



УДК 902.2

Кіосак Д.В., Інститут археології НАНУ

Кіосак Дмитро Володимирович (1982 р.н.). Закінчив Одеський національний університет ім. І.І.Мечникова у 2004 р. Лаборант відділу археології Північно-Західного Причорномор'я Інституту археології НАН України.

Можливості калібрування радіовуглецевих датувань для пізньопалеолітичних стоянок Степового Причорномор'я

У статті вперше калібруються радіовуглецеві дати зі стоянок пізнього палеоліту степової зони України та дотичних територій. Автором застосовано кілька калібрувальних кривих і відзначено невідповідності між ними. Обговорюються проблеми і труднощі у побудові календарної хронології доби палеоліту. Визначено максимальну точність датування, досягну на сьогодні.

Paper is devoted to calibration of radiocarbon dates from the Upper Paleolithic sites of Ukrainian Steppe and adjacent territories. Author applies three newly established calibration curves and points on their discrepancies. The difficulties and pitfalls of calendar chronology building for Pleistocene times are discussed. The maximal possible accuracy of dating is defined.

Останнім часом радіовуглецевий аналіз перетворився з дорогого і непевного способу датування на звичну процедуру в ході вивчення пам'яток доби каменю та палеометалу. Кількість визначень стрімко зростає. Та й точність їх значно підвищилася – здебільшого завдяки впровадженню методу прискореної мас-спектрографії (AMS) [1]. Збільшення обсягу дат викликає необхідність в особливих способах їх обробки та співвіднесення з відносними хронологіями.

Дуже швидко по відкриттю В.Ф. Ліббі зчісувалось, що простого підрахунку вмісту С у зразку не досить для визначення часу його існування. Сьогодні навіть „наявний вік”, який подає лабораторія, – результат численних поправок та коригувань [2]. Але й він потребує виправлення з урахуванням змін концентрації радіоактивного

вуглецю в атмосфері. Історія калібрування – це історія постійних покращень та уточнень калібрувальних кривих.

Останнім часом було розроблено кілька калібрувальних кривих для пізнього плейстоцену. Г.Х. ван Андел 1998 року запропонував криву, що базується на відкладах з озера Суйгетцу, що нашарувалися щосезонно [3]. Майже одразу по тому було вказано на низку невідповідностей у наших відомостях щодо датування змін вмісту ^{14}C у атмосфері протягом фінгляціалу [4]. Проте незабаром було представлено ще дві криві – Р. Дж. Фейрбенкса зі співавторами та Б. Венінгера та О. Йоріса [5]. Останні детально врахували аргументацію критиків та розробили комп'ютерну програму для калібрування доголоценових дат. А нещодавно було затверджено нову

калібрувальну криву IntCal04, що продовжується до 26 тис. р. до н.д. і дозволяє аналізувати найпізніші палеолітичні дати [6].

Безумовно, ці криві протягом років ще будуть покращуватися та змінюватися – як було з голоценовими графіками. Проте, на нашу думку, саме їх використання має вказувати напрямки для поліпшення і удосконалення процедури калібрування. Крім того, застосувавши їх, ми зможемо собі уявити ступінь неточності у абсолютному датуванні пізнього палеоліту. Адже вжиток некаліброваних дат створює ілюзію менших похибок, ніж є насправді. Краще мати точнішу дату з більшими межами погрешностей, ніж неточну оцінку, близьку до точкової.

Мета цієї роботи – спробувати калібрувати дати для пізнього палеоліту степової зони України.

Наявна база дат значно збільшилася протягом останнього десятиріччя і наближається до дев'яноста визначень з понад чверть сотні стоянок. Безумовно, цього замало для створення надійної абсолютної хронології для періоду тривалістю у десятки тисяч років. Проте, не слід відмовлятися від їх використання на тій підставі, що їх замало або вони „недобрі”. Дорогу пройде той, хто хоча б пробує нею йти.

Для калібрування було застосовано програму CalPal. Ми провели цю процедуру за трьома наявними сучасними кривими: CALPAL 2005 SFCP, Fairbanks August 2005, INTCAL04. Результати, у вигляді інтервальних оцінок з рівнем ймовірності 0,95 (2 σ), зведені у табл. 1.

Таблиця 1

Калібровані дати пізньопалеолітичних стоянок Степового Причорномор'я [7]

Лаб. №	Конвенційна дата, BP	Похибка, SD	Калібрована дата, calBC, 2 σ		
			CALPAL 2005 SFCP	Fairbanks August 2005	INTCAL04
Кам'яна Балка II					
OxA-699	10900	400	11740 - 9740	11820 - 9740	11700 - 9740
OxA-778	13600	180	15460 - 14620	14670 - 13630	14740 - 1370
GIN-2940	15400	1200	19330 - 14130	19260 - 13340	19180 - 13420
GIN-2940	13200	500	15800 - 12360	15060 - 12220	15070 - 12190
GIN-2941	15350	550	17750 - 15590	17790 - 15230	17760 - 15120
GIN-2940a	12050	2100	17800 - 6840	17750 - 6750	17710 - 6750
GIN-7921	14800	400	16980 - 15300	17050 - 14770	17110 - 14710
GIN-7922	12700	700	15790 - 11070	14850 - 11210	14880 - 11160
GIN-3772	15100	700	17780 - 1506	17840 - 14320	17800 - 14360
GIN-3716	11400	1300	15570 - 7770	14790 - 7870	14830 - 7870
GIN-4024	10000	750	11570 - 7570	11570 - 7570	11580 - 7580
GrA-17349	15610	80	17080 - 16680	16980 - 16740	17070 - 16790
GrA-17937	15590	80	17070 - 16670	16960 - 16720	17060 - 16780
GrA-964	14850	80	16710 - 15950	16630 - 15910	16700 - 15740
Кам'яна Балка I					
AA-4797	14670	105	16240 - 15720	16210 - 15610	16250 - 15330
Амвросіївка, кістковище					
Le-1637	15250	150	16930 - 16130	16880 - 16240	17040 - 16080
Le-1805	20620	150	23490 - 21890	23640 - 21880	23830 - 21910
Le-3403	21500	340	24260 - 23300	24180 - 23580	24390 - 23630
OxA-4890	18700	240	20970 - 19810	20790 - 19870	20790 - 19710
OxA-4891	18860	220	21230 - 20190	20950 - 20150	20920 - 20040
OxA-4892	18700	220	20900 - 19860	20740 - 19940	20730 - 19810
OxA-4893	18620	220	20780 - 19780	20700 - 19780	20700 - 19580
OxA-4894	18220	200	20570 - 19490	20410 - 19250	20350 - 19070
OxA-4895	18660	220	20820 - 19820	20730 - 19850	20720 - 19680
Ki-9704	18040	200	20510 - 18830	20230 - 18990	20220 - 18780
Ki-9705	18350	200	20630 - 19590	20510 - 19430	20460 - 19220

Продовження таблиці 1

Калібровані дати пізньопалеолітичних стоянок Степового Причорномор'я [7]

Лаб. №	Конвенційна дата, BP	Похибка, SD	Калібрована дата, calBC, 2 σ		
			CALPAL 2005 SFCP	Fairbanks August 2005	INTCAL04
Ki-9706	18240	200	20580 -19500	20430 -19270	20370 -19090
Ki-9709	17800	200	20010 -18530	19840 -18560	19740 -18500
Ki-10307	15900	200	17570 -16810	17560 -16760	17570 -16810
Амвросіївка, стоянка					
Ki-9707	18450	200	20660 -19660	20570 -19570	20560 -19320
Ki-9708	18700	200	20860 -19900	20700 -20020	20680 -19880
Анетівка II					
Le-4066	18265	1650	23850 -16170	23760 -16120	23900 -16100
Le-2424	18040	150	20230 -19390	20090 -19130	20120 -18880
Le-2947	19170	120	21630 -20390	21440 -20400	21320 -20360
Le-2624	24600	150	28300 -27220	28490 -25890	-
Le-4610	19090	980	23200 -18560	23220 -18380	23380 -18260
Міра I					
Ki-8152	27600	370	31520 -28920	30850 -29810	-
Ki-8153a	27200	380	30670 -28870	30570 -29570	-
Ki-8154	27300	390	31080 -28800	30660 -29620	-
Ki-8158	27050	350	30010 -28970	30440 -29520	-
Ki-10283	26610	400	29570 -28690	30240 -29160	-
Ki-10284	27080	400	30390 -28870	30520 -29480	-
Ki-8381	28450	1100	34050 -28610	33880 -29280	-
GrA-20019	26590	490/460	29700 -28570	30330 -29060	-
Міра II/1					
Ki-8155	26800	390	29670 -28870	30340 -29300	-
Ki-10346	27160	390	30590 -28870	30570 -29530	-
GrA-20020	27830	580/540	32310 -28900	31820 -29680	-
Міра II/2					
Ki-8156	27200	360	30540 -28900	30550 -29590	-
Ki-8201	27510	400	31490 -28850	30820 -29740	-
GrA-20033	27750	590/550	32250 -28840	31650 -29640	-
Мураловка					
Le-1601	19630	200	22210 -20730	22140 -20700	22140 -20700
Le-1438	18780	300	21380 -19740	21140 -19780	21090 -19650
Золотівка					
GIN-1968	17400	700	20600 -17200	20550 -17150	20480 -17160
GIN-8002	13600	1000	17110 -11510	17060 -11500	17070 -11430
Сагайдак					
Le-1602a	21240	200	24160 -22840	24100 -23060	24310 -23190
Le-1602b	20300	200	23020 -21740	22810 -21850	22900 -21860
Ліски					
Le-2946	19200	200	21700 -20380	21730 -20330	21600 -20280
Le-4456	23770	1540	29760 -22800	30200 -22840	-
Дмитрівка					
Ki-5826	16520	95	18040 -17480	17900 -17500	17990 -17470
Леонтіївка					
Ki-6201	12150	90	12640 -11840	12250 -11930	12280 -11840
Вознесенка IV, н.ш.					

Продовження таблиці 1

Калібровані дати пізньопалеолітичних стоянок Степового Причорномор'я [7]

Лаб. №	Конвенційна дата, BP	Похибка, SD	Калібрована дата, calBC, 2 σ		
			CALPAL 2005 SFCP	Fairbanks August 2005	INTCAL04
Вознесенка IV, н.ш.					
Ki-6359	16900	100	18560 -17840	18370 -17850	18360 -17840
Вознесенка IV, осн.ш.					
Ki-6358	19400	80	21680 -20760	21680 -20720	21620 -20620
Нововладимирівка II					
Ki-6203	19340	95	21660 -20660	21650 -20610	21550 -20550
Солоне озеро Ia					
Ki-6357	12700	60	13370 -12970	13140 -12820	13250 -12810
Солоне озеро VI					
Ki-6206	13030	70	14680 -13320	13560 -13200	13710 -13190
Ki-6202	12890	100	14560 -12920	13470 -12950	13560 -13000
Солоне озеро IX					
Ki-5825	13460	80	15270 -14790	14160 -13720	14340 -13740
Солоне озеро IXa					
Ki-6360	14800	80	16440 -15880	16620 -15820	16680 -15600
Федорівка, шар 2					
Ki-10354	15200	110	16820 -16140	16770 -16410	16970 -16090
Федорівка, шар 1					
Ki-10355	14600	110	16240 -15600	16150 -15430	16180 -15180
Ями					
Ki-10356	19300	180	21730 -20490	21770 -20450	21680 -20400
Говоруха					
Ki-10357	20190	180	22640 -21680	22500 -21820	22670 -21790
Рогалик VII					
Ki-8476	11400	140	11670 -11030	11750 -11030	11590 -11070
Бірюча Балка II:3					
Beta-183589	31560	200	35150 -34030	35400 -34120	-
Beta-177776	26390	200	29350 -28790	29890 -29250	-
Бірюча Балка II:3a					
Beta-183588	26630	230	29430 -28950	30060 -29380	-
Бірюча Балка I:3					
Beta-183587	36000	280	40310 -39350	40130 -38650	-
Іллінка					
Ki-11681	27500	210	30590 -29110	30570 -29930	
Печера Нордмана	26930	980	32300 -27740	31620 -27900	
Велика Аккаржа					
Ki-11307	19200	200	21700 -20380	21730 -20330	21600 -20280
Ki-11340	19055	200	21620 -20300	21500 -20220	21360 -20160
Ki-11306	18760	210	21010 -19970	20760 -20080	20750 -19950

Різні калібрувальні криві дають відмінні результати. Якщо для часів голоцену вони майже

повністю ідентичні, то у плейстоцені хід графіків сильно відрізняється (рис. 1).

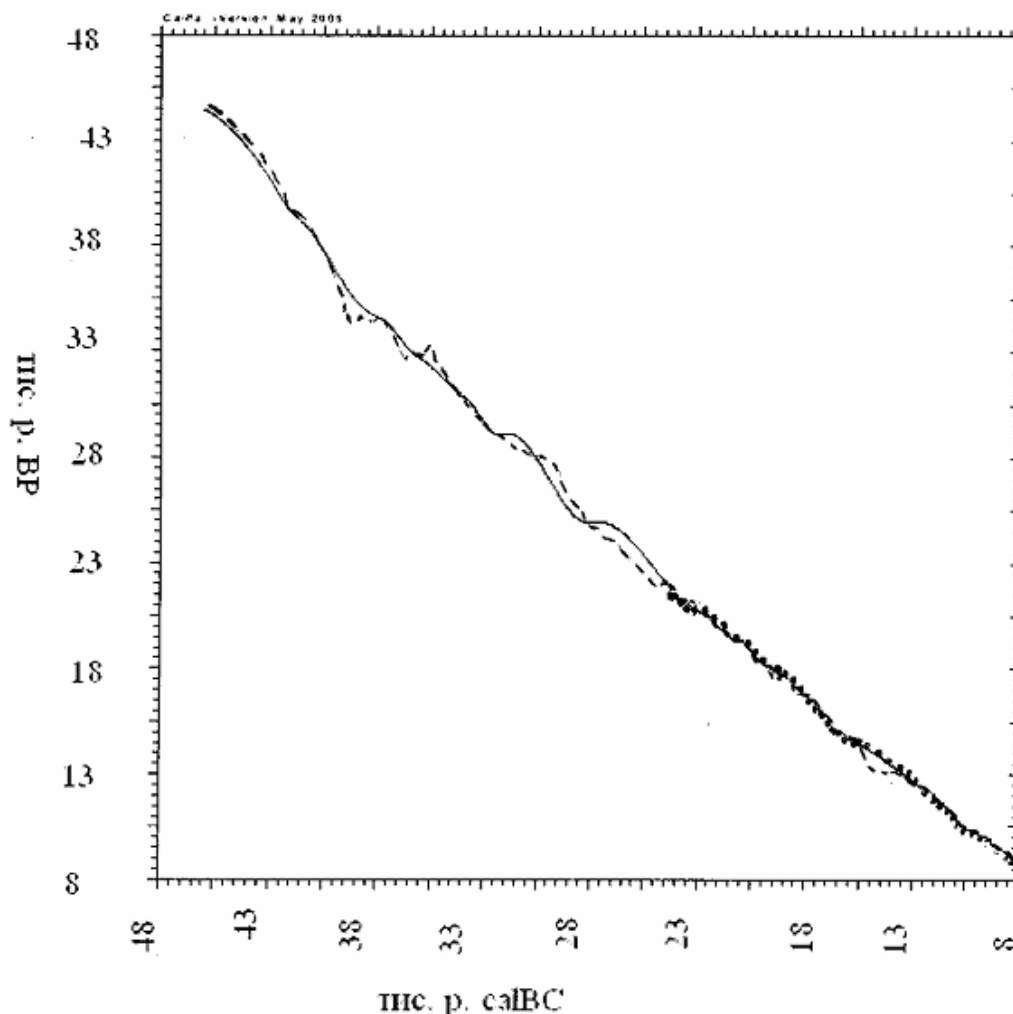


Рис. 1. Калібрувальні криві (ділянка 8-48 тис. р. ВР). Крапками – INTCAL04, пунктиром – CALPAL 2005 SFCP, суцільною лінією – Fairbanks August 2005

Неспівпадіння кривих походить як від різних вихідних наборів даних, за якими їх побудовано, так і від різних методів їх формування.

На ділянці 11-13 тис. р. ВР крива CALPAL 2005 SFCP лежить нижче двох інших і проходить під гострішим кутом до вісі абсцис. А отже її вжиток призводитиме до менших дат calBC (приблизно на 500 років) та більших інтервальних значень (дивись, наприклад, дати Ki-6357, Ki-6206, Ki-6202, Ki-6202, Ki-5825, OxA-778, GIN-2940, GIN-7921, GIN-7922). У межах 16-21 тис. р. ВР криві хоч і не співпадають повністю, проте настільки значних відхилень не відзначено. Загалом графік CALPAL 2005 SFCP найменш гладкий з усіх, а отже намагається відобразити менші за часовою тривалістю коливання вмісту ^{14}C у атмосфері. На проміжку 21-48 тис. р. ВР відмінності між кривими значні і розмаїті. Точність їх зменшується і різнобій у результатах зростає. Безумовно, різницю між графіками слід враховувати, цитуючи наслідки калібрування.

Внаслідок переходу до календарних дат по-

хибки стають більшими. Проте, інтервал-наслідок калібрування краще відображає об'єктивну реальність ніж конвенційна дата. Такий проміжок вказує на ступінь нашої невизначеності щодо того, коли саме відбулася подія. Намагання штучно його зменшити спотворюють дійсність [8]. Згорання визначення до точкової оцінки має значення лише як засіб унаочнення, а в разі сутнісного аналізу повинен враховуватися увесь відрізок, в якому можливо мав місце факт. Дата-відрізок має більшу погрішність, ніж точкова, але вона – точніша (тобто ближча до справжнього стану речей).

Некалендарні датування з похибкою, більшою 500 років, при калібруванні переходять у проміжки тривалістю в тисячі років – тобто фактично нічого не датують. Аналіз результатів, наведених у таблиці 1, показує, що реалістична оцінка часу певної події має охоплювати 600-700 років. Для того, щоб її одержати, потрібно визначити первинну дату з погрішністю, не більшою за 100-120 років.

До того ж, були періоди („плато”), коли концентрація ^{14}C у атмосфері тимчасово збільшувалася так, що організми одержували більшу кількість атомів вуглецю. Відповідно, зараз здається, що їх рештки одночасні зі зразками, які насправді молодші – іноді на тисячі років. Отже, у такі часи радіокарбонний метод даватиме однакові визначення для проб різного віку. Коли наявний вік опиняється у такому інтервалі, похибка значно збільшується – фактично до меж самого „плато”.

Тому спроба віднести стоянку лише на підставі радіовуглецевої дати до певного етапу фінгляціалу (бьолінгу, алереду та ін.), які тривали, як правило, відносно недовго – методично некоректна. У більшості випадків наявна точність датування не дозволяє цього робити з повною певністю. Необхідна кореляція даних абсолютного датування з відомостями, одержаними іншими шляхами, – перш за все, завдяки археологічному дослідженню пам’ятки та її колекції.

Невизначеність часто намагаються зменшити серійним датуванням об’єкту. Повторний аналіз часто дає інший результат, і постає проблема вибору з кількох показників. Серії дат охоплюють великі проміжки часу, деякі з них значно відстоять від основної сукупності визначень, часто виділяють значно відмінні групи дат. Така ситуація пояснюється двома основними способами. Деякі автори схильні припускати, що розбіжності між датами – реальні, а, отже, відображають набагато довшу тривалість використання площі стоянку – у кілька тисячоліть [9]. Інші вчені вважають таке розмаїття визначень спричиненим випадковими факторами.

Саме виходячи з другого підходу, П.М. Долуханов зі співавторами запропонували наступну послідовність дослідження такого набору датувань [10].

Спершу з’ясовують, чи є дати статистично одночасними. Якщо є достатні підстави припускати, що тривалість існування комплексу була значно менша за похибку радіокарбонного датування, то всі аналізи за ^{14}C мають утворювати нормальний (Гаусів) розподіл. Тобто їх відмінності обумовлені випадковими факторами, а не походять від різниці у віці проб. У разі, якщо це справді так, вони вважаються статистично одночасними. Чи є розподіл нормальним у статистиці звичайно перевіряють за допомогою критерію хі-квадрат [11]. Саме цей критерій і застосовують у більшості випадків для перевірки одночасності групи дат.

Неодночасні відкидають, решту комбінують. Комбінуванням дат можна послуговуватися лише тоді, коли визначення були зроблені за тим

самим зразком, або є вагомі підстави вважати, що вони стосуються однієї короткотривалої події. У наслідку одержимо усереднений розподіл з меншими значеннями похибки ніж у початкових датувань. Археологічним прикладом може бути поховання, за матеріалами якого проведено кілька аналізів. Їх комбінування може значно підвищити точність датування.

Проте, щодо пізнього палеоліту, тривалість існування стоянок та окремих їх структурних елементів – дискусійна проблема. Зокрема, здається, припущення про короткочасність палеолітичних жителів не досить добре обґрунтоване у згаданій праці.

Тому, скоріш за все, треба шукати інших шляхів поліпшення датування палеолітичних комплексів – здебільшого завдяки глибокому вивченню контексту, з якого брали пробу на датування та поєднання різних методів: як природничих наук, так і власне археологічних.

Палеокліматичні реконструкції пізнього плейстоцену спираються у більшості випадків на некалібровану часову шкалу. Календарний вік кліматичних подій та процесів визначено для атлантичної ділянки північної півкулі у ході вивчення кернів з льодовиків Гренландії. Проте, їх застосовність до нашого регіону небезсумнівна. Тим не менш, окремі події вважаються такими, що мали глобальне значення і відбулися майже одночасно на всій земній кулі [12]. Йдеться про максимум останнього гляціалу (біля 19 тис. р. calBC або точніше 21-17 тис. р. calBC) [13] та початок голоцену (9550 ± 90 calBC – керн GRIP, 9640 ± 250 calBC – керн GISP 2) [14].

Таким чином, за наявними каліброваними датами до стоянок доби максимуму останнього зледеніння можна з відносно значною ймовірністю віднести Амвросіївку, Анетівку II та Муралівку.

Отже, калібрування радіовуглецевих датувань з плейстоценових стоянок – один з найкоротших шляхів до побудови абсолютної хронології пізнього палеоліту. У застосуванні цього методу у практиці вивчення пам’яток цієї доби існує низка труднощів та „підводних каменів”. Відзначено розбіжності між різними калібрувальними кривими. Точність одержаних дат обмежена. Серії дат погано збігаються. Немає регіональної календарної палеокліматичної шкали, з якою можна було корелювати датовані археологічні об’єкти. Все ж таки, калібрування пізньопалеолітичних дат уявляється корисним – перш за все, як реальна оцінка похибок абсолютного датування на сучасному рівні знання.

Література

1. Currie L.A. The Remarkable Metrological History of Radiocarbon Dating [II] // Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. – 2004. – Vol. 9. – N. 4. – P. 185-217.
2. Stuiver M., Polach H.A. Discussion: Reporting of Radiocarbon Dates // Radiocarbon. – 1977. – N. 19 (3). – P. 355-363.
3. Andel T.H., van. Middle and Upper Paleolithic environments and the calibration of 14C dates beyond 10,000 BP // Antiquity. – 1998. – N. 72. – P. 26-33.
4. Plicht J. van der Radiocarbon calibration for the Middle/Upper Paleolithic: a comment // Antiquity. – 1999. – 73. – P. 119-123.
5. Jöris O., Weninger B. Extension of the 14C calibration curve to ca. 40,000 cal BC by synchronizing Greenland 18O/16O ice core records and North Atlantic foraminifers profiles: a comparison with U/Th coral data. // Radiocarbon. – 1998. – N. 40(1). – P. 495-504. Fairbanks R.G., Mortlock R.A., Tzu-Chien Chiu, Li Cao, Kaplan A, Guilderson T.P., Fairbanks T.W., Bloom A.L., Grootes P.M., Nadeau M-J. Radiocarbon calibration curve spanning 0 to 50,000 years BP based on paired 230Th/ 234U/ 238U and 14C dates on pristine corals // Quaternary Science Reviews. – 2005. – N. 24. – P. 1781-1796.
6. Reimer P.J., Baillie M.G.L., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Bertrand C.J.H., Blackwell P.G., Buck C.E., Burr G.S., Cutler K.B., Damon P.E., Edwards R.L., Fairbanks R.G., Friedrich M., Guilderson T.P., Hogg A.G., Hughen K.A., Kromer B., McCormac F.G., Manning S.W., Ramsey C.B., Reimer R.W., Remmele S., Southon J.R., Stuiver M., Talamo S., Taylor F.W., van der Plicht J., Weyhenmeyer C.E. IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 26-0 ka BP // Radiocarbon. – 2004. – N. 46. – P. 1029-1058.
7. Станко В.Н., Свеженцев Ю.С. Хронология и периодизация позднего палеолита и мезолита Северного Причерноморья // БКИЧП. – 1988. – №57. – С. 116-120. Кротова О.О. Проблемы датирования та періодизації пам'яток степової зони доби верхнього палеоліту // КДУ. – 2003. – Вип. 4. – С. 183-198. Сапожніков І. Хронологія і періодизація пізнього палеоліту Східної Європи // Матеріали і дослідження з археології Прикарпаття і Волині. – 2005. – Вип. 9. – С. 14-31.
8. Plicht J., van der The Groningen radiocarbon calibration program // Radiocarbon. – 1993. – N. 35(1). – P. 231-237.
9. Сулержицкий Л.Д. Время существования некоторых позднепалеолитических поселений по данным радиоуглеродного датирования костей мегафауны // РА. – 2004. – №3.
10. Dolukhanov P., Sokoloff D., Shukurov A. Radiocarbon Chronology of Upper Paleolithic Sites in Eastern Europe at Improved Resolution // Journal of Archaeological Science. – 2001. – №28. – P. 699-712.
11. Наприклад, Турчин В.М. Математична статистика. Посібник. – К.: ВЦ „Академія”, 1999. – С. 125-137.
12. Alley R.B. Ice-core evidence of abrupt climate change // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2000. – Vol. 97. – 4. – P. 1331-1334.
13. North Greenland Ice Core Project members High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period // NATURE. – 2004. – VOL. 431. – 9 SEPTEMBER. – P. 147-151.
14. Goslar T., Arnold, Pazdur M.F. The younger dryas cold event – was it synchronous over the north Atlantic region? // Radiocarbon. – 1995. – Vol. 37. – N. 1.

Надійшла до редколегії 05.09.2006 р.