

М.: МОИП, 1949. 106 с.

12. Абатуров Б.Д. Млекопитающие как компонент экосистем. М.: Наука, 1984. 285с.

13. Болиховская Н.С. Палиноиндикация изменения ландшафтов Нижнего Поволжья в последние 10 тысяч лет // Каспийское море. Вопросы геологии и геоморфологии. М.: Наука, 1990. С.52-68

14. Дмитриев А.И. Формирование фауны грызунов Северного Прикаспия в верхнечетвертичное время. 1985. 32 с. / Приложение в книге: Иванов И.В., Васильев И.Б. Человек, природа и почвы Рын-песков Волго-Уральского междуречья в голоцене. М.: Интеллект. 1995. С.217-234.

15. Шадрухин А.В., Козин Е.В., Барынкин П.П., Иванов И.В. Голоцен юго-западного Прикаспия. Саратов, 1991. С. 184. /Депонированная монография № 2644 – В91. Решение Уч. Совета НИИ геологии при СГУ от 22 марта 1991г.

16. Кузьмина И.Е. Млекопитающие Северного Прикаспия в голоцене // Археологические культуры Северного Прикаспия. Куйбышев, 1988. С.173-188.

17. Мелентьев А.Н. Мезолит Северного Прикаспия (памятники сероглазовской культуры) //Краткие сообщения Института археологии АН СССР. №149. М.: Наука.1977. С.58-62.

18. Климанов В.А. Климат малого климатического оптимума на территории Северной Евразии //Доклады Академии наук.1994. Т.335. №2. С.232-236.

19. Виноградов А.В., Мамедов Э.Д. Первобытный Лявлякан (древнейшие этапы освоения и заселения Кызыл-Кумов). М.: Наука, 1975. 287 с.

20. Борзенкова И.И. Изменения климата в кайнозое. СПб., 1992. 247 с.

21. Варущенко А.Н., Варущенко С.И., Клиге Р.К. Изменения уровня Каспийского моря в позднем плейстоцене голоцена // Колебания увлажненности Арало-Каспийского региона в голоцене. М., 1980. С.79-90.

Рычагов Г.И. Уровенный режим Каспийского моря за последние 10 тысяч лет // Вестник МГУ. География. 1993. №2. С.38-49.

22. Карпычев Ю.А. Периодичность колебаний уровня Каспийского моря по данным радиоуглеродного анализа новокаспийских отложений // Водные ресурсы. 1994. №4/5. С.415-421.

23. Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А., Сулержицкий Л.Д. Геолого-палеоэкологические события севера аридной зоны в последние 10000 лет // Проблемы древней истории Северного Прикаспия. Самара, 1998. С. 40-65.

24. Шилов В.П. Модели скотоводческих хозяйственных областей Евразии в эпоху энеолита и раннего бронзового века //Советская археология,1975, №1. С. 5-10.

25. Мерперт Н.Я. Древнейшие скотоводы Волжско-Уральского междуречья. М.: Наука, 1974. 173 с.

26. Динесман Л.Г. Изменение природы Северо-Запада Прикаспийской низменности. М.: АН СССР, 1960. 160 с.

27. Голубов Б.Н. Последствия техногенной дестабилизации недр астраханского газоконденсатного месторождения в зоне подземных ядерных взрывов // Геоэкология. 1994. №4. С.25-42.

PALEOECOLOGICAL HABITAT CONDITIONS OF THE NEOLITHIC AND BRONZE AGE TRIBES IN THE SANDS OF THE VOLGA-URAL INTERFLUVE

©2014

I.V. Ivanov, Doctor of Geographical Sciences

Institute of physicochemical and biological problems of soil science RAS, Pushchino(Russia)

I.B. Vasiliev, Candidate of History Sciences

Samara State Academy of Social Sciences and Humanities, Samara (Russia)

Annotation: Paleoeological conditions were reconstructed according to ancient soils, sediments, palynology and paleozoology. The nature of middle and late Neolithic Age roughly corresponded of modern semi-desert conditions, Eneolithic Age – more humid conditions of dry steppes. The development of landscapes and society in Ryn-Sands throughout the Holocene was broken-deflationary, repeatedly interrupted by periods of crises of aridization of the climate with active Eolian processes.

Keywords: Neolithic Age; Eneolithic Age; palaeoecology; paleo soil; broken-deflationary development of nature and society.

УДК 902.6

РАДИОУГЛЕРОДНОЕ ДАТИРОВАНИЕ ДРЕВНЕЙ КЕРАМИКИ

© 2014

М.А. Кулькова, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и геоэкологии
Российский государственный педагогический университет им.А.И.Герцена, С.-Петербург (Россия)

Аннотация: В статье рассматриваются проблемы радиоуглеродного датирования древней керамики. На примерах раннеэнеолитической керамики из памятников Восточной Европы обсуждаются основные вопросы, возникающие при радиоуглеродном датировании органики из керамики. Рассмотрены проблемы, связанные с различными источниками углерода в керамической матрице, методы пробоподготовки и влияние резервуарного эффекта на датирование.

Ключевые слова: неолит; радиоуглеродное датирование керамики; резервуарный эффект; конвенционное датирование; АМС; технология изготовления керамики.

Радиоуглеродное датирование древней керамики является ценным методом для исследования как в радиоуглеродном анализе, так и в археологии. Время изготовления и использования древних керамических изделий соответствует времени существования древних людей. Это наиболее массовый материал, который находят при раскопках неолитических стоянок. Различные органические материалы, используемые для радиоуглеродного датирования, такие, как уголь, кости, древесина, почвы,

не всегда относятся к тому же самому археологическому контексту или культурному слою, что и археологические находки. Время их существования может отличаться от времени находок материальной культуры, найденных вместе с ними, так как, например, органические остатки могут попасть в культурный слой в результате более поздних процессов переотложения и т.д. В то же время керамика является прямым свидетельством времени существования древних людей и индикатором

культурных процессов. Поэтому определение времени изготовления и использования керамических изделий необходимо для понимания хронологии культур и развития культурно-исторических событий.

Технология изготовления древней керамики и типологическая хронология

Керамика является первым искусственным материалом, который был разработан человеком. Появление керамических изделий в сфере деятельности древних людей – это инновация, новая форма организации труда, изменение в мыслительно-образном сознании древнего человека. Создание керамических изделий предполагает выбор подходящих сырьевых ресурсов, технику лепки и обжига. Древняя керамика является искусственным материалом, для изготовления которого используется естественное природное сырье и технологические приемы, разработанные человеком. Центральной проблемой в исследованиях до сих пор остается, например, различие «естественных» и «искусственных» примесей в формовочной массе. Роль примесей впервые была детально изучена А.Шепард [1, 2], затем Арнолд [3] и др. Для этой цели был использован метод петрографического исследования. Петрографическая и бинокулярная микроскопия остаются и сегодня основными инструментами для исследований древней керамики [4, 5]. Эти методы широко применяются для установления минерального состава теста и отощителя, структуры, способов формовки и обжига. Э.В. Сайко, Л.В. Кузнецова [6], И.С. Жушиховская, Б.Л. Залищак [7], Н.Н. Дубицкая [8] характеризуют некоторые особенности исследования керамических фрагментов в шлифах под микроскопом. В отличие от природных материалов, как отмечает Столтман [9], формовочный материал для изготовления керамики может состоять из пород различного состава и генезиса. Состав теста и отощителя могут иметь местный источник. Они также могут быть принесенными из других регионов.

Один из методов относительного датирования керамики основан на технологии изготовления глиняных изделий. Пластичность глин позволяет гончару создавать огромное разнообразие форм сосудов, с различной обработкой поверхности и нанесением орнаментов, использовать большой выбор комбинаций глиняного теста и отощителей. Изменчивость в керамических стилях может быть хронологически упорядоченной. Определение стилистического изменения во времени дает археологам возможность реконструировать относительные хронологические стили и устанавливать временные рамки, основанные на перекрестном датировании на основе орнаментации [10]. Для создания детальной типологической хронологии требуется хорошее понимание стратиграфии памятника. Стилистическое датирование также может быть весьма субъективно, поэтому типологическое датирование представляет собой в большей степени относительное, не абсолютное датирование, но на данный момент времени является одним из самых распространенных индикаторов определения возраста культур в рамках культурных хронологий.

Радиоуглеродный анализ и его применение для датирования древней керамики

Прямое ^{14}C датирование по углероду из матрицы археологической керамики впервые было применено в 1950-х, ранних 1960-х годах [11, 12, 13, 14]. В то время для радиометрического метода радиоуглеродного датирования требовалось значительное количество углерода (около 1 г). В 1990-х годах с развитием АМС датирования технология прямого датирования керамики упрощается. В настоящее время можно использовать очень незначительное количество углерода, извлеченное из внутренней части или с поверхности керамического черепка с помощью физических или химических методов [3]. Наиболее корректными источниками углерода для радиоуглеродного датирования керамики являются: 1) углерод, содержащийся в органике, которая образует

ся на поверхности черепка в результате приготовления пищи или сажа при обжиге; 2) органические отщиптели, которые добавляются в тесто при изготовлении горшков. Однако в керамике также может содержаться углерод, попавший в нее из других источников, которые по времени могут существенно отличаться от этих источников.

Предварительная химическая пробоподготовка для радиоуглеродного датирования включает ряд химических процедур для удаления углерода, который попадает в образец в результате последующих процессов захоронения в почве или для удаления карбонатных примесей. Методика химической пробоподготовки является одинаковой как для АМС датирования, так и для традиционных методов [15]. Первоначально образец керамики растирается в ступке, затем промывается дистиллированной водой и обрабатывается последовательно в кислоте-дистиллированной воде – щелочи – дистиллированной воде – кислоте, дистиллированной воде и высушивается в сушильном шкафу при температуре 105°C . В результате химической обработки удаляются изолированные органические комплексы, которые попали в образец из грунтовых вод и других внешних источников. В соответствие с количеством углерода, который остается после пробоподготовки, содержание радиоуглерода может быть определено методом сцинтилляционной радиометрии (как правило, > 0.2 г. С) или методом ускорительной масс-спектрометрии в случае небольших количеств. Процентное содержание углерода может быть определено по оценке первоначального содержания углерода в образце и после пробоподготовки [15]. Зайцева Г.И. и соавторы [16] предлагают другой метод предварительной пробоподготовки: образец растирается до частиц диаметром 10-22 мм, обрабатывается 0.5N плавиковой кислотой в тефлоновом контейнере 2-5 часов при комнатной температуре. В начальной и конечной стадии проводится обработка в ультразвуковой ванне в течение 10 мин.

Процедура АМС датирования описана различными авторами [17, 18]. После предварительной обработки из образцов получают CO_2 . Образцы помещаются в трубку из кварцевого стекла, 350 мм длиной и 9 мм внешний диаметр, содержащую 500 мг CuO . Затем из трубки откачивают воздух до образования вакуума и запаивают до длины трубки 300 мм. Трубка нагревается до температуры 900°C в течение 2 часов, для того чтобы полностью перевести весь углерод в CO_2 . Полученный CO_2 очищается криогенно в вакуумной линии и восстанавливается до графита на катализаторе из пудры чистого железа, около 2 мг в присутствии водорода. Графитовые пробы помещаются в алюминиевую мишень для АМС ^{14}C датирования. Для измерений могут быть использованы различные АМС установки.

Техника традиционного конвенционного датирования керамики была рассмотрена Г.И. Зайцевой и соавторами [16]. Некоторые аспекты конвенционного метода датирования керамики также были рассмотрены другими авторами [17, 19, 20]. Для датирования керамики с помощью жидкостного сцинтилляционного счетчика отбираются образцы керамики от 200 до 400 г., содержащие углерод 1-3%. Образцы после предварительной обработки высушиваются и смешиваются с диоксидом марганца в специальном стальном реакторе с титановым стаканчиком. В процессе «вакуумного пиролиза» пары углекислого газа соединяются с литием, образуя карбид лития. Бензол синтезируется при разложении карбида лития, образуя ацетилен, который затем полимеризуется с образованием бензола на ванадиевом катализаторе [21, 16]. Измерения активности радиоуглерода проводятся с использованием низкофонового сцинтилляционного счетчика Quantulus 1220.

Эксперименты по датированию керамики дают противоречивые результаты [22, 17]. Иногда радиоуглеродные даты, полученные по углероду из керамики, не

совпадают с радиоуглеродными датами, полученными по другим органическим материалам из того же самого археологического контекста. Тем не менее, некоторые исследователи считают, что углерод из керамики может использоваться для радиоуглеродного определения возраста керамики [20].

Проблемы радиоуглеродного датирования керамики

В последнее время проведение широкомасштабных исследований по датированию керамики выявило некоторые проблемы, возникающие в процессе радиоуглеродного датирования. Во-первых, керамический фрагмент может быть загрязнен более молодым углеродом из почв или отложений, в которых он был погребен [23]. Во-вторых, в аридных климатических условиях в порах керамики могут образоваться вторичные карбонаты. Более древние карбонаты могут также встречаться в составе керамического теста, в глинах или входить в качестве отошителя в виде раковин, карбонатных пород или минералов. В этих случаях такие загрязнения могут удаляться методами химической предварительной пробоподготовки [24, 22, 15]. Эффективность этого процесса зависит от типа керамики, методик и продолжительности пробоподготовки (15, 22, 23, 17). Как отмечает Де Атлей [19], одной из основных проблем при датировании керамики является понимание источников углерода в керамической матрице.

Одним из основных источников углерода в керамике является так называемый «геологический» углерод из глин, которые применялись для изготовления керамики. Примитивные гончары могли использовать широкий набор глин, включающих большое количество разнообразных углеродсодержащих веществ. Они могут существенно изменять возраст, удревяняя его, если вещество для изготовления глиняной посуды выбиралось из более древних источников. Естественные природные органические вещества, которые содержатся в глинах, могут сохраняться при температурах обжига [25].

Второй источник – это углерод, который извлекается из органического отошителя. Углерод в отошителе встречается в виде различных материалов – травы, навоза, соломы, кальцита, раковин. Наземные источники углерода могут являться хорошим материалом для датирования глиняной посуды. Материал раковин представляет проблему для датирования. Для морских раковин возможен морской резервуарный эффект. Для пресноводных раковин – эффект жесткости воды, хотя для наземных видов захват карбоната кальция также может отмечаться.

Третьим источником можно считать углерод внутри черепка, который был захвачен из атмосферы в результате обжига глины. Главным образом, это углерод, который попадает внутрь черепка при его обжиге в результате сжигания топлива. В этом случае частички углерода в виде сажи и смога абсорбируются порами черепка. Сажа может быть загрязнена более молодым углеродом из почв в процессе захоронения фрагмента горшка. В то же время возраст сажи может быть более древним, если при обжиге посуды использовалось более древние древесина или торф в качестве топлива.

Четвертым источником углерода являются сажа и нагар на керамике, которые образуются в процессе приготовления пищи. Как отмечают Херон и соавторы, [26] миграция почвенных липидов в поры глиняной посуды, долго находящейся в почве, является незначительной и не оказывает влияние на загрязнение органических остатков на стенках сосуда. Сохранение липидов в порах микроструктуры сосуда, как показали исследования, было хорошим, их состав совпадал с составом липидов пищи. Авторы указывают, что черепок должен иметь достаточно большое количество абсорбированных, хорошо сохранившихся остатков пищи для ^{14}C датирования. В этом случае также нельзя не учитывать влияние резервуарного эффекта.

Пятым источником углерода являются вторичные загрязнения, появляющиеся при захоронении черепка в почвах. Это такие же загрязнения, как и для других объектов радиоуглеродного датирования. Они могут включать гумусовые кислоты, липиды, корешки и т.д. Радиоуглеродное датирование гуминовых кислот, извлеченных из образца и остаточной фракции, которая включает углерод из глин, как правило, показывает ошибочный возраст.

Эти проблемы могут быть решены в результате исследования технологии изготовления керамики и применения необходимых методов предварительной очистки и пробоподготовки.

Перспективы датирования древней керамики

При рассмотрении основных этапов изготовления сосуда и его использования можно охарактеризовать и оценить основные источники поступления углерода в глиняное тесто керамического сосуда. Исследования технологии изготовления сосуда могут помочь в понимании процессов, в результате которых не «археологический» углерод разного возраста мог попасть внутрь керамического материала. Это может помочь в объяснении различий в определении возраста керамики. Основным вопросом радиоуглеродного датирования является проблема того, как отделить «археологический» углерод из керамики от «геологического» углерода более древнего возраста и более молодого углерода, абсорбируемого керамикой в результате захоронения. Рассмотрение основных этапов гончарной технологии и использования сосуда дает возможность оценить основные источники поступления углерода в керамику. Древние гончары использовали различные глины, в состав которых могли входить разные органические соединения для изготовления глиняных сосудов. Как правило, источники сырья, которое выбирали для изготовления посуды древние гончары, располагались в непосредственной близости от поселений. Это могли быть озера, речные, морские или почвенные отложения. Возраст этих отложений мог соответствовать времени изготовления сосуда или быть более ранним. Обжиг керамики эпохи неолита проводился в костровых условиях или в примитивных печах, при температуре не выше 900°C . Наряду с органическим углеродом керамическое тесто может содержать другие более древние неорганические включения, например, карбонаты. Карбонаты разлагаются в процессе обжига, но их неполное удаление может влиять на определение возраста. В этих случаях очень важно оценить генезис отложений и относительный возраст сырья, используемого древними гончарами. Также важно оценить генезис отошителей, которые использовались для керамического теста. Анализ источников материалов, используемых для изготовления глиняной посуды, дает понимание возможных ошибок при радиоуглеродном датировании керамики.

Для отделения «геологического» углерода от «археологического» некоторыми авторами была предложена процедура выделения разного по степени связи углерода при различных температурных режимах. Эксперименты [19] показали, что углерод, который был связан во времени с процессом обжига сосуда или приготовлением пищи, выгорает при температуре от 500 до 800°C . Для выгорания «геологического» углерода нужны более высокие температуры, выше 800°C . По данным исследований, [17] в черепках черного и коричневого цвета выделение углерода при низких температурах (400°C) уменьшает загрязнение более древним углеродом их глинистой матрицы. Такие эксперименты и исследование источников углерода для органики из керамики среднего неолита из района пустыни Сахары были проведены Мессили с соавторами [20]. Полученные данные позволили создать надежную хронологию для неолитических памятников этого региона на основе радиоуглеродного датирования керамических фрагментов. Авторы отмечают слабое влияние углерода, свя-

занный с глинистой матрицей, на значения радиоуглеродного возраста, подобно тем исследованиям, которые проводились ранее в других регионах Африки, южнее Сахары [27]. Эти исследования также подтверждают, что органический отощитель может использоваться для радиоуглеродного датирования керамики, и полученные результаты дают надежные определения возраста. Определения $\delta^{13}\text{C}$ в керамике изменялись от -22.2% до -17.7% для образцов, относящихся к памятникам доскотководческого типа и от -19.6% до -15.7% в образцах из памятников скотоводческого типа. Резервуарный эффект в этом случае может быть исключен. Содержание углерода в образцах из памятников доскотководческого типа от 0.33% до 1.20% и от 0.34% до 2.90% для образцов из памятников скотоводческого типа. Сдвиг в значениях $\delta^{13}\text{C}$ от более негативных значений к менее негативным отражает общее увеличение аридности климата, которое отражается в изменении геохимических характеристик растительности, которая была обнаружена в керамике. Полученные по органике из керамики радиоуглеродные даты подтверждают, что этот подход можно применять для создания более детальной хронологии культур, построенной на основе типологического анализа керамики.

Таким образом, выделение углерода из керамического черепка методом сжигания с регулируемыми параметрами температуры для последующего перевода в счетную форму является одним из решения проблемы датирования керамики. Некоторые проблемы загрязнения старым или молодым углеродом в черепке могут быть решены с помощью предварительной химической обработки на начальной стадии прободготовки образца.

Наилучшие результаты были получены с помощью комбинации различных методов, таких, как исследования технологии изготовления керамики и датирования. Исследования технологии изготовления керамики и источников сырья были проведены для некоторых археологических памятников Восточной Европы. Условия захоронения глиняных черепков также были рассмотрены в этом контексте.

Для памятников лесной зоны Восточной Европы анализы геохимического состава фрагментов керамики и отложений показали, что источниками сырья для изготовления керамики служили отложения из озерных бассейнов, расположенных, как правило, вблизи поселений. По типологии и технологии изготовления раннеолитическая керамика из памятников Двинско-Ловатского междуречья имеет аналогии с керамикой из памятников нижних слоев Ракушечного Яра, Деснинской культуры, ранней стадии Буго-Днестровской культуры, Елшанской культуры и культур бассейна Среднего Дона степных и лесостепных регионов Восточной Европы. Исследования одного из самых ранних неолитических памятников Восточной Европы – Ракушечный Яр – показали, что древние люди, существовавшие на этом поселении, имели большой опыт в изготовлении глиняной посуды, в выборе сырья, в рецептуре керамического теста [28]. Такие особенности технологий изготовления глиняной посуды могут быть интерпретированы, как культурные традиции. Технологии изготовления раннеолитической керамики были более консервативны в северных районах лесной зоны, таких, как Двинско-Ловатское междуречье. Результаты изучения глиняного сырья в регионе памятника Ракушечный Яр, так и для Двинско-Ловатского междуречья, показали, что для изготовления керамики использовались местные озерные или речные отложения, возраст которых соответствует времени их изготовления и использования. Керамика из памятника Ракушечный Яр была датирована традиционным методом [16]. Радиоуглеродный возраст органики из внутренней части керамики из слоя 19 соответствует 7020 ± 80 BP (Ki-15190) [28]. Возраст углистой почвы из нижней части этого слоя 7320 ± 70 BP (Ki-15943). Радиоуглеродный возраст, полученный по нагару

для керамики из этого же слоя методом АМС датирования 7156 ± 41 BP ($-28,0\%$ $\delta^{13}\text{C}$) (Ua-41364) (рис.1). Зона перекрытия калиброванного возраста этих дат находится в диапазоне от 6050 до 5860 кал до н.э. (2σ). Петрографический анализ черепка (рис. 2, 3) дал возможность определить состав глины и отощителя и установить условия обжига. Керамика тонкостенная (7 мм), плотная. Внешняя поверхность покрыта глиняной поливой и заглажена. Для изготовления керамики были использованы гидрослюдистые глины с большим количеством органических и железистых включений. В качестве отощителя был добавлен алевроит (10%) и шамот (высушенная и растертая глина). В состав алевроита входит кварц, полевой шпат. Пористость около 15%. Это удлиненные поры, в результате выгоревшей растительности, до 3 мм. Температура обжига от 650 до 750°C , обжиг долговременный. Реконструкция распределения водных растений внутри черепка была сделана с помощью микротомографии. Визуализация остатков водных растений в продольном сечении показана на рис. 4. Глинистые отложения, богатые органикой по данным геохимических исследований отложений, были отображены в пойменной части р.Дон, и соответствуют времени изготовления сосуда. Содержание углерода в образце керамики 5% по данным CS анализа. Можно отметить, что радиоуглеродный возраст, полученный для керамики этого типа, имеет хорошее соответствие с другими датами и типологией керамики.

Другой важной проблемой, оказывающей влияние на возраст керамики, является резервуарный эффект, если сосуд использовался для приготовления пищи или в нем готовилась рыба или морепродукты [29]. Данные по стабильным изотопам углерода и азота в керамике и пищевом нагаре являются индикаторами определения типа пищи [30]. Например, радиоуглеродный возраст, полученный АМС и методом конвенционного датирования для керамики и нагара из памятника Варфоломеевка, слой 2В (Прикаспий), показывают хорошую корреляцию и соответствуют типологической хронологии, относящейся к периоду около 7700-7100 BP. Данные по $\delta^{13}\text{C}$ по органике из керамики $-28,0\%$, радиоуглеродный возраст для этого образца 7034 ± 41 BP (Ua-41362). Конвенционный возраст для керамики этого типа 6980 ± 90 BP (Ki-14369) [31] (рис.5). Зона перекрытия для калиброванного возраста находится в пределах от 6000 до 5820 cal BC (2σ). В этом случае резервуар эффект незначителен.

В других случаях, когда в глиняном горшке готовилась пища из рыбы или морепродуктов, которые были определены на основе $\delta^{13}\text{C}$, возраст керамики был древнее возраста относительно типологической хронологии. По нагару керамики из памятника Имерка 7 (зубчатый тип керамика) было получено две даты методом АМС. Первая дата 6546 ± 60 BP ($\delta^{13}\text{C} = -25\%$) (Hela-3253) получена по нагару после предварительной химической обработки. Вторая дата получена для гуминовых кислот (Hela-3253/H) 6694 ± 45 BP ($\delta^{13}\text{C} = -31\%$), выделенных при прободготовке из этого нагара. Эти результаты показали, что в составе гуминовых кислот содержался более древний углерод, источником которого могли быть водные растения, имеющие резервуарный эффект. Другие радиоуглеродные даты, полученные для этого типа керамики в других лабораториях являются более молодыми - 6270 ± 80 BP (Ki-15097) для органики из керамики, 6200 ± 50 BP (Poz-2651) для нагара [32, 33] (рис.6). Можно отметить, что в данном случае, большую роль играет предварительная химическая обработка керамики для датирования.

Керамика из памятника Тентексор 1 содержала в своем составе примесь раковины. Корректная радиоуглеродная дата была получена после предварительной химической обработки этого фрагмента. Фрагмент керамики был разделен на внутреннюю часть (терракотовая керамика красного цвета) и внешнюю (черного

цвета) часть [16]. Раковины были выделены из керамического теста. После предварительной обработки оба образца – раковины и черная внешняя часть керамики были продатированы АМС методом. Радиоуглеродный возраст раковин составил 7235 ± 45 BP с $\delta^{13}\text{C} = -13,3\text{‰}$ (Ua-35226). Радиоуглеродный возраст образца керамики 6695 ± 40 BP с $\delta^{13}\text{C} = -12,7\text{‰}$ (Ua-35227). Последняя дата почти полностью совпала с датой, полученной конвенционным методом датирования 6630 ± 80 BP (Ki-14137) (рис. 7). Ошибка возраста для раковин с коррекцией на резервуарный эффект составляет около 500 лет.

В случае если правильность радиоуглеродных дат по керамике зависит от резервуарного эффекта или пресноводного эффекта, необходима коррекция возраста, которая может быть сделана с помощью различных методов [34, 35].

Начиная с 2007 года, было получено около 250 радиоуглеродных дат по керамике, как АМС методом, так и конвенционным методом датирования [32, 33]. Типологический анализ для этих типов раннеолигитической керамики был хорошо разработан ранее. В большинстве случаев радиоуглеродные даты по керамике сравнивались с датами по другим органическим материалам из того же археологического контекста. В некоторых случаях полученные даты по керамике не совпадали с данными по керамической типологии и имели различия с датами по другим органическим материалам. Анализ серии радиоуглеродных дат по керамике дал возможность определить, что в тех случаях, когда использовались местные источники сырья и их возраст совпадал со временем изготовления и использования глиняного сосуда, радиоуглеродная дата, полученная по органике из керамики, является корректной. В этих случаях влияние резервуарного эффекта также было незначительным, и предварительная пробоподготовка была тщательно проведена. Ошибки возраста в остальных случаях должны быть рассмотрены более детально.

Несмотря на тот факт, что радиоуглеродное датирование керамики имеет много проблем, в основном, из-за наличия различных источников углерода, в большинстве случаев, возможно проводить корректное датирование керамики, как методом АМС, так и конвенционным методом радиоуглеродного датирования. В обоих случаях необходимо проводить дополнительные исследования керамических фрагментов.

1. Составы глины и отощителей керамики должны быть исследованы для того, чтобы определить источники отложений, из которых она была изготовлена. Определение возможных источников сырья может помочь определить их местное или импортное происхождение. Характеристики особенностей осадконакопления в районе исследуемых памятников являются важными для реконструкции относительного возраста формирования отложений. Данные по генезису глинистого сырья являются важными для корректного применения радиоуглеродного метода.

2. Одним из важных факторов для получения корректного радиоуглеродного возраста по керамическим фрагментам является тщательная предварительная химическая обработка керамики для того, чтобы удалить более древние и молодые углеродсодержащие загрязнители. Если глины имеют высокое содержание карбонатов или раковин, определение значений $\delta^{13}\text{C}$ должно быть выполнено после удаления карбонатов. Тщательная химическая пробоподготовка должна гарантировать удаление гуминовых кислот из поровой структуры керамической матрицы, также из пищевого нагара на керамике. После пробоподготовки общее содержание углерода в образце должно быть определено.

3. Определения $\delta^{13}\text{C}$ должны быть выполнены для углерода из керамических фрагментов. В случае показателей присутствия морского резервуарного эффекта или пресноводного эффекта необходимо провести процедуры по выявлению ошибки коррекции на возраст.

4. Метод температурного контроля при выделении углерода из керамики позволяет отделить «археологический» углерод от «геологического» углерода в процессе перевода образца в счетную форму.

5. Сравнение радиоуглеродного возраста керамики с относительным датированием керамики методом типологии позволяет контролировать корректность полученных дат. Также это может быть сделано на основе стратиграфического определения относительного возраста культурного слоя, в котором был захоронен керамический фрагмент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Shepard A.O. Ceramics for the archaeologist. Publication 609, Washington, 1956. P.414.
2. Shepard A. O. Preliminary notes on the paste composition of Monte Albán pottery. In (A. Caso, I. Bernal, and J. R. Acosta), La Cerámica de Monte Albán, Mexico City: Instituto de Antropología e Historia. 1967. P.477-484.
3. Arnold D. C. Mineralogical Analysis of ceramic materials from Quinua Department of Ayacicho. Peru. Archaeometry. 14(1). 1972. P.93-101.
4. Rice P.M. Pottery analysis. A sourcebook. Chicago and London: University of Chicago Press, 1987. P.559.
5. Rye S. Pottery Thechnology. Priciples and reconstruction. Manuals on archaeology. Owen. Taraxacum, Wahington, 1981. P.148.
6. Сайко Э.В., Кузнецова Л.В. Методологические основы исследования древней керамики // Реставрация, исследование и хранение музейных и художественных ценностей. Обзорная информация. Москва, 1977. 43 с.
7. Жушиховская И.С., Залишак Б.Л.. Петрографический метод в изучении древней керамики (на материале неолитических средневековых культур Приморья) // Методы естественных наук в археологическом иучении древних производств на Дальнем Востоке СССР. Владивосток, 1986. С.55-67.
8. Дубицкая Н.Н. Керамическое производство Белорусского Поднепровья в VIII в. до н.э. – V в.н.э. Минск, 2002, 191 с .
9. Stoltman J.B. The role of Petrography in the Study of Archaeological Ceramics. Earth Science and Archaeology. Edited by Paul Goldberg. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, 2001. P.297-326
10. Bonsal C., Cook G., Manson J.L., Sanderson D. Direct dating of Neolithic pottery: progress and prospects. Documenta Prehistorica XXIX. 2002. P.47-59
11. Ralph E.K.1959. University of Pennsylvania radiocarbon dates 3. Radiocarbon 1. P. 45–58.
12. Evans C., Meggers B.J. Use of organic temper for carbon 14 dating in lowland South America. American Antiquity 28(2), 1962. P.243–45.
13. Stuckenrath Jr. R. 1963. University of Pennsylvania radiocarbon dates VI. Radiocarbon 5, 82–103.
14. Taylor R.E., Berger E.. Radiocarbon dating of the organic portion of ceramic and wattle and daub house construction materials of low carbon content. Amer.Antiquity 33, 1968. P. 363-366.
15. Anderson A., Chappell J., Clark G., Phear S.. Comparative radiocarbon dating of lignite, pottery, and charcoal samples from Babeldaob island, republic of Palau. Radiocarbon 47(1), 2005. P. 1-9.
16. Zaitseva G., Skripkin V., Kovaliukh N., Possnert G., Dolukhanov P., Vybornov A. Radiocarbon dating of Neolithic pottery. Radiocarbon 51(2), 2009. P.795–801.
17. Delqué- Količ. E. Direct radiocarbon dating of pottery: selective heat treatment to retrieve smoke-derived carbon. Radiocarbon 37(2), 1995. P.275–84.
18. Nakamura T., Taniguchi Y., Tsuji S., Oda H. Radiocarbon dating of charred residues on the earliest pottery in Japan. Radiocarbon 43(2B), 2001. P. 1129–1138.
19. De Atley S.P. Radiocarbon dating of ceramics materials: Progress and prospects. Radiocarbon 22 (3), 1980. P.987-993
20. Messili L., Saliège J.F., Broutin J., Messenger E.,

Hatté Ch., Zazzo A.. Direct ^{14}C dating of early and mid-Holocene Saharan pottery. Radiocarbon 55 (2-3), 2013. P.1391-1402.

21. Skripkin V.V., Kovalyukh N. N. Recent developments in the procedures used at the SSCER laboratory for the routine preparation of lithium carbide. Radiocarbon 40(1), 1998. P.211–214.

22. Hedges R.E.M., Humm M.J., Foreman J., van Klinken J., Bronk Ramsey C. Developments in sample combustion to carbon dioxide, and in the Oxford AMS carbon dioxide ion source system. Radiocarbon 34(3), 1992. P.306–11.

23. Stott A.W., Berstan R., Evershed R. P., Bronk Ramsey C., Hedges R.E.M., Humm M. J. Direct dating of archaeological pottery by compound-specific ^{14}C analysis of preserved lipids. Analytical Chemistry 75(19), 50, 2003. P.37–45.

24. Evin J., Gabasio M., Lefevre J.C. Preparative techniques for radiocarbon dating of potsherds. Radiocarbon 31(3), 1989. P.276–83.

25. Johnson J.S., Stipp J.J., Tamers M.A., Bonani G., Suter M., Wolffli W. Archaeologic sherd dating: Comparison of thermoluminescence dates with radiocarbon dates by beta counting and accelerator technique. Radiocarbon 28 (2A), 1986. P.719-725.

26. Heron C. L., Evershed R. P., Goad L. J., Denham V. New Approaches to the Analysis of Organic Residues from Archaeological Remains. In Archaeological Sciences 1989, edited by P. Budd, B. Chapman, R. Janaway and B. Ottaway. Oxbow Monograph 9. Oxford, 1991. P. 332- 339.

27. Sereno P.C., Garcea E. A. A., Jousse H., Stojanowski C. M., Saliège J-F., Maga A., Ide O.A., Knudson K. J., Mercui A. M., Stafford T. W. Jr., Kaye T. G., Giraudi C., N'siala I. M., Cocco E., Moots H. M., Dutheil D. B., Stivers J. P. Lakeside cemeteries in the Sahara: 5000 years of Holocene population and environmental change. PLoS ONE 3(8), 2008. P.2995.

28. Мазуркевич А.Н., Долбунова Е.В., Кулькова М.А. Древнейшие керамические традиции Восточной Европы. Российский археологический ежегодник, 3, 2013. С.27-108.

29. Fischer A., Heinemeier J. Freshwater reservoir effect in ^{14}C dates of food residue on pottery. Radiocarbon 45 (3), 2003. P.449-466.

30. Hart J.P., Lovis W.A., Schulenberg J. K., Urquhart G.R. Paleodietary implications from stable carbon isotope analysis of experimental cooking residues. Journal of Archaeological Science 34, 2007. P.804–13.

31. Vybornov A., Zaitseva G., Kovalyukh N., Kulkova M., Possnert G., Skripkin V. Chronological problems with neolithization of the northern Caspian Sea area and the forest-steppe Povolzhye region, Radiocarbon 54 (3–4), 2012. P. 795–799.

32. Выборнов А.А. Неолит Волго-Камья. Самара: СГПИУ, 2008. 490 с.

33. Vybornov A., Koltsov P., Kulkova M., Morgunova N., Surkov A., Smolyaninov R., Yudin B., Goslar T., Oinonen M., Possnert G. A radiocarbon chronology for the Neolithization of the Volga and Don river basin. Radiocarbon. In print.

34. Hart J. P. A. Model for Calculating Freshwater Reservoir Offsets on AMS-dated Charred, Encrusted Cooking Residues Formed From Varying Resources. Radiocarbon 56(4), in press. 2014.

35. Philippsen B., Kjeldsen H., Hartz S., Paulsen H., Clausen I., Heinemeier J. The hardwater effect in AMS ^{14}C dating of food crusts on pottery. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 268(7), 2010. P.995–998.

Исследования были проведены при поддержке фондов РФФИ 13-06-12057-офи-м и РГНФ 13-21-01003

ИЛЛЮСТРАЦИИ

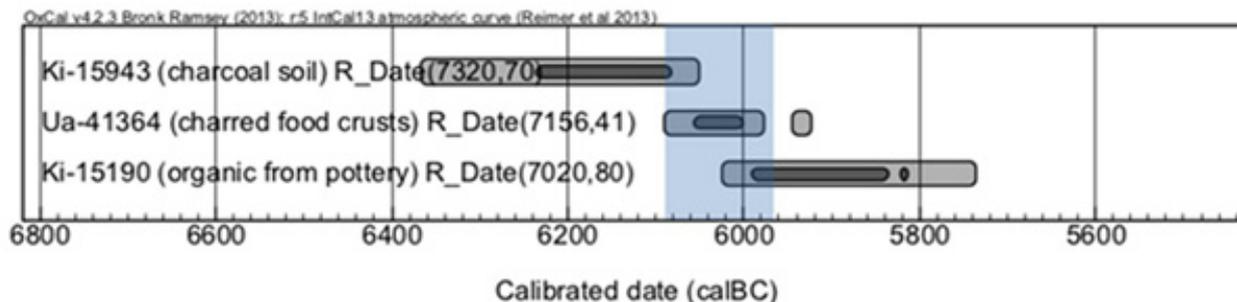


Рис. 1. Радиоуглеродные даты, полученные для органики из керамики, нагара и углистой почвы из слоя 19, Ракушечный Яр



Рис. 2. Венчик, обр. № 68

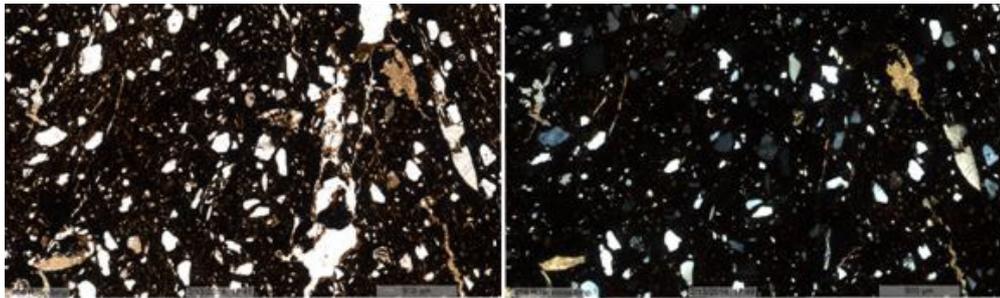


Рис. 3. Петрография обр. №68 в параллельных и скрещенных николях (500 мкм)

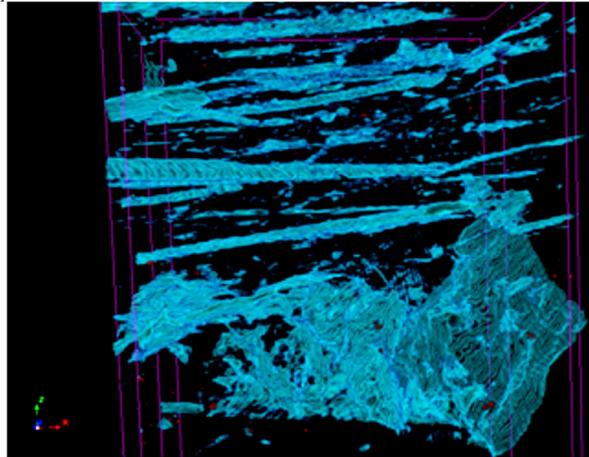


Рис. 4. Распределение водной растительности внутри черепка по данным микротомографии обр. № 68

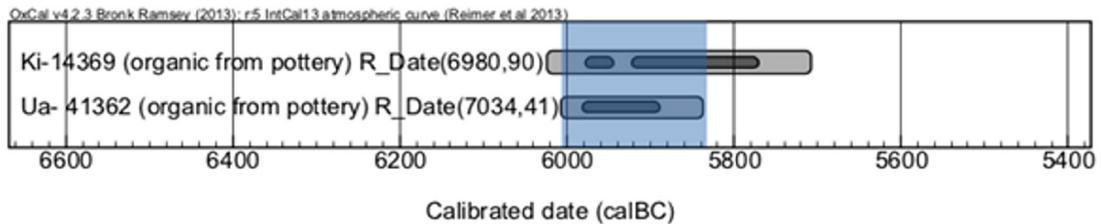


Рис. 5. Радиоуглеродный возраст органики из керамики (Варфоломеевка, слой 2В) по данным АМС и конвенционного методов

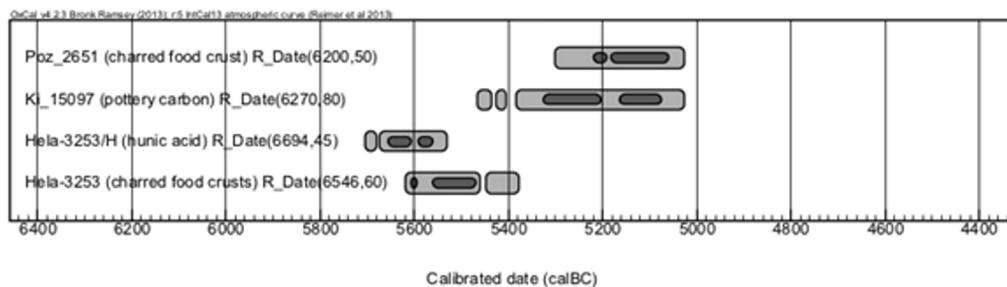


Рис.6. Радиоуглеродный возраст органики из керамики, нагара и гуминовых кислот из нагара по данным АМС и традиционного датирования (Имерка VII)

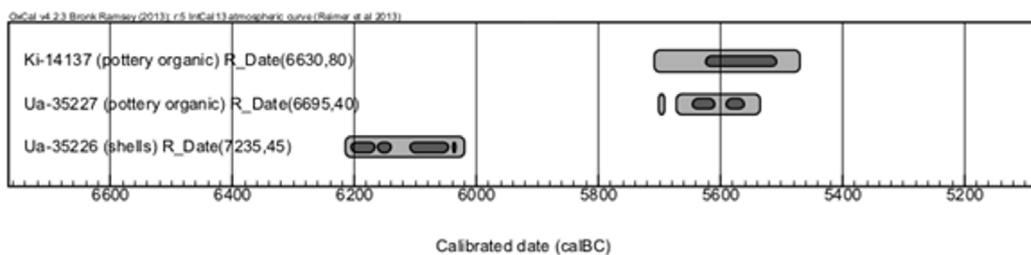


Рис.7. Радиоуглеродный возраст органики из керамики, нагара и раковин из керамики по данным АМС и традиционного датирования (Тентексор I)

RADIOCARBON DATING OF ANCIENT POTTERY

© 2014

M.A. Kulkova, candidate of geological and mineralogical sciences, associate professor of the Department of Geology and geocology
Herzen State University, St.Petersburg (Russia)

Annotation: The radiocarbon dating of ancient ceramics is an important aspect of investigations both the radiocarbon analysis and the archaeology. The time of a making and using of pottery corresponds directly with the time of the ancient people existing. In spite on that fact that the pottery radiocarbon dating has many problems because of different sources of carbon inside pottery, there is the possibility for correct radiocarbon dating with using both the AMS technique and the conventional technique. The main problem of pottery radiocarbon dating is how to separate intrinsic pottery carbon from older “geological” carbon and younger carbon absorbed by pottery pores during burial. The examination of basic stages of pottery making and using gives the possibility to assess the main sources of carbon entrance to a ceramic vessel. The compositional analysis of clay and temper that had been used for pottery making should be considered. The method of the temperature control during combustion should be applied in process of the radiocarbon dating. It is very important to supply the careful chemical pretreatment of ceramics with aim to remove the older and younger contaminations. The comparison of pottery dates obtained with the relative dating according to pottery typology should use for control.

The other problem of the radiocarbon dating of pottery is the reservoir effect if the freshwater and the seawater fish or seafood were used in a cooking process. If the clay has the high carbonate concentration or shells inside pot-sherds the determination of $\delta^{13}\text{C}$ should be done after carbonate removing. The careful chemical pretreatment of ceramics must guarantee the removing of humic acids forming after burial of pot-sherds and as well as in result of food cooking. The examination of $\delta^{13}\text{C}$ should be provided for organics from pot-sherds. The correction of radiocarbon age can be realized. If it is possible the total content of carbon should determine in pot-sherds as well. In article the examples of radiocarbon dating of pottery organics from early Neolithic sites of Eastern Europe was considered.

Keywords: Neolithic; radiocarbon dating of pottery; reservoir effect; conventional dating; AMS; pottery technology.

УДК902

КОМПЛЕКС ВЕРХНЕВОЛЖСКОЙ КЕРАМИКИ РАННЕНЕОЛИТИЧЕСКОГО СЛОЯ СТОЯНКИ ЗАМОСТЬЕ 2: ТИПОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ РАМКИ

© 2014

В.М. Лозовский, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник отдела палеолита

О.В. Лозовская, кандидат исторических наук, научный сотрудник
экспериментально-трасологической лаборатории

*Институт Материальной культуры РАН, С-Петербург (Россия),
Сергиево-Посадский музей-заповедник, Сергиев-Посад (Россия)*

Г.И. Зайцева, кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории
археологической технологии

Институт Материальной культуры РАН, С-Петербург (Россия)

Г. Поснерт, профессор, доктор, «Лаборатория Ангстром»,
Университет г. Упсала, Упсала (Швеция)

М.А. Кулькова, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и геоэкологии
Российский государственный педагогический университет им.А.И.Герцена Санкт-Петербург (Россия)

Аннотация: В работе дается характеристика комплекса ранненеолитической верхневолжской керамики стоянки Замостье 2. В результате проведенного анализа выяснилось, что подавляющее большинство фрагментов, найденных в ходе раскопок памятника, принадлежат первому этапу развития верхневолжской культуры – это керамика без орнамента и с тычково-накольчатой орнаментацией. Проведенное обширное радиоуглеродное датирование по разным видам материалов позволило определить время бытования верхневолжской культуры в рамках 6850 – 6200 л.н. Тем не менее небольшая серия дат, полученная по нагару на фрагментах керамики, демонстрирует более древний возраст по сравнению с основным массивом дат. Природа подобного удреждения в настоящий момент не совсем ясна.

Ключевые слова: ранний неолит, верхневолжская культура, Волго-Окское междуречье, радиоуглеродное датирование.

Стоянка Замостье 2 (Сергиево-Посадский р-н Московской области) занимает одно из ведущих мест в изучении мезолита и раннего неолита Волго-Окского междуречья не только в связи с превосходной сохранностью изделий из органических материалов, но и благодаря необычайно большому количеству других культурных остатков, найденных в ходе исследований памятника [1, 2, 3]. Одно из ведущих мест в этом списке принадлежит обширной коллекции верхневолжской керамики, происходящей из ранненеолитического культурного слоя памятника. Первая публикация комплекса верхневолжской керамики базировалась в основном на материалах раскопок 1989-1991 гг. [2] без учета исследований 1995-2000 гг. Отдельное исследование технологии изготовления было проведено для комплекса

керамики без орнамента [4]. В настоящей работе нами приводятся данные по всему объему керамического материала, который был получен в ходе раскопок стоянки в 1989-1991 гг. и в 1995-2000 гг., а также происходящий из сборов в русле реки Дубны, которая размывает культурные слои памятника.

Вся коллекция ранненеолитической керамики стоянки Замостье 2 была проанализирована согласно типологии, предложенной Д.А. Крайновым и Е.Л. Костылевой [5, с. 169; 6; 7; 8]. В результате подтвердилось, что на древней стоянке преобладают два основных типа керамики: неорнаментированная керамика и керамика с тычково-накольчатой орнаментацией [2], которые принято считать наиболее архаичными в верхневолжской культуре. Более того, находки керамики с отрисками короткозубчатого