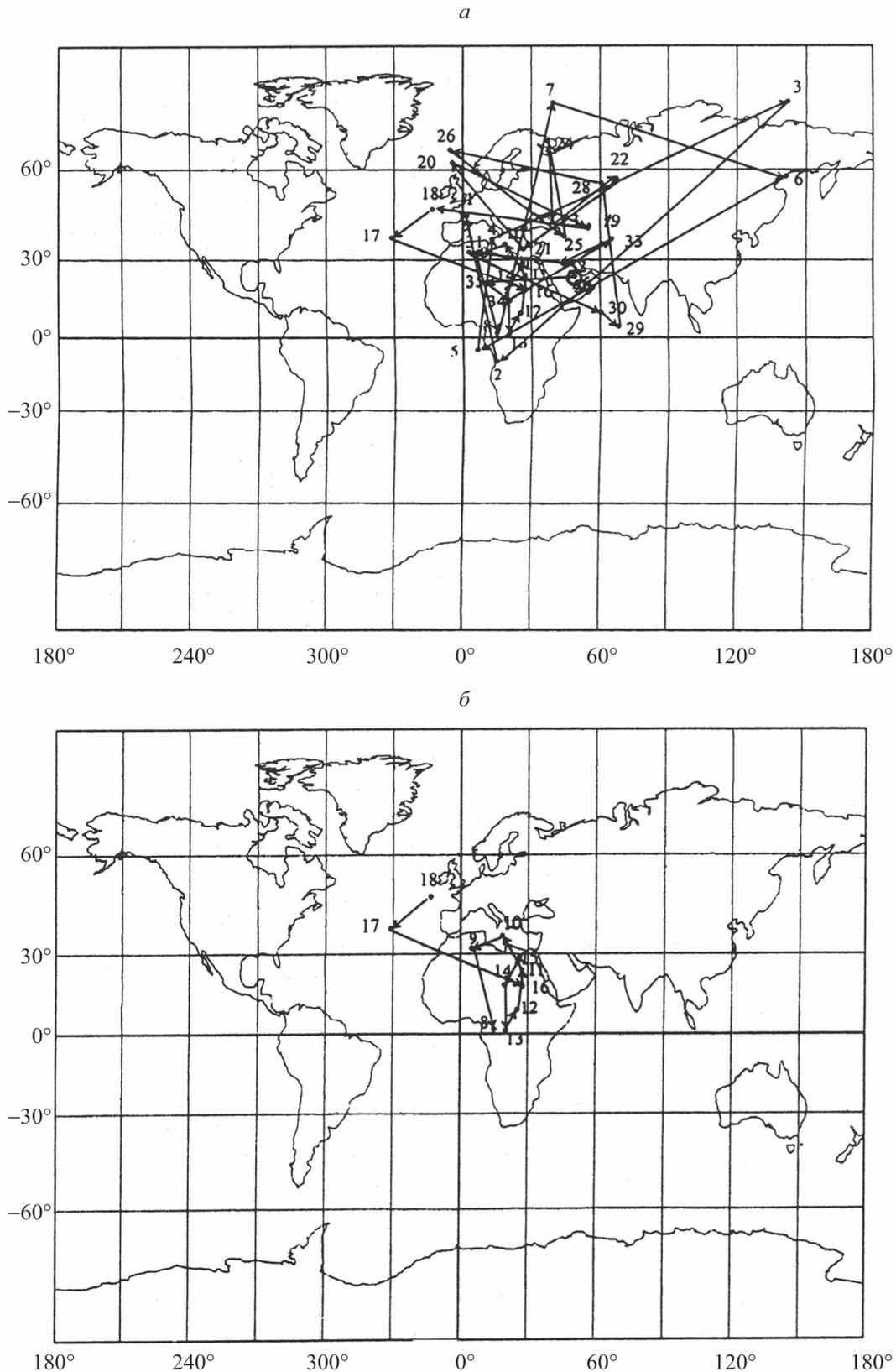
Для идентификации экскурсов геомагнитного поля вычисляются так называемые виртуальные палеомагнитные полюсы (ВПП), т.е. определяются координаты полюса, которому соответствуют значения углов склонения  $D$  и наклонения  $I$  в месте отбора образцов. Определение виртуальных полюсов для различных географически удаленных объектов дает возможность сравнивать траектории движения ВПП. Координаты ВПП – широта  $F$  и долгота  $L$  – для разреза Баранова Гора после терморазмагничивания образцов по схеме 80–120–150–180 °С представлены в табл. 2. По данным табл. 2 были построены траектории движения ВПП после размагничивания образцов до 180° (рис. 5). Как правило, движение ВПП описывает траекторию в направлении по часовой стрелке вокруг (или вблизи) Северного полюса. Во время экскурса происходит переход к движению против часовой стрелки, обычно с уменьшением значения широты  $F$  [Петрова и др., 1992].

**Таблица 2.** Изменение координат ВПП при терморазмагничивании образцов северной стенки разреза Баранова Гора при различных температурах размагничивания (80–120–150–180 °С)

№ образца	T = 80 °С		T = 120 °С		T = 150 °С		T = 180 °С	
	F°	L°	F°	L°	F°	L°	F°	L°
1	30	2	35	0	27	347	46	2
2	-10	15	-13	14	-14	14	-10	15
3	32	342	41	303	62	309	77	142
4	29	339	22	346	24	346	38	13
5	-6	10	-3	6	-4	11	-5	6
6	29	60	32	64	33	64	58	141
7	53	23	63	12	57	7	77	40
8	5	15	20	11	5	37	2	15
9	13	23	18	13	19	14	32	5
10	30	23	33	26	30	19	36	18
11	17	37	19	35	20	30	25	27
12	6	38	9	34	9	32	10	25
13	0	27	-1	27	1	21	1	20
14	17	25	19	28	20	21	19	19
15	27	39	28	39	27	40	29	26
16	13	23	15	23	14	27	19	27
17	55	21	57	18	43	338	38	329
18	59	27	59	27	50	351	48	347
19	37	64	39	65	35	68	42	54
20	65	12	68	18	57	344	62	355
21	33	43	34	47	34	29	34	27
22	56	47	57	59	54	63	58	67
23	45	28	46	40	42	24	44	40
24	64	60	66	47	65	49	68	37
25	38	35	39	45	38	33	39	44
26	62	354	65	20	59	344	66	355
27	52	29	45	50	33	70	56	61
28	10	54	10	63	4	60	4	68
29	12	67	9	63	12	51	10	60
30	34	9	30	358	24	338	33	3
31	26	38	29	34	28	30	29	44
32	41	69	40	59	42	45	38	68
33	17	49	18	33	19	30	14	21
34	24	22	26	28	23	21	22	11
35	20	62	27	67	30	61	24	49

На рис. 5, *a* представлена траектория движения ВПП, определенных для всех образцов разреза Баранова Гора. Сразу бросается в глаза кучное распределение значений широты *F* и долготы *L*, разброс данных составляет от 10° ю.ш., 15° в.д. (образец 2) до 77° с.ш., 40° в.д. (образец 7) и от 38° с.ш., 329° з.д. (образец 17) до 58° с.ш., 141° в.д. (образец 6). Анализ направления движения ВПП для стоянки Баранова Гора свидетельствует, что оно происходит в основном по часовой стрелке. Однако у образцов 18–8 (см. рис. 5, *б*) траектория движения образует петлю с направлением против часовой стрелки. Ранее упоминалось, что подобное движение ВПП указывает на наличие экскурса геомагнитного поля [Петрова и др., 1992].

Временной интервал, охватываемый раскопом, составляет примерно 14–8 тыс. лет назад. Как указывалось ранее, в этом временном интервале было зафиксировано развитие только одного геомагнитного экскурса – экскурса Гётенбург. Поэтому выявленный в ходе наших исследований экскурс может быть идентифицирован именно как экскурс Гётенбург. Его развитие по данным Мёрнера [Mörner, 1977] происходило во временном



**Рис. 5.** Траектория движения виртуальных палеомагнитных полюсов по всем образцам разреза Баранова Гора после терморазмагничивания при  $T = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$  (а) и отдельно по образцам 18–8 (б)  
Цифры – номера образцов

интервале от 13 750 до 12 350 ВР. Изменение магнитного поля во время экскурса было нерегулярным, при этом около 12 400 ВР оно претерпело кратковременную инверсию (flip) продолжительностью около 200 лет. По данным изучения отложений на окраине Южно-Китайского моря экскурс оценен интервалом  $12\,960 \pm 390$  ВР [Wang et al., 1991]. Траектория движения ВПП для образцов 18–8 стоянки Баранова Гора, приведенная на рис. 5, б, показывает, что в отмеченном временном интервале ВПП достигал экваториальных широт или перемещался в Южное полушарие. Таким образом, результаты проведенных нами палеомагнитных исследований позволили выявить, по-видимому, временной интервал развития именно инверсии (flip), которая приурочена по данным Мёрнера к 12 400 ВР, что подтверждается данными радиоуглеродного анализа. В то же время согласно палинологическим данным, которые отражают климатические характеристики среды, развитие инверсии в геомагнитном экскурсе происходило несколько позже – во временном интервале 12 000–11 000 ВР (фаза аллерёд) [Спиридонова, Аleshинская, 1999], т.е. по крайней мере на 300–500 лет позже по сравнению с датировкой экскурса радиоуглеродным методом. Подобному расхождению, по мнению авторов, не следует придавать большое значение.

Климатические изменения имеют региональный характер, и не исключено, что климатические условия, соответствующие фазе аллерёд, в районе расположения исследуемого археологического памятника получили развитие в более раннем по сравнению с принятой глобальной классификацией временном интервале. Кроме того, по мнению В.В. Кочегуры [1992], развитие геомагнитного экскурса Гётенбург может различаться по времени в различных частях земного шара из-за западного дрейфа главного геомагнитного поля. Однако в нашем случае местоположение археологических стоянок отстоит от места сбора образцов Мёрнером, выявившим экскурс, только на  $20^\circ$  по долготе, и западный дрейф главного геомагнитного поля не мог привести к 300–500-летнему запаздыванию.

По нашему мнению, обсуждаемое временное расхождение в датировке развития экскурса Гётенбург на Среднерусской возвышенности радиоуглеродным и палинологическими методами следует отнести за счет погрешностей методов. Геомагнитный хронологический репер – экскурс Гётенбург – указывает на то, что фаза аллерёд на Среднерусской возвышенности началась на несколько сотен лет ранее 12 000 ВР – дате, обычно принимаемой за начало фазы [Хотинский, 1977]. Этот результат не противоречит и данным других исследований климатической изменчивости в западных и северо-западных районах России. А.А. Величко и др. [2002] проанализировали палинологические данные по трем разрезам, расположенным на Восточно-Европейской равнине. Первый разрез был заложен в Пониловье (верховья бассейна р. Западная Двина); второй – в Мелехово (125 км к северо-востоку от Москвы); третий – в Бузулукском Бору (Заволжье). Из приведенных в статье споро-пыльцевых диаграмм за временной интервал 12 000–0 ВР и реконструкции температур для разреза Бузулукский Бор (см. рис. 2, 9 указанной статьи) следует, что потепление климата, характерное для фазы аллерёд, началось на несколько столетий ранее 12 000 ВР. Полученные в настоящей работе результаты могут служить дополнительным аргументом, указывающим на необходимость учета региональных особенностей при датировке различных климатических фаз на рубеже позднеледниковья и голоцена.

### Заключение

Проведено палеомагнитное исследование образцов раскопа археологической стоянки, расположенной в окрестности оз. Волго в Тверской обл. на территории Среднерусской возвышенности. В раскопе выявлено развитие геомагнитного экскурса Гётенбург,

который датируется временем 13 000–12 350 ВР. Применительно к археологическим исследованиям этот экскурс может служить хронологическим репером при привязке культурных слоев изучаемых археологических памятников.

Сопоставление времени развития экскурса Гётенбург с результатами палинологических исследований разреза позволило уточнить хронологические рамки развития климатической фазы аллерёд для данного района Европейской части России: развитие фазы аллерёд началось примерно на 300–500 лет ранее, чем это датируется по классической шкале временных интервалов климатических фаз (начало фазы приурочено ко времени 12 000 ВР).

### Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 10-05-00129).

### Литература

- Величко А.А., Светлицкая Т.В.* Палеомагнитные реперы позднего плейстоцена центра Русской равнины // Докл. АН СССР. 1988. Т. 300, № 2. С. 444–448.
- Величко А.А., Дренова А.Н., Климанов В.А., Кременецкий К.В.* Изменение климата в Восточной Европе и в Сибири на рубеже позднеледниковья и голоцена // Пути эволюционной географии: Итоги и перспективы. М., 2002. С. 186–206.
- Кочегура В.В.* Применение палеомагнитных методов при геологической съемке шельфа. СПб.: ВСЕГЕИ, 1992. 143 с.
- Петрова Г.Н., Нечаева Т.Б., Поспелова Г.А.* Характерные изменения геомагнитного поля в прошлом. М.: Наука, 1992. 175 с.
- Симицына Г.В., Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А.* Археологические материалы в послеледниковых отложениях на северном берегу озера Волго в Тверской области // Квартер-2005. Материалы IV Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Сыктывкар, 2005. С. 400–402.
- Спиридонова Е.А., Алешинская А.С.* Опыт применения палинологического анализа для периодизации мезолита Волго-Окского междуречья // Исторический музей-энциклопедия отечественной истории и культуры. М., 1999. С. 127–141. (Тр. ГИМ. Вып. 3.)
- Хотинский Н.А.* Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.
- Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А., Писаревский С.А., Погарская И.А., Ржевский Ю.С., Родионов В.П., Слауцитайс И.П.* Палеомагнитология. Л.: Недра, 1982. 312 с.
- Enkin R.J.* A computer program package for analysis and presentation of palaeomagnetic data. Sidney: Pacific Geoscience Centre of Geology Survey of Canada, 1994. 16 p.
- Fisher R.A.* Dispersion on a sphere // Proc. of Royal Soc. Ser. A. N 217. 1953. P. 295–305.
- Mörner N.-A., Lanser J. P., Hospers J.P.* Late Weichselian palaeomagnetic reversal // Natur. Phys. Sci. 1971. V. 234. P. 173–174.
- Mörner N.-A.* The Gothenburg magnetic excursion // Quaternary Research. 1977. V. 7, N 3. P. 413–427.
- Wang B., Tang X., Liu Z., Yuan Y.* Paleomagnetic results of core NS-89-76 in Nansha Sea area // Distributions of marine environmental research in Nansha Islands and in neighboring sea area (1). Hubei Science and Technology Press, 1991. P. 301–308.

*Сведения об авторах*

**ГУСЬКОВА Елена Григорьевна** – доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Санкт-Петербургский филиал Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН. 191023, г. Санкт-Петербург, Мучной пер., д. 2. Тел. (812) 323-13-11. E-mail: office@izmiran.spb.ru

**РАСПОПОВ Олег Михайлович** – профессор, доктор физико-математических наук, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник, Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН. 191023, г. Санкт-Петербург, Мучной пер., д. 2. Тел. (812) 552-85-00. E-mail: oleg@or6074.spb.edu

**ДЕРГАЧЕВ Валентин Андреевич** – профессор, доктор физико-математических наук, заместитель директора, Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН. 194021, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 26. Тел. (812) 297-79-28. E-mail: v.dergachev@mail.ioffe.ru

**ИОСИФИДИ Александр Георгиевич** – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт. 191014, г. Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 39. (812) 490-58-06. E-mail: iosifidi@freemail.ru

**СИНИЦЫНА Галина Васильевна** – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Институт истории материальной культуры РАН. 191186, г. Санкт-Петербург, Дворцовая наб., д. 18. Тел. (812)571-50-92. E-mail: gv-sinitsyna@yandex.ru

**GEOMAGNETIC GOTHENBURG EXCURSION AS A BENCHMARK  
OF THE ALLEROD INTERSTADIAL TIME FRAME  
IN THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND**

**E.G. Gus'kova<sup>1</sup>, O.M. Raspopov<sup>1</sup>, V.A. Dergachev<sup>2</sup>, A.G. Iosifidi<sup>3</sup>, G.V. Sinitsina<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Sankt-Petersburg Filial (Branch) of A.N. Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowaves Propagation of Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg, Russia

<sup>2</sup>A.F. Ioffe Physical-Technical Institute of Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg, Russia

<sup>3</sup>All-Russia Research Geological-Prospecting Institute, St.-Petersburg, Russia

<sup>4</sup>Institute for the History of Material Culture of Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg, Russia

**Abstract.** Palaeomagnetic investigations of deposits at the archaeological site Baranova Gora situated near the Volgo Lake (56.9° N, 33.2° E) in the Central Russian Upland have been carried out. The palaeomagnetic studies have revealed the geomagnetic Gothenburg excursion dated at 13 000–12 350 BP. Revealing the Gothenburg excursion allowed us to use findings of the palaeomagnetic investigations as a chronological benchmark, in addition to the results of palynological and archaeological (relative analysis of archaeological artifacts) methods of dating of cultural layers of this archaeological monument, and also refine the time frame of the climatic Allerod interstadial in the Central Russian Upland. The data obtained in our study indicate that the Allerod interstadial in the Central Russian Upland began several hundred years before 12 000 BP, i.e., the date commonly believed to be the beginning of the Allerod interstadial.

*Keywords:* geomagnetic, excursion, climatic Allerod interstadial, climatic changes, archaeological investigations.