

*М.А. Кулькова, Е.В. Одинокова**

ПАЛЕОЛИТИЧЕСКАЯ СТОЯНКА ЕЛИСЕЕВИЧИ 1: РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛЕССОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИЗ РАЗРЕЗА 2013 г.¹

Представлены данные геохимического, минералогического, гранулометрического анализа и радиоуглеродного датирования верхнепалеолитической стоянки Елисеевичи 1, расположенной на территории Верхнего Подесенья. На основе полученных результатов реконструированы палеоклиматические условия обитания древних жителей поселения. Выделены два самостоятельных горизонта, связанных с повышенной антропогенной деятельностью, в лессовых отложениях.

Ключевые слова: *верхний палеолит, геохимические индикаторы палеоклимата, радиоуглеродное датирование, антропогенная активность.*

M.A. Kulkova, E.V. Odinkova. Paleoreconstructions of cultural layer formation on the Upper Paleolithic site Eliseevichi 1 according to geochemical indicators and radiocarbon dating.

The article presents data of the geochemical, mineralogical, grain-size analyses, and radio-carbon dating of the Eliseevichi 1 site of the Upper Paleolithic Age. The paleoclimatic conditions have been reconstructed on the base of investigations. Two cultural horizons with the increased anthropogenic activity in loess deposits were distinguished.

The article presents data of the geochemical, mineralogical, grain-size analyses, and radio-carbon dating of the Eliseevichi 1 site of the Upper Paleolithic Age. The paleoclimatic conditions have been reconstructed on the base of these investigations. Two cultural horizons with the increased anthropogenic activity in loess deposits were distinguished.

Keywords: *Upper Paleolithic, Geochemical indicators of paleoclimate, Radiocarbon dating, Anthropogenic activity.*

Исследование геоэкологических ареалов обитания древнего человека — одна из важнейших задач археологии. Адаптация древнего человека к условиям окружающей среды связана с такими факто-

рами, как изменение геоморфологических условий региона, например формирование и развитие надпойменных террас, колебания уровня водоемов, изменение климата и растительности. Для палеоклиматических реконструкций на территории российско-белорусского порубежья в эпоху поздней поры верхнего палеолита представляют интерес данные, полученные в ходе изучения стоянки Елисеевичи 1. Проведенные исследования выполнены для установления времени наиболее активного заселения стоянки. С помощью геолого-геоморфологических, геохимических и палинологических

* Российский гуманитарный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Российская Федерация.

¹ Статья подготовлена в рамках проекта РГНФ № 15-21-01001 а(м) «Позднепалеолитические памятники белорусско-российского порубежья (Бердыж, Елисеевичи 1, Юровичи)».

материалов рассмотрены процессы и возраст формирования культурных слоев на памятнике.

Стоянка Елисевичи 1 находится на южной окраине с. Елисевичи в Жирятинском районе Брянской области Российской Федерации.

Отложения на памятнике Елисевичи 1, в которых обнаружены культурные слои верхнего палеолита, представлены в основном лессовидными супесями и суглинками. Отложения были сформированы на второй надпойменной террасе р. Судости, представляющей собой мыс, образованный правым берегом реки и крупной, впадающей в нее балкой [Хлопачев и др. 2013]. Верхняя их часть представлена коричневато-палевыми лессовидными супесями, переходящими ниже в более плотные

зеленоватые и зеленовато-серые суглинки. Эта толща подстилается флювиогляциальными разнотернистыми песками, содержащими гальку и гравий кристаллических пород мелового возраста. Можно отметить, что почти во всех изученных шурфах и разрезах стоянки культурные слои наблюдаются на глубине 90–100 и 120–140 см. Они неодинаковы по мощности и структуре, а местами прерываются или отсутствуют. Такое несогласие можно связать с солюфликационными процессами, мерзлотными трещинами и другими гляциальными процессами.

В 2013 г. были отобраны образцы из южной стенки раскопа, прирезанного к шурфу № 3 2011 г. Общая мощность разреза составила 2 м (рис. 1).

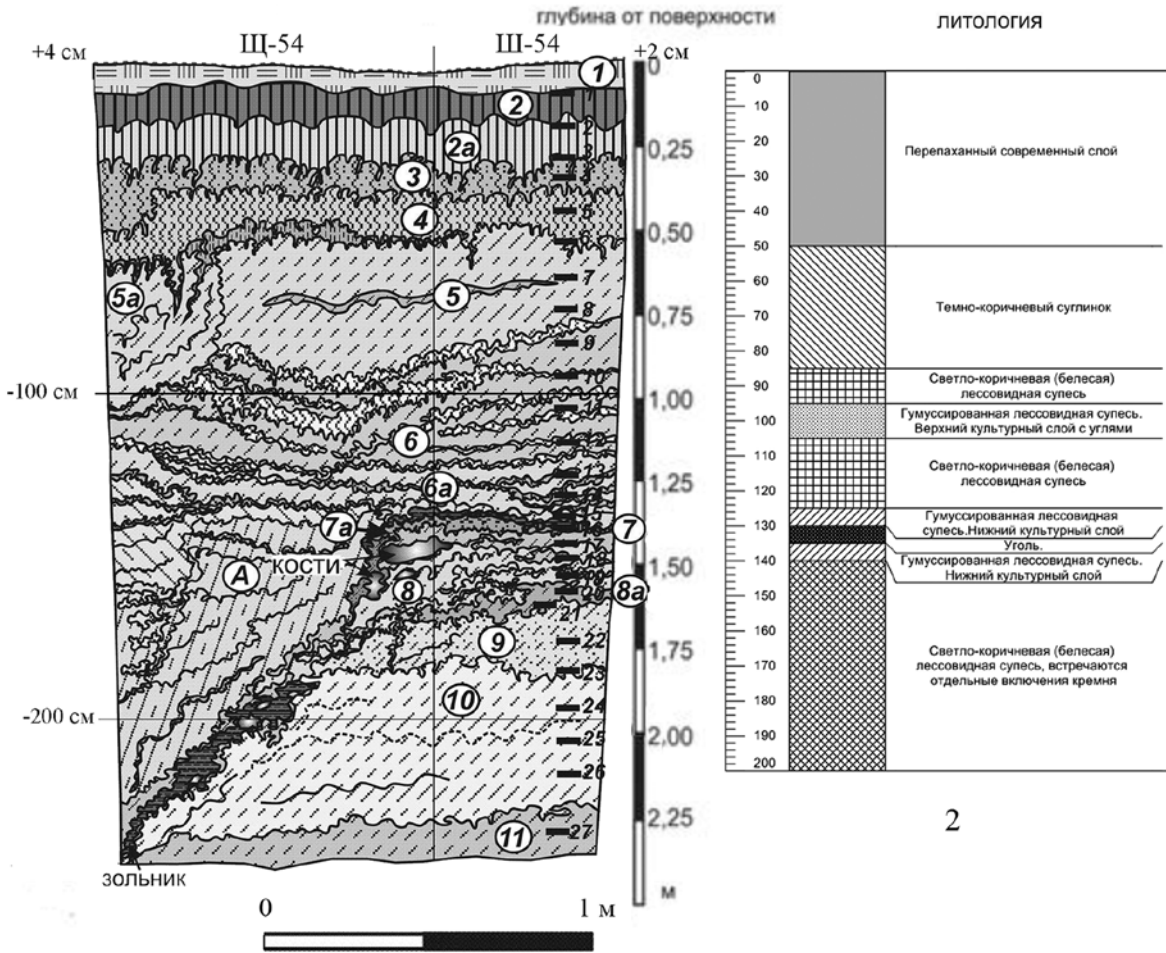


Рис. 1. Стратиграфия разреза в шурфе № 3 2011 г. [Хлопачев и др. 2013] и разреза прирезанной стенки 2013 г.

Верх — условная поверхность 0–50 см. Верхние 50 см — перепаханный современный слой, из которого образцы не отбирались.

50–85 см — темно-коричневый суглинок.

85–95 см — светло-коричневая (белесая) лессовидная супесь.

95–105 см — гумуссированная лессовидная супесь. Верхний культурный слой, насыщенный углями.

105–125 см — светло-коричневая (белесая) лессовидная супесь.

125–140 см — гумуссированная лессовидная супесь. Нижний культурный слой (130–135 см — углистый горизонт с остатками костей, кремневых орудий).

140–200 см — светло-коричневая (белесая) лессовидная супесь (встречаются отдельные кремневые находки).

Характер литологии разреза южной стенки шурфа № 3 в целом показывает его сходство с ранее изученными разрезами раскопов и расчисток в пределах участка стоянки.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ

Химический состав в лессовых отложениях был определен методом рентгено-спектрального флуоресцентного анализа на приборе «спектроскан МАКС». На рисунке 2 показано изменение гео-

химических модулей, зависящих от климатических характеристик.

Один из индикаторов, который использовался для реконструкции климата, — индекс химического

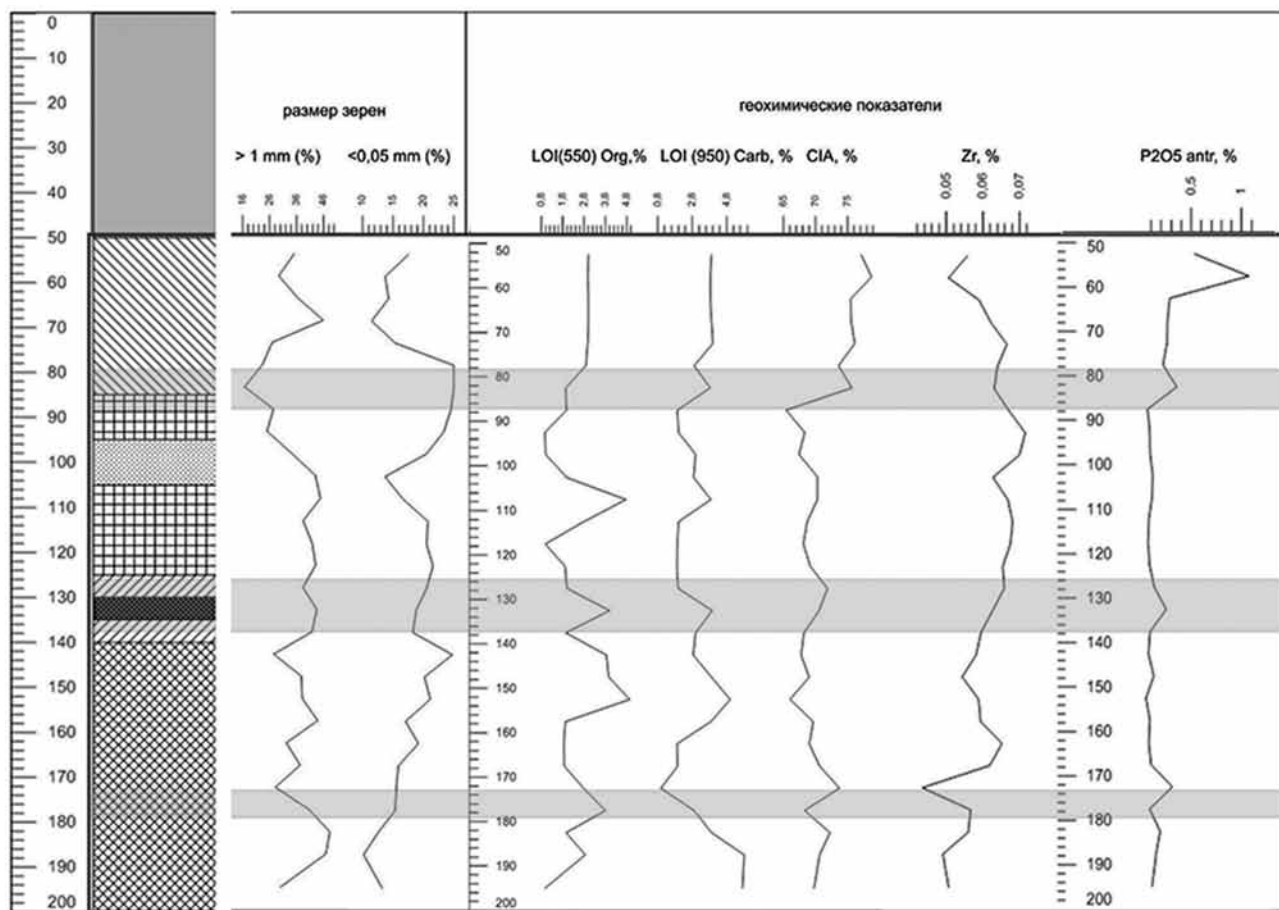


Рис. 2. Распределение гранулометрических фракций и геохимических модулей в отложениях разреза на памятнике Елисеевичи 1

выветривания (CIA), чувствительный к климатическим факторам. Индекс был предложен Несбиттом и Янгом (1982): $CIA = Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)$ — и характеризует степень преобразования алюмосиликатных минералов, содержащихся в отложениях, в процессе выветривания при увеличении температуры и влажности. Сопоставление изменения индекса CIA в лессовых отложениях разреза Елисевичей I и другого показателя, который характеризует изменение глобальных температур, — соотношение изотопов кислорода ($^{18}O/^{16}O$) в гренландских льдах и в льдах на станции «Восток», определенного для этого периода, — показывает хорошую корреляцию. Индекс CIA, предложенный Несбиттом и Янгом, отражает степень выветривания и преобразования полевого шпата во вторичные глинистые минералы, такие как каолинит, иллит, смектит. Формирование глин в лессовых отложениях увеличивается в результате интенсивности процессов выветривания и педогенеза в периоды более теплых и влажных климатических условий. Это подтверждается увеличением тонкозернистой фракции ($<0,05$ mm) в гранулометрическом составе лессов. Более грубозернистые отложения (>1 mm) образуются при увеличении скорости ветра, который может переносить этот материал, и поэтому коррелируют с более холодными периодами (рис. 2). Гранулометрический анализ был выполнен методом ситования по стандартной процедуре [Романовский 1977]. Увеличение циркония (Zr) и кремнезема SiO_2 в составе отложений связано с поступлением более устойчивых к выветриванию минералов, таких как циркон и кварц, коррелирует с содержанием крупнозернистой фракции в отложениях и также отражает периоды более прохладного и сухого климата [Zech et al. 2008]. Для установления степени гумусирования и содержания карбонатной составляющей лессов были определены потери при прокаливании (LOI) при температуре 550 °C и 950 °C по стандартной методике [Santisteban et al. 2004]. Эти показатели могут быть использованы для реконструкции условий седиментации лессовых отложений, а именно изменения относительных температур и влажности.

По индикаторам антропогенной активности $P_2O_5(\text{antr}) = P_2O_5 / (P_2O_5 + Na_2O)$ и $CaO(\text{antr}) = CaO /$

$CaO + Na_2O$ были установлены уровни наибольшей антропогенной активности в лессовых отложениях. Главными элементами, которые могут характеризовать антропогенное воздействие, по данным некоторых авторов [Nunez 1977; Lima da Costa, Kern 1999], являются фосфор, кальций и стронций. Это основные компоненты, входящие в состав минеральной части костной ткани, зубов, роговых образований. В процессе захоронения карбонат-апатит, из которого состоит минеральная часть костной ткани, практически нерастворим и не выносится водными потоками. Поэтому в местах поселений и особенно в местах захоронений людей и животных содержания фосфора, кальция и стронция имеют высокие аномальные значения.

Полученные данные по геохимическому, минералогическому и гранулометрическому анализу лессовых отложений позволяют реконструировать следующие условия осадконакопления в позднем плейстоцене на территории памятника Елисевичи I.

Светло-коричневая (белесая) лессовидная супесь на глубине 140–200 см была сформирована в прохладных сухих климатических условиях. CIA варьирует от 65 до 70 %. В отложениях на этой глубине преобладает грубозернистая фракция. Фиксируется обогащение отложений цирконием (Zr), низкое содержание органической составляющей LOIorg. На глубине 170–180 см фиксируется увеличение антропогенной активности, которое может быть связано с процессами солюфикации и проникновения в результате протаивания культурных отложений из верхних культурных уровней. Увеличение LOIorg отмечается на глубине 155–140 см, на этой же глубине происходит уменьшение концентрации Zr и SiO_2 и увеличение тонкозернистой пылевой фракции, CIA увеличивается до 70 %. Можно отметить, что при формировании отложений на этой глубине происходит незначительное увлажнение и потепление климата.

Гумусированная лессовидная супесь: нижний культурный слой (130–135 см — углистый горизонт с остатками костей и кремневых орудий), глубина 125–140 см. Формирование отложений на глубине 140–135 см происходит в условиях холодных и сухих климатических условий. Об этом свидетель-

ствуют геохимические индикаторы и гранулометрический состав отложений: уменьшение LOIorg, увеличение концентрации Zr и увеличение крупнозернистой фракции, CIA возрастает до 68 %. На глубине 135–130 см отмечается повышенная антропогенная активность. Отложения на этой глубине формируются в условиях потепления и увлажнения климата (CIA 72 %). На глубине 130–125 см происходит уменьшение индекса CIA до 69 %, также отмечается уменьшение LOIorg, увеличивается концентрация Zr и SiO₂. Это свидетельствует о переходе к прохладным климатическим условиям.

Светло-коричневая (белесая) лессовидная супесь, глубина 105–125 см. На глубине 125–115 см фиксируется увеличение грубозернистой фракции, увеличивается содержание Zr, вместе с тем уменьшаются значения CIA (до 68 %) и LOIorg. Это указывает на переход к прохладным, сухим, суровым, сухим климатическим условиям. На глубине 115–105 см вновь происходит изменение условий к более влажным и теплым. Показатели CIA (70,3 %) и LOIorg увеличиваются, уменьшается концентрация Zr и SiO₂.

Гумуссированная лессовидная супесь: верхний культурный слой, насыщенный углями, глубина

95–105 см. Отмечается уменьшение CIA (68 %), увеличение Zr и SiO₂, уменьшение LOIorg. Формирование отложений происходило в период прохладных климатических условий. Увеличение антропогенной активности (P₂O₅antr) отмечается начиная с глубины 95 см, при переходе светло-коричневой (белесой) лессовидной супеси на глубине 85–95 см. Максимум антропогенной активности фиксируется на глубине 85 см. В отложениях отмечается увеличение CIA (76 %), LOIorg, мелкозернистой пылеватой фракции, уменьшение содержания Zr и SiO₂. Все это отражает переход к теплым и влажным условиям. Такие условия сохраняются в период формирования темно-коричневого суглинка на глубине 50–85 см. Нужно также отметить, что это фиксирует переход к более влажным и теплым климатическим условиям, чем в предыдущие периоды (CIA 77–78 %).

По результатам исследования можно выделить два культурных горизонта, которые характеризуются повышенной антропогенной активностью. Культурные слои были сформированы в условиях относительного потепления климата, который наступил после холодных и сухих климатических стадий.

РАДИОУГЛЕРОДНОЕ ДАТИРОВАНИЕ КОСТНЫХ ОСТАТКОВ ИЗ КУЛЬТУРНЫХ СЛОЕВ

Пробоподготовка и датирование костной ткани проводились по стандартной методике по коллагену [Арсланов 1984]. Как отмечает Орлова, кости обладают пористой структурой и высокими сорбционными способностями, поэтому они являются менее надежными для датирования, чем древесина, уголь, торф и даже раковины [Орлова 1990]. Основные причины, снижающие достоверность радиоуглеродных датировок, выполненных по костям, заключаются в следующем: 1) малое содержание углерода, вследствие чего привнос даже незначительного количества чужеродного углерода существенно искажает истинный возраст образца; 2) известковая фракция костей подвергается обмену углерода, содержащегося в их структуре, на углерод CO₂ почв и грунтовых вод.

Коллаген из костной ткани был извлечен по следующей методике: кость дробилась и размягчалась в 3%-ном растворе соляной кислоты (HCl) при охлаждении примерно до +4 °C, затем образец промывался дистиллированной водой и заливался на сутки 1%-ным раствором щелочи (NaOH). Образец промывался дистиллированной водой, нагревался в слабокислом растворе соляной кислоты, при этом кость размягчается и растворяется. Раствор очищался от загрязнений путем центрифугирования. Раствор с коллагеном выпаривался при 105 °C. Полученный коллаген сжигался без доступа кислорода при 480 °C, затем обрабатывался в горячем растворе царской водки и высушивался. Получение бензола из ацетилена с использованием хромового катализатора про-

исходило по стандартной методике [Арсланов 1984]. Измерения активности радиоуглерода проводились с использованием низкофонового сцинтилляционного счетчика Quantulus 1220. Калибровка радиоуглеродной даты проводилась с помощью калибровочной программы CalPal. Полученные даты, а также даты более ранние представлены в таблице 1 [Хлопачев и др. 2017].

Радиоуглеродный возраст и изменения окружающей среды, например температурные вариации по данным изменения стабильных изотопов кислорода в гренландских льдах (GISP2) и в кернах льда со станции «Восток», были сопоставлены в этой программе. Программа была разработана в Университете Кельна [Weninger, Jöris 2008] (рис. 3).

Таблица 1

Радиоуглеродный возраст костей из памятника Елисевичи I (по: [Хлопачев и др. 2017: 55, табл. 3])

Индекс	Описание местонахождения	Материал	14C (BP)	Кал. возраст (2σ) (BC/AD)	Кал. возраст (2σ) (cal BP) (0=AD1950)
SPb-1766	Елисевичи I, 1936, раскопки К.М. Поликарповича	коллаген (ребро мамонта), E2.45.5, 6	12 239 ± 150	13 050–11 810	15 000–13 760
ГИН-4137	Елисевичи I, 1970, раскопки Л.В. Греховой, яма № 1, глубина 1,30 м	зуб мамонта	12 630 ± 360	14 510–11 710	16 460–13 660
ИГАН-1133	Елисевичи I, 1970, раскопки Л.В. Греховой, яма № 3	зуб мамонта	13 100 ± 330	15 150–12 870	17 100–14 820
SPb-1767	Елисевичи I, 2013, раскопки Г.А. Хлопачева	коллаген (обломки кости мамонта)	13 300±200	15 130–13 410	17 080–15 360
Beta-192417	Елисевичи I, 1936 г., раскопки К.М. Поликарповича кв. 23/24. 2	корень резца из верхней челюсти черепа собаки, коллекция ЗИН РАН 23781/24	13 370±70	14 940–14220	16 890–16 170
SPb_1933	Елисевичи I, 1936 г., раскопки К.М. Поликарповича, констр. «круг»	коллаген (кость мамонта)	13 384 ± 150	15 160–13 640	17 110–15 590
КИА-18760	Елисевичи I, 1936 г., раскопки К.М. Поликарповича 1935 г., яма с чурингами и статуэткой в площади округлой конструкции из черепов мамонтов	корень резца из верхней челюсти черепа собаки, коллекция МАЭ РАН 5298	13 905 ± 55	15 190–15 030	17 140–16 980
ГИН-4139	Елисевичи I, 1948 г., раскопки К.М. Поликарповича, зольник, глубина 1,50 м	зуб мамонта и его фрагменты	14 100 ± 400	16 090–14530	18 040–16 480

Окончание таблицы 1

Индекс	Описание местонахождения	Материал	^{14}C (BP)	Кал. возраст (2 σ) (BC/AD)	Кал. возраст (2 σ) (cal BP) (0=AD1950)
SPb_1931	Елисеевичи 1, 1948 г., раскопки К.М. Поликарповича (Е4 2600/746)	коллаген (кость медведя)	14 113 \pm 120	15 660–15 060	17 610–17 010
SPb__664	Елисеевичи 1, раскопки Г.А. Хлопачева, шурф № 4, в 2 м от западной стены раскопа 1974 г., основной культурный слой	коллаген (кость мамонта)	14 435 \pm 150	16 000–15 240	17 950–17 190
SPb_1932	Елисеевичи 1, 1948 г., раскопки К.М. Поликарповича (Е4 2600/3098)	коллаген (кость волка?)	14 622 \pm 150	16 030–15 590	17 980–17 540
ИГ АН — 1134	Елисеевичи 1, 1974 г., раскопки Л.В. Греховой, яма № 2, рядом с углом северного раскопа 1936 г.	зуб мамонта	15 370 \pm 195	17 010–15 850	18 960–17 800
SPb_1934	Елисеевичи 1, 1965 г., раскопки В.Д. Будько, № 746	коллаген (кость мамонта)	15 995 \pm 120	17 490–16 850	19 440–18 800
ГИН-4138	Елисеевичи 1, 1970 г., раскопки Л.В. Греховой, яма № 1	зуб мамонта	16 850 \pm 120	18 590–18 030	20 540–19 980
ЛУ-360	Елисеевичи 1, 1970 г., раскопки Л.В. Греховой, скопление костей № 5	зуб мамонта	17 340 \pm 170	19 320–18 440	21 270–20 390

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Корреляция кривых изменения индекса C1A в лессовых отложениях разреза Елисеевичи 1 и изменения глобальных температур, полученных по соотношению изотопов кислорода ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) в гренландских льдах и привязанных на основе данных радиоуглеродного датирования к микростратиграфической шкале накопления железо-марганцевых пленок в пустынных отложениях (WLM) [Liu, Broecker 2013] для позднего плейстоцена, дает возможность более точно приурочить хронологию осадконакопления на памятнике к радиоуглеродной

климатической шкале и установить относительный возраст формирования культурных слоев по сопоставлению этих показателей (рис. 4).

Начало формирования нижнего, «основного», культурного горизонта, связанного с гумуссированной лессовидной супесью (на глубине 140–125 см), на этом участке происходило в прохладных климатических условиях, которые можно соотнести с похолоданием около 17 660 \pm 200 cal BP (14 500 \pm 200 BP ^{14}C) [Liu, Broecker 2013]. По костным остаткам из «основного» культурного слоя

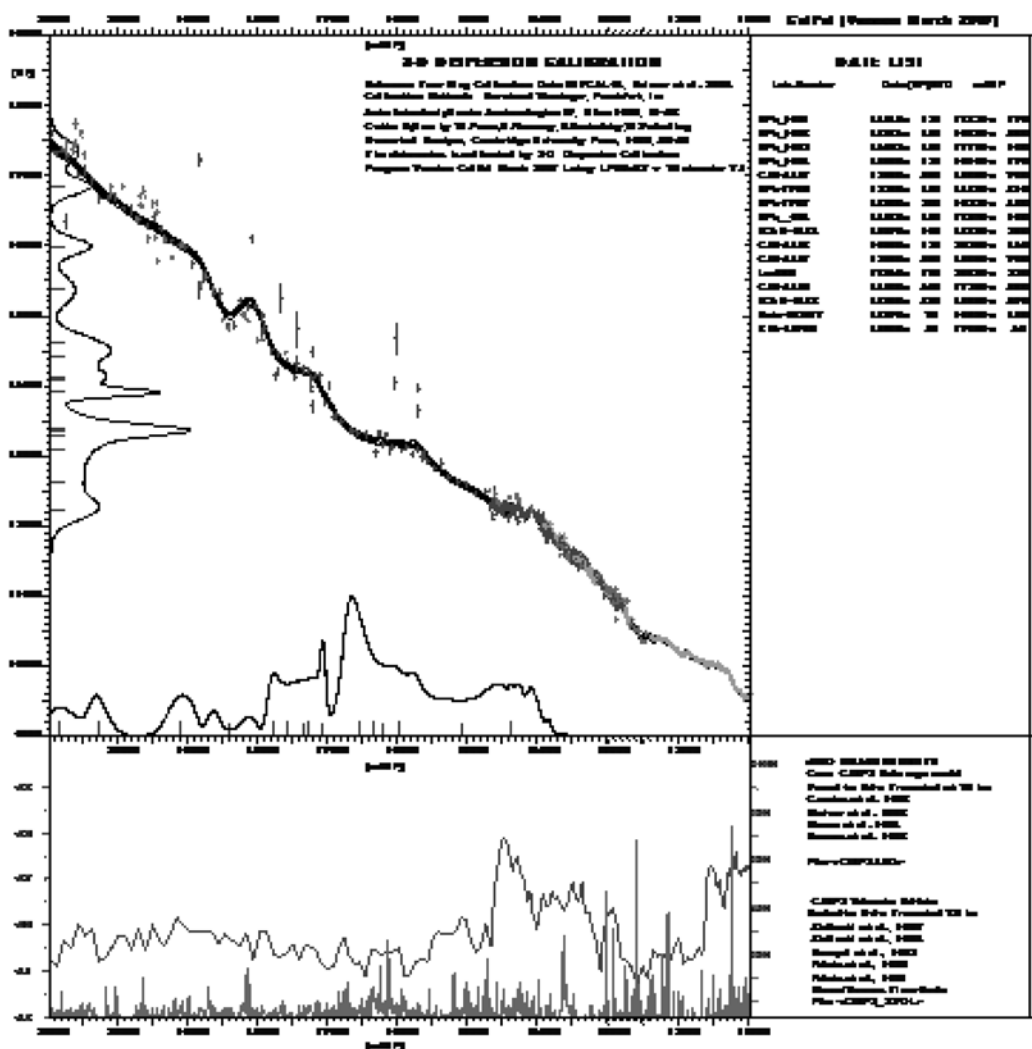


Рис. 3. Калибровочный график радиоуглеродных дат и изменение температурных показателей по данным изменения стабильных изотопов в кернах льда

были получены следующие даты: 17 760±220 cal BP (14 622 ± 150 BP ¹⁴C) (SPb_1932), 17 310±300 cal BP (14 113 ± 120 BP ¹⁴C) (SPb_1931) и (14 435 ± 150 BP ¹⁴C) (SPb_1664). Дальнейшее формирование «основного» культурного слоя происходило в условиях потепления климата. Об этом также свидетельствуют данные пыльцевого анализа, проведенные для отложений из шурфа [Хлопачев и др. 2013].

На глубине 125–115 см происходит изменение условий осадконакопления, начинает формироваться коричнево-бурый суглинок. Это происходит в холодных и сухих климатических условиях. По данным глобальных климатических изменений

такой эпизод соответствует похолоданию около 16 760±200 cal BP (13 500±200 BP ¹⁴C) [Liu and Broecker 2013], известному также как эпизод Heinrich I. На данном участке антропогенная активность с помощью геохимических индикаторов не регистрируется.

По данным геологических исследований на этом участке [Хлопачев и др. 2013] также было отмечено, что начало заполнения криогенной клиновидной псевдоморфозы по повторно-жильным льдам могло соответствовать началу погребения «основного» культурного слоя. Об этом свидетельствует и локальное расположение зольных линз непо-

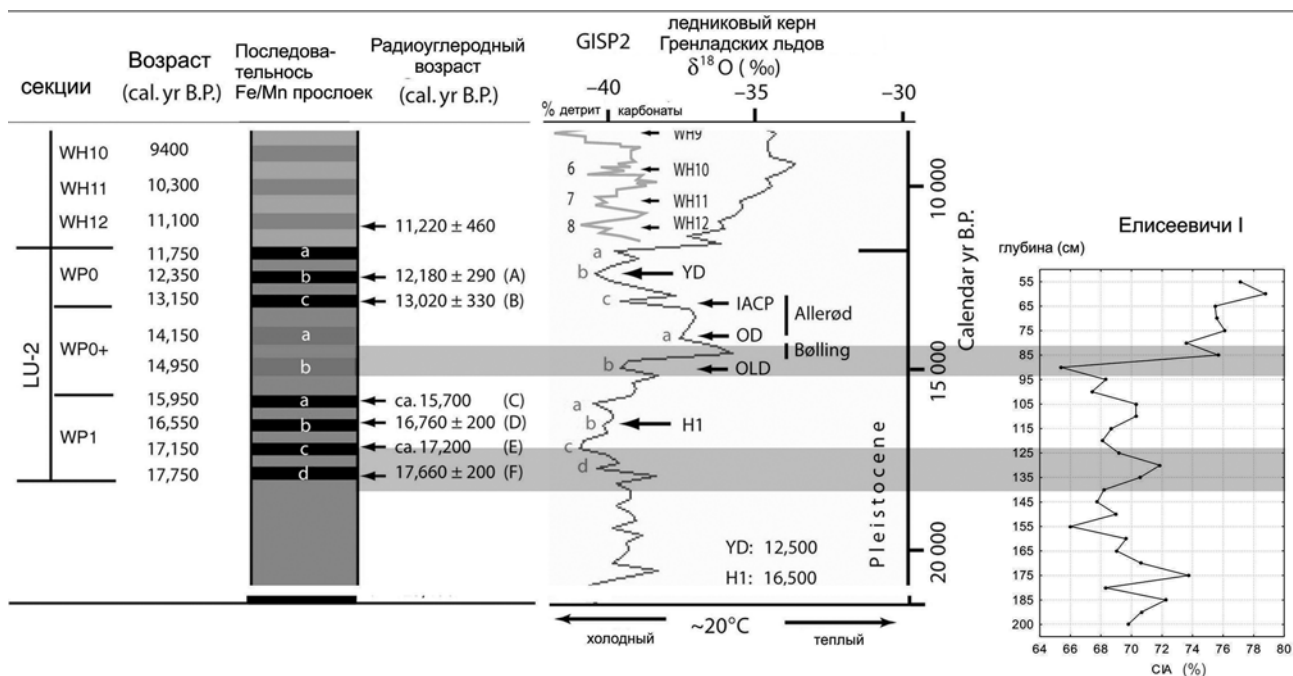


Рис. 4. Корреляция кривых изменения индекса CIA в лессовых отложениях разреза Елисеевичи I и изменения глобальных температур, полученных по соотношению изотопов кислорода ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) в гренландских льдах и привязанных на основе данных радиоуглеродного датирования к микростратиграфической шкале накопления железо-марганцевых пленок в пустынных отложениях (WLM) [Liu, Broecker 2013] для позднего плейстоцена

средственно по борту структуры. На глубине 115–105 см формирование суглинка связано с эпизодом небольшого потепления. Образование верхнего культурного горизонта начинается на глубине 105–95 см и фиксируется отложением гумуссированного коричневато-бурого суглинка с включениями углей.

На другом участке памятника по скоплению костей мамонта была получена дата 16 220 ± 860 cal BP (13 300 ± 200 BP ^{14}C) (SPb_1767), которая, вероятно, фиксирует начало формирования верхнего культурного слоя. Высокая антропогенная активность в отложениях, относящихся ко второму культурному слою, по данным геохимических индикаторов фиксируется на глубине 95–85 см на этом участке. По данным корреляции с кривой

климатических изменений формирование этих отложений можно отнести к рубежу древнего дриаса и беллинга, около 15 000–14 500 cal BP (12 500–12 000 BP ^{14}C). По кости мамонта была получена дата 15 000–13 760 cal BP (12 239 ± 150 BP ^{14}C) (SPb_1766), которая, вероятно, маркирует окончание пребывания человека на этой стоянке. Формирование темно-коричневого суглинка на глубине 85–50 см происходило в условиях теплого и влажного климата. Это также подтверждается данными спорово-пыльцевого анализа [Хлопачев и др. 2013]. Таким образом, можно отметить, что изменение климатических условий в сторону более теплых и влажных изменили экологическую нишу обитания древнего человека и стоянка была покинута.

БИБЛИОГРАФИЯ

Арсланов Х.А. Радиоуглерод: геохимия и геохронология. Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. 300 с.

Величко А.А., Грибченко Ю.Н., Куренкова Е.И. Природные условия первичного расселения первобытного

человека в перегляциальной зоне Восточной Европы // Развитие области многолетней мерзлоты и перегляциальной зоны Северной Евразии и условия расселения древнего человека. М.: Ин-т географии, 1996. С. 23–73.

Орлова Л.А. Голоцен Барабы. Стратиграфия и радиоуглеродная хронология. Новосибирск: Наука, 1990. 128 с.

Романовский С.И. Седиментологические основы литологии. Л.: Недра, 1977. 408 с.

Хлопачев Г.А., Грибченко Ю.Н., Сапелко Т.В. Палеолитическая стоянка Елисевичи I: результаты полевых исследований 2010–2011 гг. // Радловский сборник. Научные исследования и музейные проекты МАЭ РАН в 2012 г. СПб.: МАЭ РАН, 2013. С. 80–90.

Хлопачев Г.А., Грибченко Ю.Н., Кулькова М.А., Сапелко Т.В. Позднепалеолитическая стоянка Елисевичи I: новые данные о возрасте и длительности существования // *Stratum plus*. Археология и культурная антропология. 2017. № 1. С. 41–58.

Ivy-Ochs S., Kerschner H., Kubik P.W., Schlüchter Ch. Glacier response in the European Alps to Heinrich Event 1 cooling: the Gschnitz stadial // *Journal of Quaternary Science*. 2006. Vol. 21. No. 2. P. 115–130.

Lima da Costa M., Kern D. Geochemical signatures of tropical soils with archaeological black earth in the Amazon, Brazil // *Journal of Geochemical Exploration*. 1999. No. 66. P. 369–385.

Liu T., Broecker W.S. Millennial-scale varnish microlamination dating of late Pleistocene geomorphic features in the drylands of western USA // *Geomorphology*. 2013. No. 187. P. 38–60.

Nesbitt H.W., Young G.M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major elements chemistry of lutites // *Nature*. 1982. No. 299. P. 715–717.

Nunez M.G. Archaeology through soil chemical analysis: an evaluation // *Helsingin yliopiston arkeologian laitoksen moniste*. 1977. No. 14. P. 74.

Santisteban J.I., Mediavilla R., Lyppez-Pamo E., Dabrio C.J., Zapata M.B.R., Garcia M.J.G., Castano S., Martinez-Alfaro P.E. Loss on ignition: a qualitative or quantitative method for organic matter and carbonate mineral content in sediments // *Journal of Paleolimnology*. 2004. No. 32. P. 287–299.

Weninger B., Jöris O. A 14C age calibration curve for the last 60 ka: the Greenland-Hulu U/Th timescale and its impact on understanding the Middle to Upper Paleolithic transition in Western Eurasia // *Journal of Human Evolution*. 2008. No. 55. P. 772–781.

Zech M., Zech R., Zech W., Glaser B., Brodowski S., Amelung W. Characterisation and paleoclimate of a loess-like permafrost palaeosol sequence in NE Siberia // *Geoderma*. 2008. No. 143. P. 281–295.