

## ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ВРЕМЕНИ СУЩЕСТВОВАНИЯ ОПОРНЫХ ПАМЯТНИКОВ ВОСТОЧНОГО ГРАВЕТТА НА РУССКОЙ РАВНИНЕ

© 2018 г. Н. Е. Зарецкая\*, К. Н. Гаврилов\*\*,  
А. В. Панин\*\*\*, Р. И. Нечушкин\*

\* Геологический институт РАН, Москва, Россия  
(n\_zaretskaya@inbox.ru; nechrom@yandex.ru)

\*\* Институт археологии РАН, Москва, Россия (k\_gavrilov.68@mail.ru)

\*\*\* Институт географии РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия (a.v.panin@yandex.ru)

Поступила в редакцию 10.01.2017 г.

Статья посвящается памяти Л.Д. Сулержицкого

В статье представлены история развития представлений о соотношении радиоуглеродной и археологической хронологий, а также результаты проведенной впервые статистической обработки больших массивов радиоуглеродных дат, полученных в течение длительного времени в разных лабораториях для следующих стоянок восточного граветта: Костенки 1 (слой 1), Авдеево, Зарайск и Хотылево 2. Выделены хронологические эпизоды заселения памятников, отражающие, по-видимому, многоступенчатое (или поэтапное) накопление культурного слоя. Установлено, что применение статистической обработки массивов радиоуглеродных дат целесообразно вместе с изучением микростратиграфии и в целом пространственной структуры изучаемого памятника, так как в этом случае может проводиться и взаимная верификация результатов.

*Ключевые слова:* геохронология, археология, радиоуглеродный и календарный возраст, стоянки, восточный граветт, костенковско-авдеевская культура.

Проблема соотношения геохронологических данных (полученных в результате инструментальных измерений возраста тех или иных геологических отложений, в которые входит и материал культурных слоев археологических памятников) и археологических представлений о хронологии и периодизации эпох, культур и времени существования отдельных памятников палеолита является одной из “наболевших” проблем современных наук о Земле и человеке. Увеличение количества определений радиоуглеродного возраста верхнепалеолитических стоянок Восточно-Европейской равнины, произошедшее за последние полвека, привело в ряде случаев к ситуации, когда представления археологов о времени существования того или иного поселения вошли в противоречие с данными, полученными в результате радиоуглеродного датирования. Как только серия дат приближалась к первому десятку, разброс значений выходил за рамки статистической погрешности и давал исследователю основания для определенной их хронологической группировки. Эта ситуация вызвала

дискуссию относительно природы данного явления.

Очевидно, что камнем преткновения в данном случае стал именно вопрос о существовании одного и того же поселения на протяжении времени до нескольких тысяч лет. Зачастую это приводило к тому, что из массива радиоуглеродных дат, полученных для какого-либо памятника, выбрасывались даты “неправильные” (археолог А.В. Волокитин даже придумал специальный термин для таких дат – “невменяемые даты”), т.е. не соответствовавшие представлениям археологов о возрасте памятника, и, наоборот, оставались “правильные даты”, этому возрасту соответствовавшие. Критерии отбора дат, таким образом, были в большей степени интуитивными, нежели опирались на логические построения. В то же время вместе с продолжавшимся накоплением и разрастанием массива радиоуглеродных дат шло поступление новых данных о стратиграфии и микростратиграфии памятников. В результате учет археологического контекста приводил к пересмотру “неправильных” дат,

которые неожиданно вдруг оказывались “правильными”, укладываясь в новые схемы, выстроенные археологами.

В последние десятилетия дискуссия между археологами и геохронологами то утихала, то активизировалась. По-видимому, это было связано как с определенными этапами накопления археологической информации, так и увеличением количества радиоуглеродных дат, сначала для определенного памятника, потом для определенного слоя каждого памятника и даже отдельного объекта. Сейчас дискуссия вступает в очередной период активизации, и эта публикация – закономерное тому подтверждение.

*История вопроса.* Одной из первых обратилась к обсуждению этого вопроса Л.В. Грехова (1990), отметив, что наиболее интересные результаты дают анализы серий дат, и предложив детально проанализировать растянутый во времени массив из 11 дат со стоянки Елисеевичи I, объединив их в три хронологические группы, сопоставляющиеся с конкретным археологическим материалом. Были выдвинуты следующие объяснения хронологических hiatus внутри массивов дат: 1) существование на одной площадке разновременных поселений; 2) использование более древних предметов в более позднее время. В своей последней статье Л.В. Грехова предприняла попытку вычленив этапы накопления культурного слоя/слоев Елисеевичской стоянки, опираясь уже на сугубо археологические и стратиграфические критерии (Грехова, 2014).

Другой взгляд на данную проблему был предложен Н.А. Кренке и Л.Д. Сулержицким в работе “Археология и реальная точность радиоуглеродного метода” (1992). Здесь рассматривались полученные к тому времени серии дат со стоянок Авдеево и Костенки I (верхний слой), о возрасте и времени существования которых уже имелись независимые археологические представления. Было показано, что разброс дат для позднепалеолитических стоянок может превышать доверительный интервал измерений в 2.4–3.5 раза и составлять 2200–2600 лет. Авторы предположили, что если разброс дат превышает 2–3 тыс. лет для стоянок позднего палеолита, то можно говорить о нескольких этапах функционирования памятника, смешивании разновозрастного материала, если не превышает – то нет. Однако при отборе серий дат для анализа не анализировался ни сам характер их разброса, ни археологический контекст.

Дискуссию продолжили А.А. Сеницын с соавторами (Сеницын и др., 1997) в коллективной монографии, посвященной радиоуглеродной хронологии палеолита. Касательно хронологии палеолита

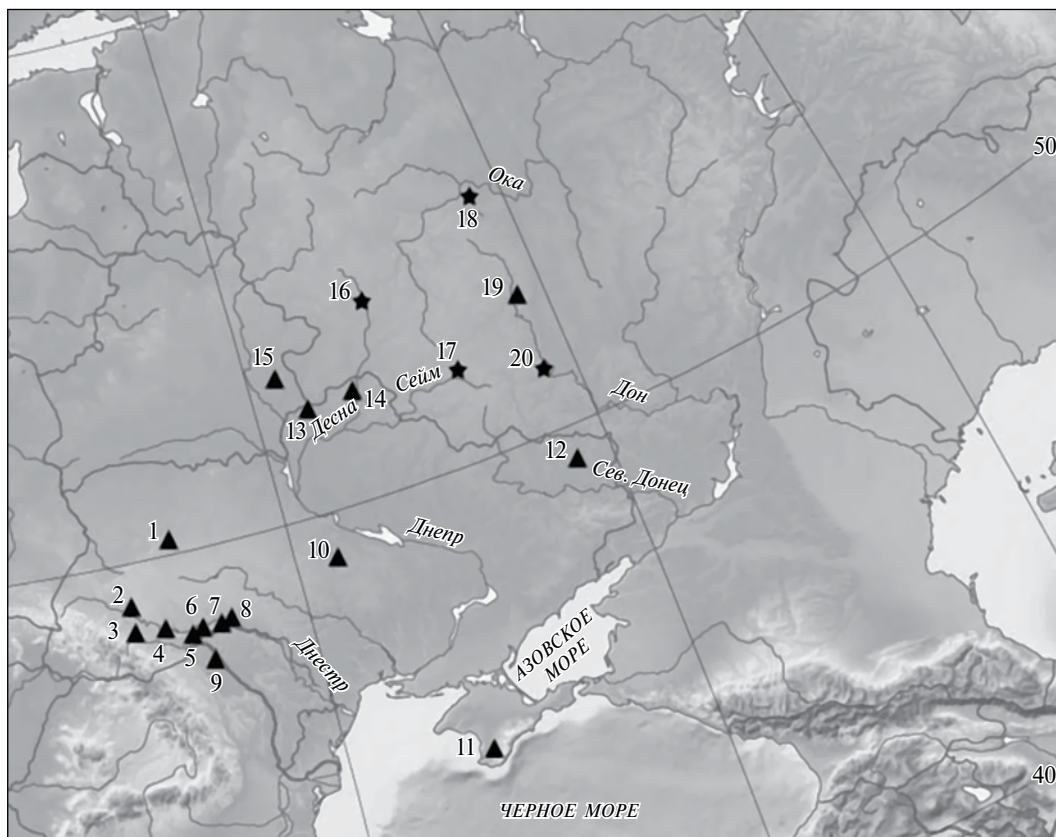
бассейна Среднего Дона отмечалось, что “разброс радиоуглеродных датировок всех без исключения стоянок значительно превышает допустимые представления о длительности обитания человека на одном поселении” (Сеницын и др., 1997. С. 33). При этом авторы признают, что сами поселения достигали огромных размеров; кроме того, планиграфическое распределение радиоуглеродных дат стоянки Костенки I (сл. 1) (Сеницын и др., 1997. С. 32. Рис. 3) давало основание для постановки вопроса о длительном существовании этого памятника.

Следует отметить, что с течением времени А.А. Сеницын изменил подходы к интерпретации результатов радиоуглеродного датирования Костенок. В одной из недавних работ он отмечает, что калиброванные серии дат более наглядно могут фиксировать этапы заселения стоянок, чем некалиброванные (Сеницын, 2014). Тем не менее автор продолжает считать недостоверным существующий разброс дат для одного культурного слоя.

Л.Д. Сулержицкий высказывал идею о том, что палеолитические стоянки являлись местами, по тем или иным причинам предпочтительными для древних людей, могли заселяться неоднократно в течение длительного времени, и в закономерностях распределения дат прослеживаются определенные этапы (Сулержицкий, 1997, 2004; Праслов, Сулержицкий, 1999). В работах Л.Д. Сулержицкого массивы обсуждаемых дат приводились целиком: «Представляется, что в массиве могли бы присутствовать невалидные даты, полученные по образцам, спутанным при отборе, хранении, на стадиях прохождения лабораторной подготовки, измерения и т.п. Однако обнаружить их пока не удается, кроме... “спутанных” еще древними людьми» (Сулержицкий, 2004. С. 107).

В то же время предпринята математическая обработка массивов некалиброванных дат со стоянок Авдеево, Сунгирь и Мальта (Соколов и др., 2004). По результатам проведенного анализа выделено сравнительно короткое время “расцвета” стоянок и сравнительно длительное “время активности”. Подобная интерпретация полученных результатов может рассматриваться как некий компромисс между подходами Л.В. Греховой и А.А. Сеницына.

Со стороны археологов на близких к Л.Д. Сулержицкому методологических позициях стоит Х.А. Амирханов. В монографии о Зарайской стоянке (Амирханов, 2000) им детально изложен подход к интерпретации большого массива разновременных дат, накопленного к моменту ее написания. Особо подчеркивается, что при интерпретации дат во главу угла ставятся собственно



**Рис. 1.** Распространение памятников восточного граветта на территории Восточной Европы. 1 – Збитенка; 2 – Межгорцы; 3 – Замостье I; 4 – Дорошиовици III; 5 – Оселивка I; 6 – Вороновица 1, Бабин 1; 7 – Молодова 1, 5; 8 – Кормань 4; 9 – Миток-Малу Галбен; 10 – Трояново 4; 11 – Сюрень 1; 12 – Ямы; 13 – Клюсы; 14 – Пушкари I; 15 – Бердыж; 16 – Хотылево 2; 17 – Авдеево; 18 – Зарайск; 19 – Гагарино; 20 – Костенки 1, сл. 1, Костенки 4, Костенки 8, сл. 2, Костенки 13, Костенки 18, Костенки 21, сл. 3, Борщево 5. Звездочками отмечены стоянки, массивы радиоуглеродных дат которых анализируются в статье, в том числе № 20 – Костенки 1, сл. 1.

**Fig. 1.** East Gravettian sites in Eastern Europe. Marked with an asterisk are the sites the arrays of radiocarbon dates from which are analyzed in the present article, including № 20 – Kostenki 1, layer 1

стратиграфические показатели и в целом археологический контекст, а не даты. Группы дат дифференцируются по выделяемым слоям и более дробным культурно-стратиграфическим уровням. Исследования Зарайской стоянки позволили показать, что пространственная организация этого памятника радикально менялась с течением времени, фактически отражая смену одного типа поселения другим (Амирханов, 2000, 2009), и становилась допустимой длинная хронология.

Г.П. Григорьев и вслед за ним Е.В. Булочникова, опираясь на материалы стоянки Авдеево (Булочникова, Григорьев, 2005; Булочникова, 2008), придерживались диаметрально противоположной точки зрения, сходной с мнением А.А. Синицына. Она состояла в утверждении относительной одновременности всех структурных элементов стоянок костенковско-авдеевского типа (при разбросе дат до первых тысяч  $^{14}\text{C}$ -лет), подтвержденной не только

археологическими, но и стратиграфическими данными. Тем не менее на профиле западной стенки траншеи, разрезавшей в 1972 г. новый комплекс Авдеевской стоянки в поперечном направлении, можно видеть, что культурный слой расслаивается на прослойки (Гвоздовер, 1972. Л. 40). По мнению авторов раскопок, они имеют локальное распространение и не позволяют вычлнить разные уровни (или этапы) накопления, за исключением заполнения ям. Однако на уже упомянутом профиле можно видеть и ямы, перекрытые несколькими слоями.

Таким образом, часть исследователей считает, что группы дат отражают различные этапы заселения и/или жизнедеятельности людей на том или ином участке поселений. Сторонники этой точки зрения полагают, что существует определенное соответствие между данными радиоуглеродного датирования изучаемых ими памятников, с одной

стороны, и данными о стратиграфии и планиграфии культурного слоя или слоев этих же памятников – с другой. Сторонники другой точки зрения считают, что разброс радиоуглеродных дат в ряде случаев входит в противоречие с их археологическим контекстом и, возможно, связан с особенностями метода определения возраста образцов.

В последние годы существенно дополнились серии дат для стоянки Хотылево 2 – памятника со сложно структурированным в пространстве культурным слоем. Новые радиоуглеродные даты заставили пересмотреть принятую в 1990-е годы точку зрения о более раннем возрасте Хотылевской стоянки по сравнению с памятниками костенковско-авдеевской культуры (ср. Аникович, 1998; Гаврилов, 2005). Поэтому целесообразно “вернуться к вопросу” и провести сравнительный анализ массивов дат Хотылево 2, а также других стоянок восточного граветта – Зарайска, Авдеево и Костенки 1, сл. 1 (рис. 1). Поскольку собственно археологические данные о контексте имеющихся в нашем распоряжении определений радиоуглеродного возраста неоднократно рассматривались в разных публикациях, в данной работе акцент сделан на статистической обработке дат и дана оценка возможностям таких исследований для археологии и хронологии позднего палеолита.

*Объект исследований.* Памятники восточного граветта на Русской равнине имеют длительную историю изучения. Для большинства из них получены небольшие массивы радиоуглеродных дат. Почти все стоянки, кроме второго слоя Костенок 8, относятся к пост-брянскому времени, период их бытования – первая половина позднего валдая. Культурное разнообразие восточного граветта велико, как и разнообразие пространственной организации конкретных стоянок и поселений; характерная черта поселений костенковско-авдеевской культуры – присутствие нескольких типов углубленных объектов: глубоких очагов так называемой основной линии, “землянок” и “краевых ям”. Наоборот, для Хотылево 2 характерны неглубокие и достаточно крупные по диаметру ямы блюдцеобразной в плане формы. На этом же памятнике зафиксированы специфические группы преднамеренно уложенных костей мамонта: черепов, лопаток и тазовых.

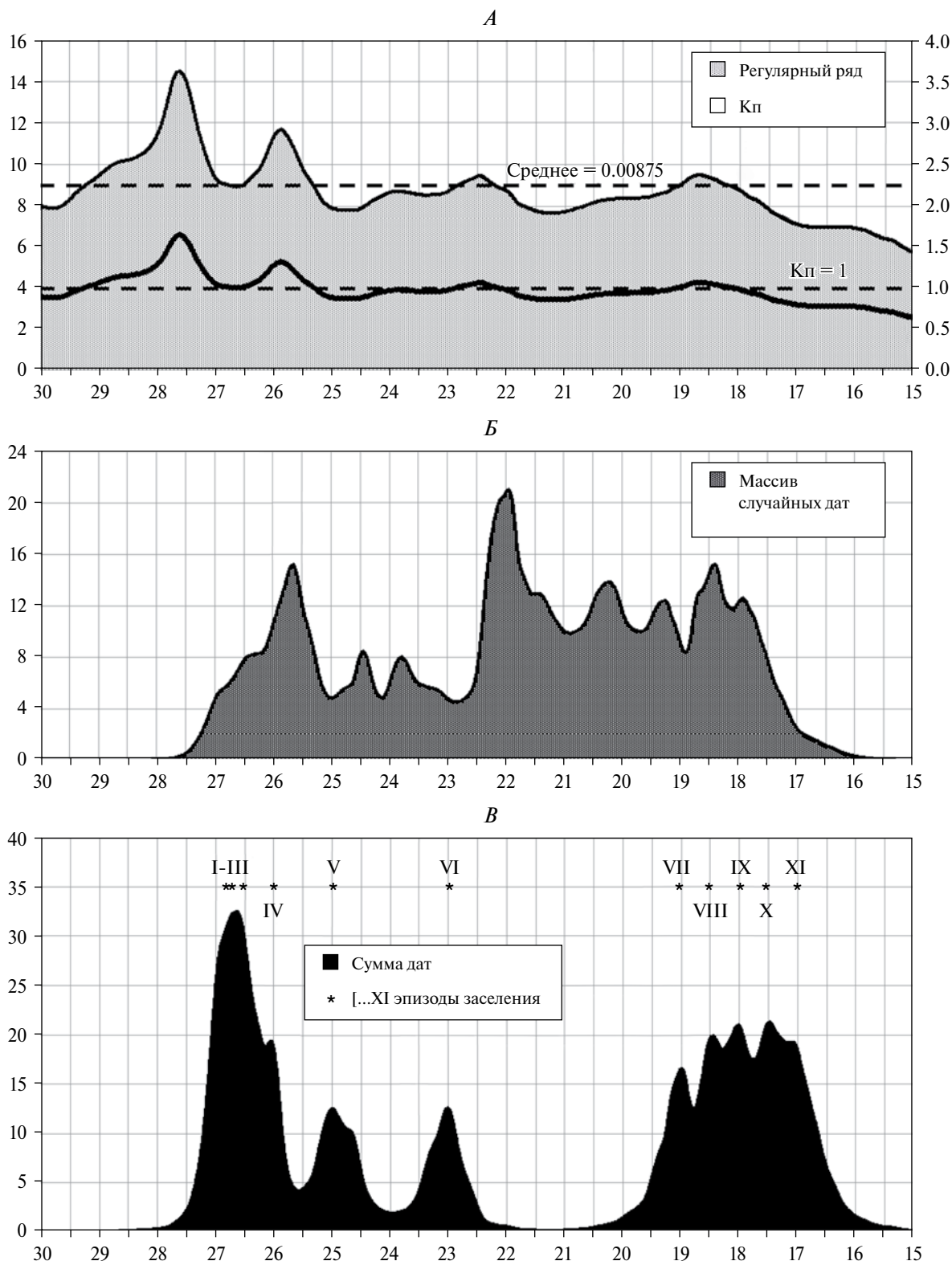
Здесь проводится сопоставление хотылевского и костенковско-авдеевского массивов данных. С одной стороны, эти памятники отличаются друг от друга технико-типологическими характеристиками основных категорий материальной культуры, пространственной организацией поселений и, что особенно важно в данном случае, мощностью

и стратиграфической сложностью культурных слоев. С другой стороны, массивы радиоуглеродных дат, полученные для этих стоянок, достаточны для их статистической обработки и могут быть проанализированы с учетом археологического контекста датированных образцов.

*Методика.* Радиоуглеродные даты, использованные для статистической обработки, собраны в основном из уже имеющихся публикаций (Гвоздовер, Сулержицкий, 1979; Сеницын и др., 1997; Амириханов, 2000; Сулержицкий, 2004; Гаврилов, 2008, 2015). Затем все данные, имевшиеся для полученных дат, были проверены по журналам радиоуглеродной лаборатории (подразделение лаборатории геохимии изотопов и геохронологии) Геологического института РАН.

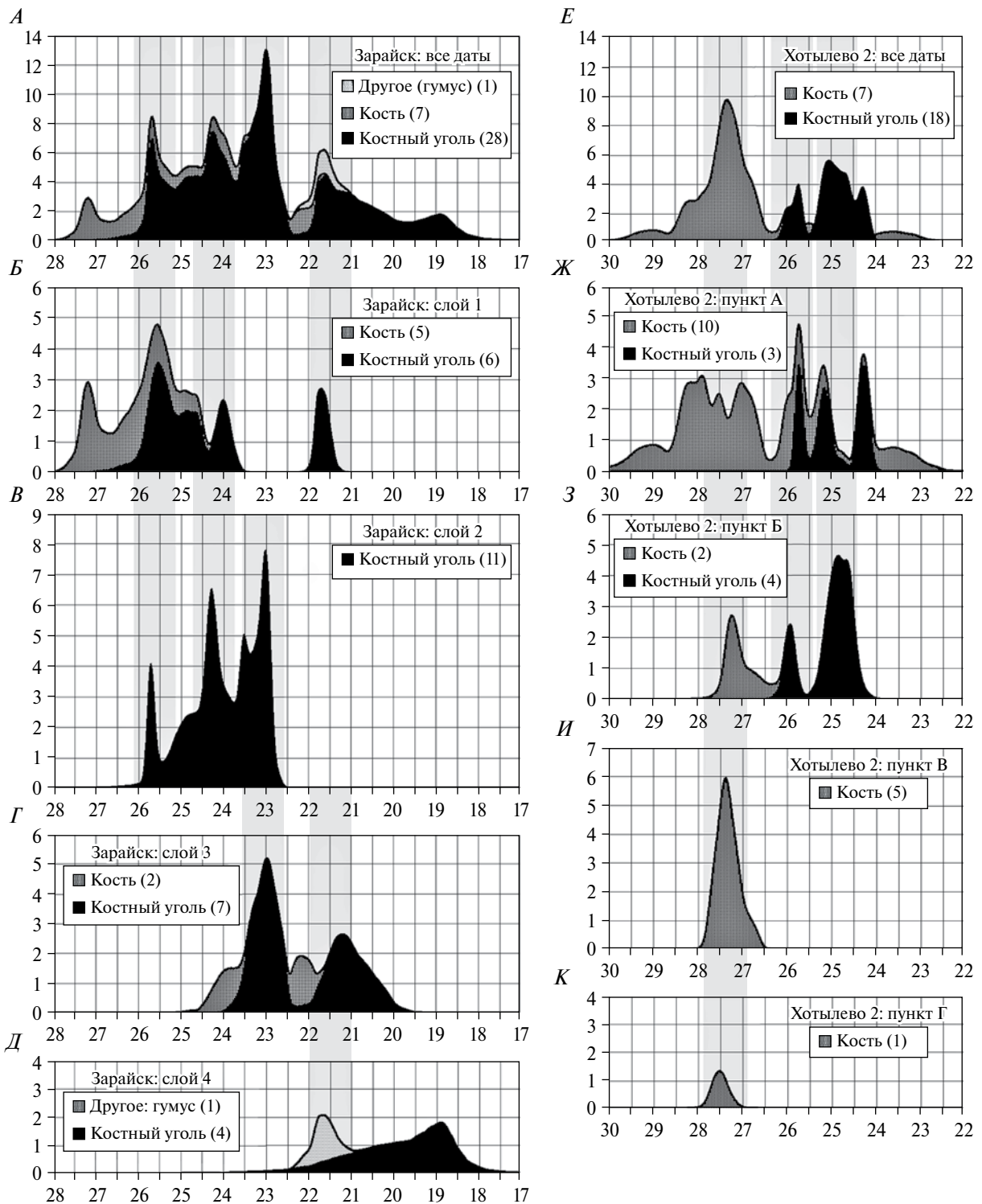
Статистическая обработка дат проводилась в программе OxCal 4.2 (Bronk Ramsey, 2009) с помощью модуля SUM, позволяющего выполнять сложение массивов калиброванных дат. Использовалась калибровочная кривая IntCal13 (Reimer et al., 2013). Методологическое основание для этой процедуры заключено в статистической природе  $^{14}\text{C}$ -даты, представляющей собой случайную величину с так называемым нормальным распределением. Эта величина задается математической функцией, которую можно изобразить в виде графика, где по оси X отложено время, а по оси Y – так называемая функция плотности вероятности (ФПВ). При калибровке  $^{14}\text{C}$ -даты, т.е. при приведении ее к календарной шкале времени, ФПВ, график которой изначально имеет правильную колоколообразную форму, приобретает сложный, неправильный вид. Если имеется несколько калиброванных  $^{14}\text{C}$ -дат, их ФПВ можно сложить, что и делает модуль SUM программы OxCal.

Одной из методических проблем описанного подхода является наличие самопроизвольных флуктуаций суммарных ФПВ, связанных со сложной формой калибровочной кривой. Для смягчения этого эффекта применен способ учета флуктуаций искусственно генерируемого ряда  $^{14}\text{C}$ -дат с регулярным шагом (Johnstone et al., 2006; Панин, 2008; Jones et al., 2015). При выборе стандартного отклонения  $\sigma$  для этого ряда учитывается, что чем больше величина  $\sigma$ , тем более сглаженной получается суммарная функция. Для соблюдения подобия необходимо, чтобы значение  $\sigma$  для регулярного ряда было близким к типичному  $\sigma$  для анализируемого массива. В нашем случае выбрано медианное для анализируемого массива значение  $\sigma$ , равное 260 годам. Сумма регулярного ряда с шагом 100 лет и  $\sigma = 260$  лет показана на рис. 2, А. Среднее значение суммарной плотности вероятности (СПВ) оказалось равным



**Рис. 2.** Суммы искусственно сгенерированных рядов дат, используемые в методических целях. А – регулярный ряд с шагом 100 лет и  $\sigma = 260$  лет; Б – массив из 100 дат, полученных генератором случайных чисел в том же диапазоне, что и массив на рис. 1, В; В – массив из 110 дат, моделирующих 11 эпох заселения. По оси абсцисс – время, тыс. л. (кал.); по оси ординат – скорректированная суммарная плотность вероятности (СПВк  $\times 10^3$ ); А – по оси ординат справа – поправочный коэффициент Кп.

**Fig. 2.** Sums of artificially generated rows of dates used for methodological purposes



**Рис. 3.** Суммированные массивы дат по стоянкам, для которых выполнена стратиграфическая (А–Д: Зарайск) либо планиграфическая (Е–К: Хотылево 2) группировка дат. Вертикальными серыми полосами показаны 1000-летние интервалы, содержащие эпохи заселения памятников (для рис. 3, 4). Оси абсцисс и ординат – см. рис. 2.

**Fig. 3.** Summed dates for the sites for which stratigraphic (A–D: Zaraysk) or planigraphic (E–K: Khotylevo 2) groups of dates are available. The vertical grey columns indicate the 1000-year intervals which contain the periods of settlement at the sites (for figures 3 and 4)

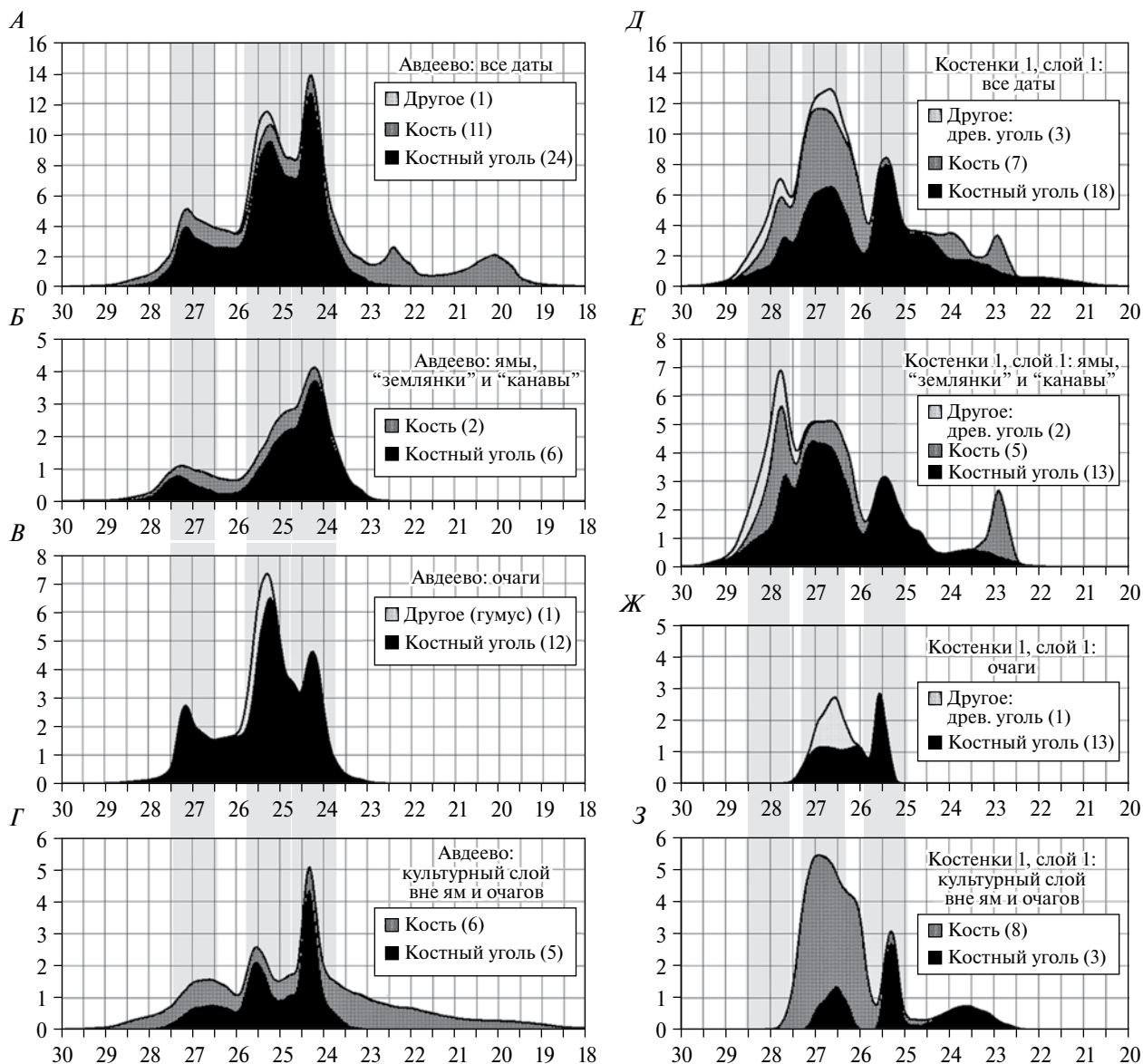


Рис. 4. Суммированные массивы дат по стоянкам, где выполнено подразделение дат согласно археологическому контексту: Авдеево (А–Г) и Костенки 1, сл. 1 (Д–З). Оси абсцисс и ординат – см. рис. 2.

Fig. 4. Summed dates for the sites where the dates have been grouped in accordance with archaeological context: Avdeevo (A–G) and Kostenki 1, layer 1 (D–Z)

0.00876. Далее путем деления СПВ (программа выдает ее значения с шагом в 5 календарных лет) на среднюю СПВ рассчитан поправочный коэффициент  $K_p$  (показан жирной линией на рис. 2, А). Значения  $K_p < 1$  показывают, что форма калибровочной кривой предопределяет занижение СПВ при калибровке,  $K_p > 1$  – завышение. В дальнейшем для удаления флуктуаций, связанных с формой калибровочной кривой, значения СПВ каждой выборки дат делились на  $K_p$ . Корректированная СПВ обозначена на графиках индексом СПВк (рис. 2–4). Благодаря этой процедуре достигается уверенность, что все

пики на полученных графиках СПВ представляют не артефакты, генерированные калибровочной кривой, а реальные сгущения дат в соответствующих интервалах шкалы времени.

*Результаты.* Всего по литературным и собственным материалам авторов собрано около 140 радиоуглеродных дат. Из статистического анализа исключены даты со стандартными отклонениями, превышающими 10%. В итоге анализ проведен для 137 дат: 36 – по Зарайской стоянке; 25 – Хотылево 2; 36 – Авдеево; 40 – Костенки 1, сл. 1. Суммирование плотностей вероятности проведено отдельно

по трем видам датированного материала: костному углю, кости и прочим материалам (древесный уголь, гумус). Кроме того, на каждой стоянке общий массив дат разделен на группы по стратиграфическому или археологическому контексту.

Для стоянок Авдеево и Костенки 1 разделения дат по заведомо разновозрастным стратиграфическим слоям выполнить не удалось, так как изначально эти памятники изучались как однослойные. Для этих стоянок проведен отдельный анализ дат в зависимости от археологического контекста: 1) даты из ям, “землянок” и “канав”; 2) даты из очагов; 3) даты из культурного слоя вне пределов ям и очагов (рис. 4). Общие суммы для стоянок (рис. 4, А, Д) включают также даты, для которых археологический контекст определить не удалось.

Для Зарайской стоянки суммирование  $^{14}\text{C}$ -дат проведено по четырем группам в соответствии с выделяемыми здесь культурными слоями (рис. 3, А–Д). Сумма по всему массиву дат занимает широкий диапазон от 27.5 до 18.0 тыс. калиброванных (кал.) лет назад (л.н.) (рис. 3, А). Суммы по отдельным культурным слоям занимают более узкие непрерывные диапазоны шириной 3.5–5.5 тыс. лет, которые демонстрируют общую тенденцию в согласии со стратиграфией: в направлении от слоя 1 к слою 4 происходит последовательный сдвиг в сторону меньших возрастов (рис. 3, Б–Д). При этом, однако, суммарные диапазоны соседних слоев взаимно пересекаются не менее чем наполовину. На стоянке Хотылево 2 также выделено четыре группы дат, однако разделение проводилось по пунктам раскопок (рис. 3, Е–К).

Для сопоставления с реальными массивами дат создано также два искусственно генерированных массива. Первый моделирует ситуацию непрерывного заселения в интервале времени 27.0–17.0 тыс. кал. л.н., для которого имеется 100 радиоуглеродных дат. Корректированная сумма случайного массива СПВк показана на рис. 2, Б. Второй моделирует стоянку с несколькими короткими (годы – первые десятилетия) эпизодами заселения, по каждому из которых имеется 10 радиоуглеродных дат. Корректированная сумма этого массива из 110 дат показана на рис. 2, В.

**Обсуждение результатов. Зависимость от датированного материала.** Анализ хронологии памятников необходимо предварить обсуждением вопроса о возможной ее зависимости от происхождения образцов (материала для датирования). В частности, в литературе часто поднимается вопрос о том, как при датировании памятников по костному материалу и его производным (костному углю) учесть возможность присутствия в культурном

слое несинхронного ему привнесенного материала за счет собирательства костей в качестве топлива и для постройки жилищ (подробный анализ историкогеографии и проблематики данного вопроса см. Аникович и др., 2011).

Зависимость от датированного материала присутствует в результатах по Зарайску и особенно по Хотылево 2: на графиках (рис. 3) совокупности дат по кости сдвинуты влево относительно дат по костному углю, т.е. кости оказываются древнее костного угля. Однако объяснение этой закономерности с позиций “гипотезы собирательства костей” заставляет предположить, что в качестве топлива систематически использовались кости объектов охоты, в то время как собранные древние кости накапливались на стоянке. Среди датированных костей преобладают зубы мамонта, присутствуют кости мелких животных – волка, песца, птиц, непригодные для постройки жилищ. Цели такого собирательства рациональному объяснению не поддаются.

Можно, напротив, предположить, что костный материал синхронен времени обживания стоянок, а даты по костному углю это время систематически занижают. В этом случае необходимо предложить механизм систематического загрязнения костного угля молодым углеродом. Подобные механизмы в литературе неизвестны, а очистка образцов в радиоуглеродных лабораториях такова, что все постседиментационные загрязнения удаляются. Кроме того, систематическое омоложение дат по костному углю не подтверждается результатами по двум другим стоянкам – Авдеево и Костенки 1, где никакой зависимости результатов датирования от материала не прослеживается (рис. 4). Напротив, даты по кости и костному углю хорошо соответствуют датам по древесному углю, который считается одним из наиболее надежных объектов для  $^{14}\text{C}$ -датирования с точки зрения возможных постседиментационных изменений.

Таким образом, полученные результаты не дают оснований считать, что даты по кости и костному углю имеют систематический сдвиг друг относительно друга и относительно времени обживания стоянок. Возможность единичных “выбросов” дат, связанных с процессами собирательства, полностью отвергать нельзя, но систематического искажения целых массивов дат не прослеживается. Различия в датах по кости и костному углю в Зарайске и Хотылево 2 могут указывать на изменения в бытовой культуре населения: возможно, на ранних этапах обживания стоянок кость еще не



использовалась в качестве топлива<sup>1</sup>. Как в Зарайске, так и в Хотылево 2 костный уголь появляется ~26 тыс. кал. л.н. В Авдеево и Костенках 1 это происходит на 2–3 тыс. лет раньше.

**Календарная хронология памятников.** Главный вопрос хронологии изучаемых памятников – отражают ли широкие диапазоны совокупностей <sup>14</sup>C-дат по отдельным стоянкам и/или культурным слоям непрерывное или, наоборот, прерывистое заселение человека в течение нескольких тысячелетий, либо это один или несколько коротких эпизодов заселения, а большая ширина датированных интервалов объясняется методическими причинами.

При оценке по радиоуглеродным данным продолжительности формирования культурных слоев или конкретных событий заселения стоянок необходимо учитывать статистическую природу <sup>14</sup>C-даты. При стандартном отклонении  $\sigma = 200$  лет (модальное значение для изучаемого массива дат) калиброванный интервал  $\pm 2\sigma$ , содержащий истинный возраст с вероятностью 95.4%, расширяется до 800–1000 лет и более. У нескольких дат одновозрастного объекта центральные точки дат могут различаться в диапазоне 100–200 лет, и  $2\sigma$ -интервал суммы будет еще шире. Поэтому даже серия достаточно кучно лежащих дат, как в случае с пунктом “В” в Хотылево 2 (рис. 3, *И*), сама по себе не позволяет различить, формировался культурный слой в течение 2, 20 или 200 лет. Однако сгущения дат на шкале времени, выраженные в виде пиков суммарной плотности вероятности, могут свидетельствовать об индивидуальных эпизодах обживания. Можно предположить, что при наличии достаточно большого числа дат их суммарное распределение при непрерывном обживании стоянки будет достаточно равномерным. Если же существуют кластеры дат в относительно узких интервалах времени, разделенные значительно более длительными интервалами отсутствия дат (или единичных дат, которые могли попасть туда за счет погрешностей датирования), их можно интерпретировать как эпизоды обживания стоянок, разделенные периодами отсутствия людей.

Для проверки этого предположения обратимся к результатам моделирования массива дат с заданными эпизодами заселения (рис. 2, *В*). Нетрудно видеть, что эпизоды I–IV, отстоящие друг от друга на 100–200–500 лет, на суммарной кривой неразличимы по отдельности и сливаются в единый широкий пик. Такой пик с большой вероятностью будет интерпретирован как единый этап заселения

стоянки длительностью 1000–1500 лет. Хорошо отделяются от остального массива дат эпизоды V и VI, отстоящие на 1000 и 2000 лет соответственно. По вершинам этих пиков достоверно определяется наиболее вероятная дата эпизодов заселения, однако заложенную изначально кратковременность пребывания человека (годы – первые десятилетия) определить по этим пикам невозможно: даже если оценивать ее по верхней зауженной части пиков, длительность эпизода может оцениваться не менее чем в 500 лет.

Поскольку эпизод IV (500 лет от эпизода III) все же образует небольшой пик в районе 26 тыс. л.н., смоделирована вторая группа эпизодов заселения VII–XI, равномерно отстоящих на 500 лет. Они также сливаются в один широкий пик между 16.5–19.5 тыс. л.н. (рис. 2, *В*). На его фоне выделяются небольшие вторичные пики, соответствующие заложенным в модель эпизодам. Однако массив случайных дат (рис. 2, *Б*) демонстрирует аналогичные по величине пики, т.е. диагностировать по таким пикам отдельные события заселения стоянки, заранее не зная об их существовании, нельзя: эти пики могут иметь и случайную природу. Таким образом, отдельные эпизоды, разнесенные друг от друга в 500 лет и менее, разделить невозможно, можно лишь обозначить период, в который было неопределенное число эпизодов заселения, не исключая непрерывное заселение в течение всего периода. Надежно разделить отдельные эпизоды можно, если интервал между ними достигает и превышает 1000 лет (эпизоды V, VI на рис. 2, *В*), но и в этом случае сгенерированный случайным образом массив дат содержит пики похожей ширины и амплитуды (пики 25.7 и 22.0 тыс. л.н. на рис. 2, *Б*).

Наличие “перемычек” между пиками неизбежно ввиду больших значений стандартных отклонений: почти половина дат имеет  $\sigma > 300$ , а четверть –  $\sigma > 500$  лет с шириной калиброванных интервалов 95.4% вероятности  $> 1200$  и  $> 2000$  лет соответственно. Такие даты могут создавать “перемычки” между дискретными интервалами сгущения дат, формируя общую непрерывную кривую суммарной плотности вероятности, что не может служить показателем непрерывности заселения. Кроме того, при радиоуглеродном датировании случаются “отскоки”, когда полученные даты явно не соответствуют стратиграфическому контексту и противоречат другим данным. Для таких отскоков не всегда удается найти уверенные объяснения, и их существование просто приходится принимать как данность. Наконец, не исключено случайное занесение датированного материала в результате процессов, не имеющих отношения

<sup>1</sup> Это объяснение может рассматриваться лишь как один из вариантов рабочих гипотез (К.Н. Гаврилов).

к заселению стоянки (например, животными). Поэтому пики, образованные единичными датами, не могут достоверно свидетельствовать об отдельных эпизодах обживания стоянок.

Более или менее достоверное выделение эпизодов обживания возможно на основе пиков, образованных серией дат. Однако, учитывая сказанное выше о возможности образования пиков за счет случайного сгущения дат, необходимы дополнительные критерии для более уверенной интерпретации таких пиков как изолированных эпизодов заселения. В качестве критериев предлагается считать наличие одинаковых пиков в выборках дат из разных планиграфических элементов памятника и разных археологических контекстов. В случае непрерывного заселения или случайных повторных посещений в течение длительного времени (оба варианта дадут широкую по времени сумму дат) каждую такую выборку можно считать независимым случайным массивом дат. Повторение одинаковых пиков в двух-трех случайных массивах — событие маловероятное. Следовательно, повторяющиеся пики с большой вероятностью относятся к изолированным эпизодам обживания стоянок.

Базируясь на принципе повторяемости пиков в разных стратиграфических, планиграфических и археологических контекстах, на рис. 3 и 4 выделены тысячелетние интервалы, внутри которых с достаточной достоверностью могут содержаться отдельные эпизоды заселения стоянок. Продолжительность самих эпизодов заселения не определена. Наиболее вероятный возраст (НВВ) оценивается по положению максимумов плотности вероятности на интегральных суммах для каждой стоянки (верхние графики на каждом рисунке).

Три фазы заселения выделено и на стоянке Костенки 1, слой 1: НВВ 27.8, 26.6 и 25.4 тыс. кал. л.н. Первая из этих фаз проявляется только в одном археологическом контексте — “ямы, землянки, канавы”, однако он обеспечен не менее чем шестью датами по разнородному материалу — кости, костному и древесному углю (рис. 4, *Е*). Две другие эпохи проявляются во всех трех археологических контекстах, что повышает надежность их идентификации (рис. 4, *Д–Ж*). В отдельных контекстах и на общей СПВ для всего памятника имеются также преимущественно пологие подъемы в интервале 24.5–22.5 тыс. кал. л.н. Они формируются четырьмя датами в интервале длительностью не менее 1.5 тыс. лет (центральные точки лежат между 19.6–18.2 тыс. <sup>14</sup>С л.н.), включая три даты по костному углю с низкой точностью ( $\sigma = 460–620$ ). На основании такого геохронологического материала выделить единую эпоху заселения не представляется

возможным, хотя не исключено, что эта подвыборка дат отражает периодическое посещение стоянки человеком в течение длительного времени.

На стоянке Авдеево выделено три эпохи заселения с НВВ 27.1, 25.3 и 24.3 тыс. кал. л.н. (рис. 4, *А*). Наиболее надежным представляется выделение последней из них: пики между 24.0–24.5 тыс. л.н. имеются во всех выделенных археологических контекстах, причем в двух из них он формируется датами с высокой точностью, о чем говорит узкая форма пиков (рис. 4, *В, Г*). По-видимому, эта эпоха заселения может соответствовать выделенному периоду активности 20100–21200 <sup>14</sup>С-лет назад в работе (Соколов и др., 2004. С. 101). Уверенно можно говорить и о существовании первой эпохи, которая также проявляется во всех археологических контекстах, однако датировка ее менее надежна, так как большинство относящихся к ней дат имеет низкую точность; подъемы СПВ растягиваются в широком интервале времени между 26.0–28.0 тыс. кал. л.н. (рис. 4, *Б–Г*). Вторая эпоха выражена в двух из трех археологических контекстов, особенно четко — в выборке дат из очагов (рис. 4, *В*).

На Зарайской стоянке выделено четыре эпизода заселения с НВВ 25.7, 24.3, 23.0 и 21.6 тыс. кал. л.н. Каждый эпизод заселения проявляется в двух соседних культурных слоях: первые два — в слоях 1 и 2, третий — в слоях 2 и 3, последний — в слоях 3 и 4. Это показывает, что отмечавшееся выше значительное пересечение интервалов дат соседних слоев не вызвано недостаточной точностью датирования и может указывать, что индикаторы одних и тех же эпизодов обживания могли быть отнесены к разным культурным слоям. Последний эпизод, помимо слоев 3 и 4, проявляется также единичной датой в слое 1, но она значительно “отскакивает” от остального массива, что вызывает сомнение либо в принадлежности этой даты к данному культурному слою, либо в ее надежности. Незначительной высоты пики около 27.2 и 19.0 тыс. кал. л.н. обеспечены пока недостаточным числом дат, чтобы достоверно выделять их в качестве эпизодов обживания, однако нельзя исключать, что возможность для их выделения появится при дальнейшем накоплении дат по стоянке.

На стоянке Хотылево 2 достоверно выделяется три эпизода заселения с НВВ 27.3, 25.8 и 25.0 тыс. кал. л.н. Первый пик в пункте “А” растянут на 2 тыс. лет с 26.5 до 28.5 тыс. кал. л.н. (рис. 3, *Ж*). Интерпретацию этому факту без дополнительных данных затруднительно. Такой широкий интервал, прослеживающийся лишь на одном из участков памятника, может быть следствием как преимущественного обживания

именно этого участка, где культурный слой может рассматриваться как гиперпалимпсест, в котором в узком стратиграфическом интервале запечатлены многие эпизоды заселения памятника. Или же здесь могут проявляться “загрязняющие” эффекты, такие как собирательство, с учетом того, что пик получен исключительно по костному материалу. В пункте “А” присутствуют еще три узких пика, соответствующие трем датам по костному углю. Из них лишь самый старый подтвержден здесь же датой по кости и еще одной датой по костному углю из пункта “Б”. Это дало основание выделить эпизод заселения с НВВ = 25.8 тыс. кал. л.н. Второй пик в совокупности с серией из трех дат по костному углю в пункте “Б” дает основание для выделения эпизода заселения с МВВ 25.0 тыс. кал.л.н. Третий, самый молодой пик не подтвержден другими датами. Следует сказать, однако, что надежность выделения двух последних эпизодов как отдельных событий заселения невысока. Вполне вероятно, что весь интервал 26.0–24.0 тыс. кал.л.н. в Хотылево 2 следует выделять как время многократных посещений людьми без продолжительных эпох обживания.

Представляет интерес анализ взаимного соответствия наиболее достоверных эпох заселения. При совмещении их на единой шкале времени (рис. 5) можно найти совпадающие эпохи, как около 24.5 тыс. кал.л.н. в Авдеево и Зарайске или около 25.5 тыс. кал.л.н. в Авдеево и Костенках 1, однако систематической синхронности в обживании и запустении всех четырех стоянок не прослеживается. Тем не менее, можно отметить тренд в “омоложении” времени как первоначального заселения, так и окончательного запустения стоянок в направлении от Костенок 1 к Хотылево 2, далее к Авдеево и к Зарайску. Возможно, это свидетельствует о расселении носителей костенковско-авдеевской культуры в направлении с востока на запад и север. Эти же данные могут рассматриваться как маркер направлений культурных импульсов внутри восточного граветта на территории Русской равнины. В период между 27–26 кал. тыс. л.н. достоверные следы пребывания человека имеются только в Костенках 1; в следующем тысячелетии, 26–25 тыс. кал.л.н., эпохи заселения отмечаются на всех четырех стоянках. Вероятно, это время наибольшего пространственного распространения данной культурной общности, после которого ее география стала сокращаться за счет исчезновения ее памятников в южных и восточных районах центра Русской равнины.

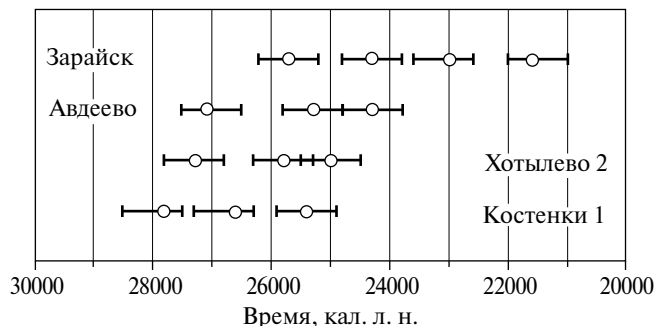


Рис. 5. Сводная хронология эпох заселения стоянок костенковско-авдеевской культуры.

Fig. 5. Summary chronology of settlement at Kostenki-Avdeevo sites

Итак, подведем итоги.

1. Проводящиеся в последние годы археологические исследования на стоянках Зарайск А и Хотылево 2 показали, что культурный слой памятников восточного граветта — сложная полигенная (и полихронная) структура. По-видимому, накопление культурных слоев на археологических памятниках происходило не в “единое мгновение” даже в геологическом масштабе времени; на это четко указывают результаты микростратиграфических исследований. Формирование культурного слоя в эпоху, синхронную максимуму последнего оледенения, шло очень медленно; поэтому то, что можно видеть в результате раскопок, — это палимпсест, вмещающий в себя длительный промежуток времени и насыщенный событиями. Вследствие этого полученные для граветтийских памятников большие массивы радиоуглеродных дат, распадаясь на группы, могут отражать его многоступенчатое (или поэтапное) накопление.

2. Статистическая обработка массивов радиоуглеродных дат позволяет предположительно разделить общее время существования стоянок на отдельные, наиболее ярко выраженные эпизоды заселения и локализовать эти эпизоды в рамках тысячелетних интервалов. Продолжительность самих эпох заселения остается при этом неизвестной. В любом случае точность радиоуглеродного анализа не позволяет в настоящее время уверенно оценивать продолжительность коротких эпизодов заселения (годы — первые десятилетия), а также и отличать длительные периоды заселения от серий коротких эпизодов.

3. Большую помощь в решении этой проблемы может оказать детальное стратиграфическое расчленение культурных слоев и группировка данных датирования в соответствии с этим расчленением, как это сделано для Зарайской стоянки.

Статистическая обработка массива радиоуглеродных дат – не панацея, а вспомогательный инструмент в археологических исследованиях, который необходимо применять вместе с изучением микростратиграфии и, в целом, пространственной структуры изучаемого памятника<sup>2</sup>, который можно использовать для выявления последовательных этапов его освоения. В этом случае может проводиться и взаимная верификация результатов.

Авторы благодарят С.Ю. Льва за подборку дат по Зарайской стоянке.

Исследование выполнено в рамках темы ГИН РАН № 0135-2018-0037, при поддержке РФФИ, проект № 14-06-00380. Статистический анализ – в рамках темы ИГ РАН по Программе фундаментальных исследований гос. АН (р. 9, подр. 127).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Амирханов Х.А.* Зарайская стоянка. М.: Научный мир, 2000. 248 с.
- Амирханов Х.А.* Стоянка Зарайск А: характеристика объектов третьего культурного слоя // Амирханов Х.А., Ахметгалеева Н.Б., Бужилова А.П., Бурова Н.Д., Лев С.Ю., Машенко Е.Н. Исследования палеолита в Зарайске. 1999–2005 / Ред. Х.А. Амирханов. М.: Палеограф, 2009. С. 15–36.
- Аникович М.В.* Днепро-Донская историко-культурная область охотников на мамонтов: от “восточного граветта” к “восточному эпиграветту” // Восточный граветт / Ред. Х.А. Амирханов. М.: Науч. мир, 1998. С. 35–66.
- Аникович М.В., Анисюткин Н.К., Платонова Н.И.* Человек и мамонт в палеолите Европы: подходы и гипотезы. Вып. 1: Историография, методология, основные проблемы. СПб.: Нестор-История, 2011. 128 с.
- Булочникова Е.В.* Хронология верхнепалеолитических стоянок в системе археологических и естественнонаучных данных // Хронология, периодизация и кросс-культурные связи в каменном веке / Ред. Г.А. Хлопачев. СПб.: Наука, 2008 (Замятнинский сб.; вып. 1). С. 63–73.
- Булочникова Е.В., Григорьев Г.П.* Возможности радиоуглеродного метода: взгляд археолога // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: мат-лы IV Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 53–55.
- Гаврилов К.Н.* О периодизации восточнограветтских стоянок Днепро-Деснинского бассейна // Каменный век лесной зоны Восточной Европы и Зауралья. М.: ACADEMIA, 2005. С. 29–45.
- Гаврилов К.Н.* Верхнепалеолитическая стоянка Хотылёво 2. М.: Таус, 2008. 256 с.
- Гаврилов К.Н.* Археологический контекст новых радиоуглеродных датировок стоянки Хотылёво 2, пункт В // Древние культуры Восточной Европы: эталонные памятники и опорные комплексы в контексте современных археологических исследований / Ред. Г.А. Хлопачев. СПб.: МАЭ РАН, 2015 (Замятнинский сб.; вып. 4). С. 103–112.
- Гвоздовер М.Д.* Отчет об исследованиях Авдеевской палеолитической стоянки в 1972 г. // Архив ИА РАН. Р-1. 1972. № 4923а.
- Гвоздовер М.Д., Сулержицкий Л.Д.* О радиоуглеродном возрасте Авдеевской палеолитической стоянки // Бюлл. комиссии по изучению четвертичного периода. 1979. № 49. С. 144–146.
- Грехова Л.В.* Археологический аспект радиоуглеродных дат стоянки Елисеевичи // Бюлл. комиссии по изучению четвертичного периода. 1990. № 59. С. 111–116.
- Грехова Л.В.* Структура культурного слоя стоянки Елисеевичи по материалам раскопок 1970–1980 гг. // КСИА. 2014. Вып. 235. С. 188–209.
- Кренке Н.А., Сулержицкий Л.Д.* Археология и реальная точность радиоуглеродного метода // Геохронология четвертичного периода / Ред. О.А. Чичагова, Я.-М.К. Пуннинг, Н.В. Кинд. М.: Наука, 1992. С. 169–174.
- Панин А.В.* Хроноструктура эрозии в центре Восточно-Европейской равнины за последние 5000 лет // Докл. Акад. наук. 2008. Т. 423. № 2. С. 251–256.
- Праслов Н.Д., Сулержицкий Л.Д.* Новые данные по хронологии палеолитических стоянок в Костенках на Дону // Докл. Акад. наук. Серия геология. 1999. Т. 365. № 2. С. 236–240.
- Синицын А.А.* Прерывистость и преемственность в палеолите Костенок // Археология восточноевропейской лесостепи: поиски, находки, проблемы / Ред. А.Н. Бессуднов. Липецк: Изд-во Липецкого гос. пед. ун-та, 2014 (Верхнедонской археол. сб.; вып. 6). С. 66–76.

<sup>2</sup> Такие стоянки костенковско-авдеевской культуры, как Костенки 1 (сл. 1) и Авдеево, исследовались как однослойные. Масштабные работы на этих стоянках в настоящее время закончены. Для того чтобы получить новый археологический источник, сопоставимый по объему и информационному потенциалу с накопленным материалом, необходимо найти в Авдеево новый комплекс, аналогичный уже изученным. В то же время для первого и второго комплексов Авдеевской стоянки накоплены полноценные и представительные массивы радиоуглеродных дат. В сложившейся ситуации статистическая обработка имеющихся дат является пока единственным инструментом, с помощью которого можно выделить этапы заселения памятников (или развития поселений). Этот вывод останется в силе до тех пор, пока не будут заново пересмотрены архивные материалы о раскопках этих поселений, которые позволяют реконструировать их археологическую стратиграфию.

- Синицын А.А., Праслов Н.Д., Свеженцев Ю.С., Сулержицкий Л.Д. Радиоуглеродная хронология верхнего палеолита Восточной Европы // Радиоуглеродная хронология палеолита Восточной Европы и Северной Азии. Проблемы и перспективы. СПб.: ИИМК РАН, 1997. С. 21–66.
- Соколов Д.Д., Сулержицкий Л.Д., Тутубалин В.Н. Время активности людей на палеолитических памятниках по данным радиоуглеродного датирования // РА. 2004. № 3. С. 99–102.
- Сулержицкий Л.Д. Радиоуглеродная хронология мамонтов Сибири и Севера Восточной Европы (как субстрата для расселения человека) // Человек заселяет планету Земля. Глобальное расселение гоминид: материалы симп. “Первичное расселение человечества” (1993 г.) / Ред. А.А. Величко, О.А. Соффер. М.: Ин-т географии РАН, 1997. С. 184–200.
- Сулержицкий Л.Д. Время существования некоторых позднепалеолитических поселений по данным радиоуглеродного датирования костей мегафауны // РА. 2004. № 3. С. 103–112.
- Bronk Ramsey C. Bayesian analysis of radiocarbon dates // Radiocarbon. 2009. V. 51. P. 337–360.
- Johnstone E.C., Macklin M.G., Lewin J. The development and application of a database of radiocarbon-dated Holocene fluvial deposits in Great Britain // Catena. 2006. V. 66. P. 14–23.
- Jones A.F., Macklin M.G., Benito G. Meta-analysis of Holocene fluvial sedimentary archives: A methodological primer // Catena. 2015. V. 130. P. 3–12.
- Reimer P.J., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Bronk Ramsey C., Buck C.E., Cheng H., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Haflidason H., Hajdas I., Hatté C., Heaton T.J., Hoffmann D.L., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., Manning S.W., Niu M., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Staff R.A., Turney C.S., van der Plicht J., Hogg A. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP // Radiocarbon. 2013. V. 55. P. 1869–1887.

## GEOCHRONOLOGICAL DATA AND THE ARCHAEOLOGICAL IDEAS ABOUT THE DURATION OF THE MAJOR EASTERN GRAVETTIAN SITES ON THE RUSSIAN PLAIN

Natalia E. Zaretskaya\*, Konstantin N. Gavrilov\*\*, Andrey V. Panin\*\*\*, Roman I. Nechushkin\*

\* Geological Institute RAS, Moscow, Russia

(n\_zaretskaya@inbox.ru; nechrom@yandex.ru)

\*\* Institute of Archaeology RAS, Moscow, Russia (k\_gavrilov.68@mail.ru)

\*\*\* Institute of Geography RAS, Lomonosov MSU, Moscow, Russia (a.v.panin@yandex.ru)

The paper gives a historical outline of the views on the correlation between radiocarbon and archaeological chronology and presents the results of the first statistical analysis of large arrays of radiocarbon dates obtained over a long period of time in different laboratories for the East Gravettian campsites of Kostenki 1 (layer 1), Avdeevo, Zaraysk and Khotylevo 2. Chronological episodes of populating the campsites have been identified, and appear to reflect a multistage (or stepwise) accumulation of the cultural layer. The studies have shown the feasibility of conducting statistical analysis alongside with investigating the microstratigraphy and overall spatial structure of a site, since that allows cross-validation of the results.

*Keywords:* geochronology, archaeology, radiocarbon and calendar age, campsites, East Gravettian, Kostenki-Avdeevo culture.

### REFERENCES

- Amirkhanov Kh.A., 2000. Zarayskaya stoyanka [Zaraysk site]. Moscow: Nauchnyy mir. 248 p.
- Amirkhanov Kh.A., 2009. Zaraysk A site: a characteristic of the objects from the third cultural layer. Amirkhanov Kh.A., Akhmetgaleeva N.B., Buzhilova A.P., Burova N.D., Lev S. Yu., Mashchenko E.N. *Issledovaniya paleolita v Zarayske [Paleolithic studies in Zaraysk]*, 1999–2005. Kh.A. Amirkhanov, ed. Moscow: Paleograf, pp. 15–36. (In Russ.)
- Anikov M.V., 1998. The Dnieper-Don historical and cultural region of mammoth-hunters: from “East Gravettian” to “East Epigravettian”. *Vostochnyy gravett [East Gravettian]*. Kh.A. Amirkhanov, ed. Moscow: Nauchnyy mir, pp. 35–66. (In Russ.)
- Anikov M.V., Anisyutkin N.K., Platonova N.I., 2011. Chelovek i mamont v paleolite Evropy: podkhody i gipotezy [Man and mammoth in the Paleolithic of Europe: approaches and hypotheses], 1. *Istoriografiya, metodologiya, osnovnye problemy [Historiography, methodology, basic problems]*. St. Petersburg: Nestor-Istoriya. 128 p.

- Bronk Ramsey C., 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, vol. 51, iss. 1, pp. 337–360.
- Bulochnikova E.V., 2008. Chronology of Upper Paleolithic sites in the system of archaeological and natural science data. *Khronologiya, periodizatsiya i kross-kul'turnye svyazi v kamennom veke [Chronology, periodization and cross-cultural relations in the Stone Age]*. G.A. Khlopachev, ed. St. Petersburg: Nauka, pp. 63–73. (Zamyatninskiy sbornik, 1). (In Russ.)
- Bulochnikova E.V., Grigor'ev G.P., 2005. Possibilities of the radiocarbon method: an archaeologist's view. *Fundamental'nye problemy kvartera: itogi izucheniya i osnovnyye napravleniya dal'neyshikh issledovaniy: mat-ly IV Vseross. soveshch. po izucheniyu chetvertichnogo perioda [Fundamental problems of the Quaternary: results of research and main areas of future study: materials of the 4<sup>th</sup> all-Russian conference on Quaternary research]*. Syktyvkar: Geoprint, pp. 53–55. (In Russ.)
- Gavrilov K.N., 2005. On the periodization of East Gravettian sites in the Dnieper-Desna basin. *Kamennyy vek lesnoy zony Vostochnoy Evropy i Zaural'ya [The Stone Age of the Forest Zone of Eastern Europe and the Trans-Urals]*. Moscow: ACADEMIA, pp. 29–45. (In Russ.)
- Gavrilov K.N., 2008. Verkhnepaleoliticheskaya stoyanka Khotylevo 2 [Khotylevo 2 Upper Paleolithic site]. Moscow: Taus. 256 p.
- Gavrilov K.N., 2015. Archaeological context of new radiocarbon dates from Khotylevo 2, locality V. *Drevnie kul'tury Vostochnoy Evropy: etalonnnye pamyatniki i opornye komplekсы v kontekste sovremennykh arkheologicheskikh issledovaniy [Ancient cultures of Eastern Europe: type sites and assemblages in the context of present-day archaeological research]*. G.A. Khlopachev, ed. St. Petersburg: MAE RAN, pp. 103–112. (Zamyatninskiy sb., 4). (In Russ.)
- Grekhova L.V., 1990. Archaeological aspect of radiocarbon dates from Elisseevichi site. *Byulleten' komissii po izucheniyu Chetvertichnogo perioda [Bulletin of the commission for Quaternary studies]*, 59, pp. 111–116. (In Russ.)
- Grekhova L.V., 2014. Structure of the cultural layer at Elisseevichi site based on materials from the 1970–1980 excavations. *KSIA [Brief communications of the Institute of Archaeology]*, 235, pp. 188–209. (In Russ.)
- Gvozdover M.D. Otchet ob issledovaniyakh Avdeevskoy paleoliticheskoy stoyanki v 1972 g. [Report on studies at Avdevo Paleolithic site in 1972]. *Arkhiv IA RAN [Archive of the Institute of Archaeology RAS]*, R-1, 1972, № 4923a. (Unpublished).
- Gvozdover M.D., Sulerzhitskiy L.D., 1979. On the radiocarbon age of Avdevo Paleolithic site. *Byulleten' komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda [Bulletin of the commission on Quaternary studies]*, 49, pp. 144–146. (In Russ.)
- Johnstone E.C., Macklin M.G., Lewin J., 2006. The development and application of a database of radiocarbon-dated Holocene fluvial deposits in Great Britain. *Catena*, vol. 66, iss. 1–2, pp. 14–23.
- Jones A.F., Macklin M.G., Benito G., 2015. Meta-analysis of Holocene fluvial sedimentary archives: A methodological primer. *Catena*, vol. 130, pp. 3–12.
- Krenke N.A., Sulerzhitskiy L.D., 1992. Archaeology and the real accuracy of the radiocarbon method. *Geokhronologiya chetvertichnogo perioda [Geochronology of the Quaternary]*. O.A. Chichagova, Ya.-M.K. Punning, N.V. Kind, eds. Moscow: Nauka, pp. 169–174. (In Russ.)
- Panin A.V., 2008. The chronostructure of erosion in the center of the East European Plain in the last 5000 years. *Doklady Akademii nauk [Reports of the Academy of Sciences]*, vol. 423, no. 2, pp. 251–256. (In Russ.)
- Praslov N.D., Sulerzhitskiy L.D., 1999. New data on the chronology of Paleolithic sites at Kostenki on the Don. *Doklady Akademii nauk. Seriya geologiya [Reports of the Academy of Sciences. Geology series]*, vol. 365, no. 2, pp. 236–240. (In Russ.)
- Reimer P.J., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Bronk Ramsey C., Buck C.E., Cheng H., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Haflidason H., Hajdas I., Hatté C., Heaton T.J., Hoffmann D.L., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., Manning S.W., Niu M., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Staff R.A., Turney C.S., van der Plicht J., Hogg A., 2013. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, vol. 55, iss. 4, pp. 1869–1887.
- Sinityn A.A., 2014. Discontinuity and continuity in Kostenky Paleolithic. *Arkheologiya vostochnoevropeyskoy lesostepi: poiski, nakhodki, problemy [Archaeology of the East European forest-steppe: search, finds and problems]*. A.N. Besudnov, ed. Lipetsk: Izd-vo Lipetsk. GPU, pp. 66–76. (Verkhnedonskoy arkheologicheskoy sb., 6). (In Russ.)
- Sinityn A.A., Praslov N.D., Svezhentsev Yu.S., Sulerzhitskiy L.D., 1997. Radiocarbon chronology of East European Upper Paleolithic. *Radiouglerodnaya khronologiya paleolita Vostochnoy Evropy i Severnoy Azii. Problemy i perspektivy [Radiocarbon chronology of the East European and North Asian Paleolithic. Problems and perspectives]*. St. Petersburg: IIMK RAN, pp. 21–66. (In Russ.)
- Sokolov D.D., Sulerzhitskiy L.D., Tutubalin V.N., 2004. Time of human activity at Paleolithic sites based on data from radiocarbon dating. *Ros. arkheologiya [Russian Archaeology]*, 3, pp. 99–102. (In Russ.)
- Sulerzhitskiy L.D., 1997. Radiocarbon chronology of Siberian and Northeast European mammoth (as background of human dispersal). *Chelovek zaselyaet planetu Zemlya. Global'noe rasselenie gominid: materialy simpoziuma "Per-vichnoe rasselenie chelovechestva" (1993 g.) [Peopling the planet Earth. Global dispersal of hominids: materials of the symposium "Early human dispersion" (1993 г.)]*. A.A. Velichko, O.A. Soffer, eds. Moscow: IG RAN, pp. 184–200. (In Russ.)
- Sulerzhitskiy L.D., 2004. The time of existence of some Late Paleolithic dwelling-sites based on data from radiocarbon dating of megafauna bones. *Ros. arkheologiya [Russian Archaeology]*, 3, pp. 103–112. (In Russ.)