

РАДИОУГЛЕРОДНАЯ ХРОНОЛОГИЯ ПРОЦЕССА ЗАСЕЛЕНИЯ ПАМЯТНИКА ЧИЧА И БАЙЕСОВСКАЯ СТАТИСТИКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРЕРЫВИСТОГО ПЕРЕХОДА ОТ ЭПОХИ ПОЗДНЕЙ БРОНЗЫ К РАННЕМУ ЖЕЛЕЗНОМУ ВЕКУ (Западная Сибирь)
Й. Шнеевайс¹, Ф. Беккер², В.И. Молодин^{3,4}, Г. Парцингер⁶, Ж.В. Марченко^{4,5}, С.В. Святко⁷

¹*Институт истории материальной культуры РАН,
191186, Дворцовая набережная, 18, Санкт-Петербург, Россия*

²*Freie Universität Berlin, Department of Earth Sciences, Institute of Geographical Sciences, Physical Geography,
Malteserstr. 74-100, 12249 Berlin, Germany*

³*Алтайский государственный университет, 656049, ул. Ленина, 61, Барнаул, Россия*

⁴*Институт археологии и этнографии СО РАН, 630090, просп. Академика Лаврентьева, 17, Новосибирск, Россия*

⁵*Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова 2, 630090, Новосибирск, Россия*

⁶*Stiftung Preussischer Kulturbesitz, The president, Von-der-Heydt-Str. 16–18, 10785 Berlin, Germany*

⁷*14CHRONO Centre for Climate, the Environment and Chronology, Queen's University Belfast,
42 Fitzwilliam Street, Belfast BT9 6AX, Northern Ireland, UK*

Переход от поздней бронзы к раннему железному веку в Западной Сибири включал значительные культурные и политические изменения, которые проявились в возникновении протогородских поселений в лесостепи. На основании артефактов и общего социокультурного уровня развития хронология переходного периода определялась концом II—началом I тыс. до н.э. Более точное определение хронологии переходного времени в Западной Сибири затруднялось ввиду недостатка радиоуглеродных данных. В статье анализируется хронология перехода эпохи поздней бронзы к раннему железному веку на примере городища Чича — ключевом памятнике по этому периоду в регионе. Одним из основных аспектов нашей работы является оценка возможности хиатуса (перерыва) между комплексами эпохи поздней бронзы и напластованиями последующего переходного периода на городище. Наличие перерыва в развитии памятника может повлиять на интерпретацию культурных процессов в регионе. Для повышения точности радиоуглеродной хронологии с акцентом на возможной паузе были отобраны образцы из надежных стратиграфических контекстов, которые анализировались с использованием математического моделирования и байесовской статистики, включающей стратиграфическую информацию. Предложенная хронологическая модель поддерживает гипотезу о существовании перерыва (хиатуса) в самом конце II тыс. до н.э., незадолго до начала регулярной застройки поселения нового протогородского типа на месте заброшенного поселения эпохи поздней бронзы. Анализ чувствительности, включающий моделированный хиатус, подтверждает надежность предложенной модели. Исходя из нее, вероятным кажется полная смена населения на памятнике. Поселение протогородского типа, характерное для переходного периода, на Чиче не существовало долго. Скорее всего, оно перестало функционировать в связи с появлением в начале I тыс. до н.э. ранних кочевых культур в Южной Сибири. Таким образом, культурное развитие в рассматриваемый период, представлявшееся ранее непрерывным, прерывалось несколько раз.

Радиоуглеродная хронология, байесовская статистика, поселение Чича, Западная Сибирь

RADIOCARBON CHRONOLOGY OF OCCUPATION OF THE CHICHA SITE AND BAYESIAN STATISTICS FOR THE ASSESSMENT OF A DISCONTINUOUS TRANSITION FROM LATE BRONZE TO EARLY IRON AGE (West Siberia)

J. Schneeweiß, F. Becker, V.I. Molodin, H. Parzinger, Zh.V. Marchenko, and S.V. Svyatko

The Late Bronze to Iron Age transition in West Siberia involved significant cultural and political changes, which were reflected in the emergence of protourban settlements in the forest–steppe zone. The transition is roughly dated to the turn from the 2nd to the 1st mil. BC, mainly based on archaeological artefacts and on the general sociocultural development. A more precise radiocarbon dating for this transition was problematic mainly because of the general lack of data for West Siberia. This paper analyzes the chronology of the Late Bronze to Iron Age transition at Chicha, a reference site in the region for this period. The assessment of a possible hiatus between the Late Bronze Age and the following transitional period at Chicha is the key issue of our paper, as its presence may have far reaching cultural implications. To increase the precision of the radiocarbon chronology with focus on the possible hiatus, the samples from well-defined stratigraphic contexts were analyzed using Bayesian modeling incorporating stratigraphic information. The performed chronological modeling supports existing archaeological hypothesis of a hiatus at the very end of the 2nd mil. BC, just before the regular emergence of a new protourban settlement at the site of an abandoned Late Bronze settlement. A sensitivity analysis

including the simulated hiatus confirms the reliability of the model. A complete population change seems to be plausible. The protourban settlement of Chicha, typical of the transitional period, did not exist very long. With the emergence of the early nomadic cultures in the South Siberian steppes at the beginning of the 1st mil. BC, it most probably stopped functioning. The cultural development of that time, former believed to be continuous, was deeply interrupted several times.

Radiocarbon chronology, Bayesian statistics, Chicha settlement, West Siberia

ВВЕДЕНИЕ

Историко-культурный фон

На рубеже II и I тыс. до н.э. на фоне изменения климата в период перехода от бронзового к железному веку происходили глубокие культурные сдвиги практически во всех сферах общества [Молодин, 2010; Schneeweiß, Rjabogina, 2014]. Изменения климата отразились в распространении лесных ландшафтов на юг, что расширяло среду обитания охотников и рыболовов. Таким образом, закончилось относительно плавное развитие культур эпохи бронзы в лесостепной и степной полосе. В начале новой эпохи (IX/VIII в. до н.э.) мобильные кочевые племена довольно быстро распространились по азиатской степной зоне, пригодной для пастбищного скотоводства. Самые ранние свидетельства пребывания этих кочевников, начиная с I тыс. до н.э., на данный момент зафиксированы в Туве (Алтае-Саянская горная страна, Южная Сибирь) [Parzinger, 2004, 2006].

Однако появление нового культурного феномена — кочевых всадников — в разной степени повлияло на все степные и лесостепные районы. В Западной Сибири этот период (начало I тыс. до н.э.) относится к так называемому «переходному времени» [Молодин, 1979, 1985; Потемкина, 1985; Троицкая, 1985; Косарев, 1987; Борзунов, 1992; Членова, 1994]. Неизвестный ранее в западно-сибирской лесостепи новый тип поселений (большие, укрепленные городища с регулярной застройкой) становится характерной чертой этого периода. Скорее всего, эти инновации были влиянием южного степного населения и усложнением общеполитической обстановки в регионе [Parzinger, 2006; Молодин, 2008; Пилипенко и др., 2008]. Это влияние фиксируется в изменении материального облика культуры (в том числе в керамике) [Молодин, 2008]. Единичные примеры поселений подобного типа можно найти в южных пограничных районах [Маргулан, 1979; Parzinger, 2006]. В то же время на данный момент многие вопросы культурогенеза лесостепной полосы Западной Сибири в конце переходного периода — начале эпохи раннего железного века являются открытыми.

Определение точности хронологии переходного времени тесно связано с установлением хронологии для первых протогородских поселений в лесостепи. Эти поселения возникали, вероятно, в самом начале I тыс. до н.э. также внезапно, как и монументальные кочевые погребальные комплексы в Южной Сибири. В настоящее время по материалам Минусинской котловины (Южная Сибирь) получена довольно большая серия радиоуглеродных дат [Görsdorf et al., 2001; Svyatko et al., 2009], которая является основой для представления об абсолютной хронологии событий, протекавших в Южной Сибири и на юге Западной Сибири. Подробный анализ хронологического соотношения этих двух феноменов (появление кочевых обществ и поселений нового типа), которые фактически одновременно возникают в начале новой эпохи, является важной предпосылкой для решения вопроса об их происхождении.

Особое значение для решения вопроса о хронологической позиции переходного времени на юге Западной Сибири имеет определение абсолютной хронологии городища Чича. По материалам памятника получены ^{14}C даты из стратифицированных комплексов, которые являются первой значительной серией радиоуглеродных дат для археологических культур эпохи поздней бронзы и переходного к железу времени. Благодаря тому, что эта серия дат имеет надежную связь с поселенческим комплексом и стратиграфией, она позволяет заполнить лагуну в радиоуглеродной хронологии между датами Южной Сибири и Восточного Зауралья [Görsdorf et al., 1998; Schneeweiß, 2007; Зах и др., 2011; Molodin et al., 2012; Зах, 2012; Multidisciplinary..., 2013, Молодин и др., 2014].

Хронологическое моделирование и байесовская статистика

Использование байесовской последовательности является уже устойчивым подходом в археологической практике. Он позволяет комбинировать абсолютную хронологическую информацию, полученную естественно-научными методами (например, радиоуглеродные даты) и собственно археологическую информацию, например, стратиграфическую последовательность дат.

В отличие от классической статистики, байесовская позволяет включать в хронологическую модель качественную археологическую информацию, например, априорные допущения того или иного события. Априори — являются вероятностями, которые описывают отношение между двумя (или бо-

лее) датами. В радиоуглеродной хронологии моделируемая функция распределения дат (апостериорная функция распределения) строится на основе априорного распределения калиброванных ^{14}C дат и априорной археологической информации (введение в метод см. [Bayliss, 2009], математическое обоснование см. [Buck et al., 1996; Bronk Ramsey, 2009; Weninger, 2011]). Эти подходы (хронологическое моделирование и байесовский анализ) в принципе широко можно использовать во всех областях, касающихся вопроса распределения вероятностей [Held, 2008; Lee, 2012]. Также они находят применение в геологии, палеоклиматологии, геохронологии и стратиграфии: например, для уточнения хронологии озерных палеозаписей или геологических периодов [Bronk Ramsey et al., 2012; De Vleeschouwer, Parnell, 2014; Kennet et al., 2015].

Начало применения хронологического моделирования в археологии на основе байесовской статистики относится к 1990-м годам [Buck et al., 1992, 1996; van der Plicht, 1993; Bronk Ramsey, 1994, 1995; Christen, 1994; Christen et al., 1995] и нашло особую известность при переоценке уже устоявшихся хронологий [Bronk Ramsey et al., 2004; Friedrich et al., 2004, 2006; Höflmayer, 2012; Wiener, Earle, 2014]. При изучении истории поселений применение подходов, основанных на байесовской статистике, было использовано для успешного выявления одного или более hiatus между археологическими фазами (строительными горизонтами) [Vachand, 2008; Hamilton, 2010; Dye, 2011; Reide, Edinborough, 2012; Wardle et al., 2014]. Таким образом, байесовское хронологическое моделирование кажется подходящим инструментом для анализа предполагаемого hiatus в развитии памятника Чича (см. ниже). Тем не менее в упомянутых выше работах отсутствуют критические оценки моделируемых допущений (предпосылки моделей) как в археологической, так и в методологической частях [Steier et al., 2001; Bayliss et al., 2007; Weninger et al., 2010]. В нашем случае для установления хронологии городища Чича мы проводили критический анализ на всех этапах моделирования.

Памятник Чича. Общая характеристика

Городище Чича расположено на юге Западно-Сибирской низменности (южная часть Барабинской лесостепи) на берегу оз. Малая Чича ($54^{\circ}43'11''$ с.ш. $78^{\circ}35'27''$ в.д., рис. 1, 2, а). Первые исследования на памятнике были проведены в 1979 г. [Молодин, 1985; Молодин и др., 1999]. Новый этап изучения объекта относится к 1999—2003 гг. В этот период в рамках совместного российско-германского проекта на памятнике Чича проходили масштабные комплексные исследования [Молодин и др., 2001а, б, 2002, 2004; Molodin et al., 2001, 2002; Schneeweiß, 2007; Молодин, Парцингер, 2009]. Общая исследованная площадь составила 3500 кв. м, которая включала 21 жилище (котлованы полуземлянок), оборонительные структуры (рвы) и несколько захоронений. Археологическим работам предшествовали геофизические исследования (магнитометрия) на площади 17,6 га, которые на территории 5 га выявили план масштабного многократно укрепленного поселения с четкой планировкой зданий, а также некрополь [Becker, Fassbinder, 1999; Молодин и др., 1999, 2001а, б]. Согласно выявленному геофизическому плану, поселенческие структуры на памятнике были условно разделены на «цитадель» и «периферию». «Цитадель» — прибрежная внутренняя часть памятника на площади около 6500 кв. м., окруженная рвом С (см. рис. 2, б) и единственная нераспаханная его часть. К «периферии» относится основная, распашанная площадь памятника с регулярной упорядоченной застройкой и двумя внешними рвами. По отношению к «цитадели» — это внешняя часть структуры памятника. На настоящий момент остатки древних сооружений (в том числе ров) на поверхности сохранились только в зоне «цитадели». На основе полученной серии радиоуглеродных дат, а также по данным сравнительно-типологического анализа бронзовых предметов, памятник был отнесен в эпоху поздней бронзы — переходного от бронзы к железу времени и датирован XIV–IX/VIII вв. до н.э. [Schneeweiß, 2007; Молодин, Парцингер, 2009].



«Цитадель» — прибрежная внутренняя часть памятника на площади около 6500 кв. м., окруженная рвом С (см. рис. 2, б) и единственная нераспаханная его часть. К «периферии» относится основная, распашанная площадь памятника с регулярной упорядоченной застройкой и двумя внешними рвами. По отношению к «цитадели» — это внешняя часть структуры памятника. На настоящий момент остатки древних сооружений (в том числе ров) на поверхности сохранились только в зоне «цитадели». На основе полученной серии радиоуглеродных дат, а также по данным сравнительно-типологического анализа бронзовых предметов, памятник был отнесен в эпоху поздней бронзы — переходного от бронзы к железу времени и датирован XIV–IX/VIII вв. до н.э. [Schneeweiß, 2007; Молодин, Парцингер, 2009].

Рис. 1. Расположение памятника Чича (центральная часть Северной Евразии, Западная Сибирь).

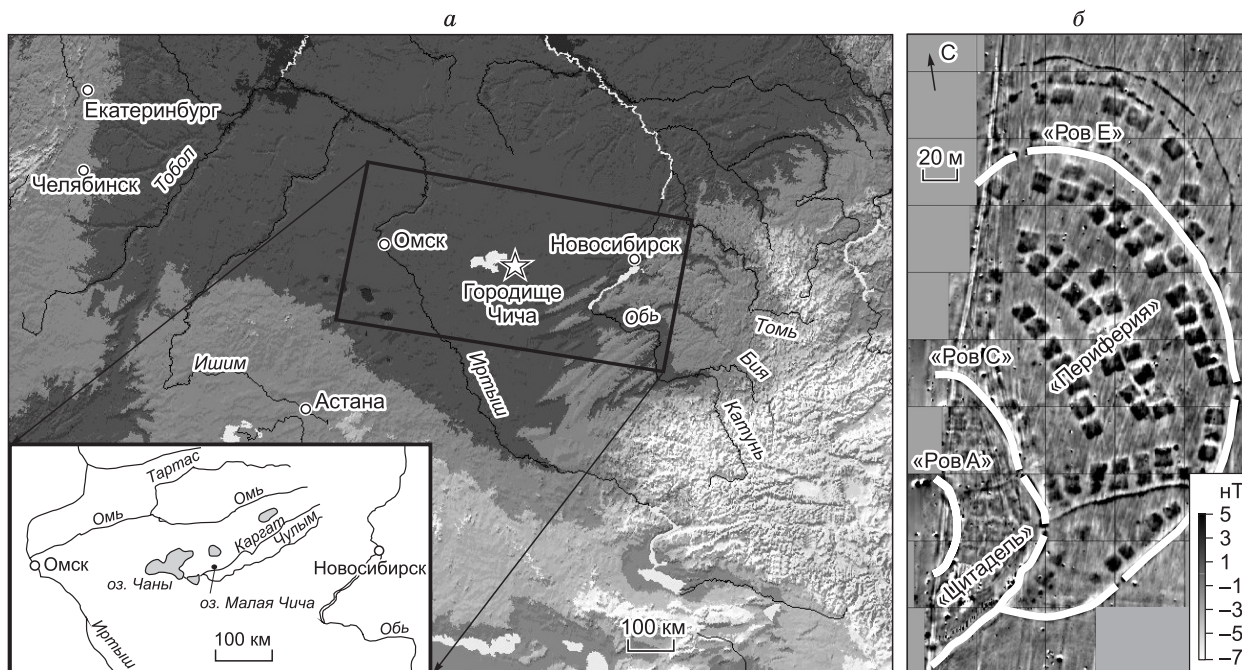


Рис. 2. Расположение памятника Чича на территории Западно-Сибирской низменности в междуречье Оби и Иртыша (а) и магнитограмма поселения с планиграфическим разделением на «цитадель» и «периферию» (б).

Геофизические измерения произведены Г. Беккером и Й. Фассбиндером в июне 2000 г. двумя цезиевыми магнитометрами SMARTMAG SM4G-Special Duo-Sensors с чувствительностью 0.01 нТ (10 рТ) в режиме регистрации градиентного сигнала каждые 0.1 с интервалом 10 см [Молодин и др., 2001а].

Анализ планиграфии, стратиграфии, артефактов (главным образом керамики и бронзовых изделий) и естественно-научных данных позволил разработать относительную хронологию памятника и выделить основные этапы в его развитии [Молодин и др., 2003; Schneeweiß, 2007; Молодин, Парцингер, 2009]. При этом подходы в выделении количества фаз у исследователей немного отличались. Часть исследователей, основываясь в большей степени на анализе динамики пространственного освоения территории памятника, выделяли четыре основные строительные фазы и шесть субфаз для периода эпохи поздней бронзы и переходного времени [Молодин и др., 2003]. Из них фазы 1 и 2 относились к «цитадели», а 3 и 4 — к «периферии». Зона «цитадели» была преимущественно освоена населением эпохи поздней бронзы (носителями ирменской культуры). В то время как зона «периферии» была соотнесена главным образом с пришлым населением с другими типами керамики. Второй подход в большей степени опирался на хроностратиграфическо-типологический анализ керамического комплекса памятника [Schneeweiß, 2007]. Согласно этому подходу, были выделены три основные последовательные фазы: эпоха поздней бронзы (фаза 1), переходного от бронзы к железу времени (фаза 2), эпоха раннего железного века (фаза 3)¹. В этом случае фаза 2 охватила в основном всю территорию памятника, в то время как фазы 1 и 3 ограничивались в большей мере зоной «цитадели». Однако могильник эпохи поздней бронзы (фаза 1) был расположен вне «цитадели» и пространственно пересекался с «периферийной» частью [Schneeweiß, 2007]. К практически такому же результату приводил подробный анализ вещевого комплекса памятника [Молодин, Парцингер, 2009].

Таким образом, по существу, все подходы характеризуют одни и те же периоды развития памятника. Дискуссионными являются два момента. 1. Хронология перехода от первого этапа (поздняя бронза) ко второму (переходное время от бронзы к железу). 2. Понимание позднеирменской культуры либо как самостоятельной культуры переходного времени от бронзы к железу [Молодин, 1985; Молодин, Парцингер, 2009], либо как поздний этап ирменской культуры поздней бронзы [Матвеев, 1993; Schneeweiß, 2007]. В рамках данной статьи мы анализируем хронологическое соотношение двух основных этапов памятника и не касаемся дискуссии об отдельных культурных компонентах. Здесь будет рассмот-

¹ Культурные слои эпохи раннего железного века (фаза 3, по [Schneeweiß, 2007]) выходят за рамки данной работы, поэтому здесь не рассматриваются.

рен характер перехода от первого ко второму этапу существования памятника и связанный с этим вопрос о его датировании. Эта проблема включает и вопрос о прекращении (хиатусе) на некоторое время заселения на Чиче между этапами 1 и 2. Другим важнейшим аспектом данной статьи является датирование момента возникновения «периферии» — части памятника с новой для лесостепи планировкой протогородского типа. Этот тип поселений маркирует, вероятно, начало переходного от бронзы к железу времени в западно-сибирской лесостепи.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Стратиграфическая информация, пробоотбор и радиоуглеродное датирование

Данные стратиграфии имеют решающее значение в дискуссии о развитии памятника Чича. Ранее уже было отмечено, что землянки и полуземлянки, исследуемые в лесостепной зоне Западной Сибири, не могут рассматриваться в качестве закрытых комплексов. Отложения котлованов накапливались длительное время, в некоторых случаях в течение нескольких сотен лет [Грязнов, 1956; Матвеев, 1993; Schneeweiß, 2007]. Обычный темно-черный цвет культурных отложений и высокая степень биотурбации делает слои разного времени практически неразличимыми. Поэтому в жилищах на Чиче определить уровень пола можно только по наличию *in situ* находок или развалов сосудов. Заполнение рвов на памятнике, напротив, имеет четко различимую последовательность слоев, что позволяет получить надежные результаты при анализе данной стратиграфической информации, используя «матрицу Харриса» [Schneeweiß, 2007]. При этом всегда необходимо помнить, что значительная часть находок была перетолжена в результате тафономических процессов. Интерпретация археологической информации — главный, но не единственный аргумент для предположения о существовании хиатуса между этапами заселения на памятнике Чича в эпоху поздней бронзы и переходного времени. Непрямые свидетельства перерыва между фазами городища дают также данные типологического анализа керамики и палеозоологические источники. Таким образом, археологическая интерпретация стратиграфической последовательности с использованием «матрицы Харриса» является отправной точкой для моделирования абсолютной хронологии.

Наиболее полная стратиграфическая ситуация отразилась в разрезах рвов, расположенных в «цитадели». Заполнение рвов здесь часто перерезалось углубленными в них жилыми и хозяйственными постройками. Неоднократные перестройки сооружений приводили к значительному переотложению более древнего материала, что затрудняло хронологическую оценку слоев и структур, основанную только на находках. Пробоотбор всегда сопровождался тафономическими наблюдениями и осторожной оценкой происхождения проб. При этом выбирали максимально надежные участки стратиграфических контекстов. Однако не в каждом случае переотложение более ранних образцов можно было исключить полностью. В результате при расположении серии дат в стратиграфической последовательности единичные несоответствующие даты четко выделяются как противоречивые (например, Hd-24527) [Schneeweiß, 2007, Abb. 19]. Поэтому прежде чем включать даты в статистику и моделирование, проводилась их индивидуальная оценка на соответствие стратиграфическим контекстам.

Для данного исследования использовано 45 ранее опубликованных радиоуглеродных дат памятника Чича [Schneeweiß, 2007; Молодин, 2008; Молодин, Парцингер, 2009] (табл. 1). Материалом для определения возраста являлись образцы костей травоядных животных (лось, лошадь), человека, рыбы, а также пригары с керамической посуды и образцы почв (гуминовые кислоты).

Априорное распределение вероятностей и особенности модели

Для калибровки ранее опубликованных радиоуглеродных дат памятника Чича [Schneeweiß, 2007, App. 3] и построения модели мы использовали программу OxCal v. 4.2. [Bronk Ramsey, 2009] и калибровочную кривую IntCal13 [Reimer et al., 2013]. Все модели были созданы в программе OxCal с помощью языка запросов Chronological Query Language [Bronk Ramsey, 1998].

Для оценки времени и длительности хиатуса между двумя фазами в развитии городища в программе OxCal было создано 45 моделей. Каждая из них включала различные варианты археологических допущений. Основные хронологические модели представлены в работе [Becker, Schneeweiß, 2016], где детально обсуждаются только шесть моделей (0, I, II, IIIa, IIIb, IIIc).

Основная априорная информация для всех моделей взята из стратиграфической последовательности, разработанной Й. Шнеевайсом [Schneeweiß, 2007]. Исходя из нее, последующие модели были созданы путем рекурсивной корректировки модельных допущений (как это описано [Bayliss, 2009]). Основным критерием для того, чтобы модель не была отвергнута и для переоценки априорной информации, является индекс согласия [Bronk Ramsey, 1995] единичного возраста (A) и его модели (A_{model}). Индекс согласия указывает на то, в какой степени моделированный возраст соответствует исходным

Таблица 1.

**Радиоуглеродные даты, значения калиброванных дат
и стабильных изотопов углерода ($\delta^{13}\text{C}$) из памятника Чича**

Лабораторный номер	^{14}C дата, лет назад	Контекст образцов	Материал	Калиброванный возраст ($\pm 2\sigma$)	$\delta^{13}\text{C}$
Nd-24527	3792 \pm 23	Ров Е, слой 10	Почва	2292-2142 BC	-25.9
Bln-5480	3128 \pm 32	Ров Е, слой 7	Лошадь (<i>Equus</i>)**	1495-1296 BC	-20.9
KIA-18873	3128 \pm 28	Ров В, слой 7	Лось (<i>Alces</i>)**	1493-1301 BC	—
KIA-12439B	3106 \pm 26	Погребение 1(1)	Нагар	1432-1295 BC	-28.1
Bln-5483	3087 \pm 30	Ров А, слой 38	Животное**	1424-1271 BC	-21.4
KIA-16427	3086 \pm 27	Ров А, слой 29/66	Нагар	1421-1276 BC	-30.2
Bln-5533	3082 \pm 32	Погребение 3	Человек**	1424-1263 BC	-20.8
KIA-12439A	3080 \pm 28	Погребение 1(2)	Рыба**	1416-1266 BC	-18.7
Bln-5484A	3071 \pm 36	Ров А, слой 42b	Лось (<i>Alces</i>)**	1420-1231 BC	-21.3
KIA-12438	3048 \pm 39	Ров Е, слой 11	Рыба**	1416-1208 BC	-25.1
KIA-12434	3045 \pm 38	Жилище 7, горелый слой	Уголь	1414-1208 BC	-24.6
KIA-16426	3045 \pm 28	Жилище 3b	Нагар	1396-1222 BC	-29.0
Bln-5536	3032 \pm 30	Погребение 6	Человек**	1398-1207 BC	-20.1
Bln-5486	3027 \pm 28	Ров А, слой 24	Лось (<i>Alces</i>)**	1393-1135 BC	-22.3
Bln-5532	3018 \pm 33	Погребение 1(3)	Человек**	1392-1129 BC	-21.5
Bln-5534	2999 \pm 34	Погребение 4	»	1382-1121 BC	-21.5
Bln-5535	2996 \pm 32	Погребение 5	»	1378-1121 BC	-21.3
Bln-5614	2959 \pm 32	Жилище 20, яма 445a	Уголь	1262-1056 BC	-27.3
Bln-5485A	2959 \pm 34	Ров А, прокол 6	Лошадь (<i>Equus</i>)**	1269-1051 BC	-21.6
Bln-5294	2933 \pm 28	Яма 155	Уголь	1222-1038 BC	-27.0
Nd-24518	2929 \pm 31	Ров Е, слой 8	Почва	1219-1022 BC	-25.7
Bln-5479	2891 \pm 34	Жилище 12, слой 3b	Лошадь (<i>Equus</i>)**	1208-977 BC	-21.8
Bln-5478	2890 \pm 31	Объект 3	»	1207-976 BC	-21.6
KIA-12433	2878 \pm 26	Яма 27	Уголь	1188-942 BC	-25.4
KIA-16429	2839 \pm 27	Жилище 3a	Нагар	1107-916 BC	-26.1
Bln-5417	2838 \pm 32	Жилище 3	Уголь	1109-914 BC	-26.8
KIA-12436	2824 \pm 36	Жилище 2, яма 282	»	1109-899 BC	-24.8
KIA-16428	2818 \pm 25	Жилище 8a, слой 3	Нагар	1042-907 BC	-28.9
Bln-5412	2813 \pm 27	Ров А, слой 10, объект 6	Уголь	1042-903 BC	-26.8
KIA-12435	2812 \pm 28	Жилище 5, яма 11	»	1044-901 BC	-25.4
KIA-18871	2793 \pm 28	Ров Е2, слой 3e	Животное**	1013-848 BC	—
KIA-16430	2773 \pm 30	Жилище 8a, яма 34b	Нагар	999-841 BC	-27.1
Bln-5477	2736 \pm 27	Жилище 10, объект 2	Лошадь (<i>Equus</i>)**	930-817 BC	-20.9
Bln-5481	2705 \pm 37	Ров В, слой 4	»	918-803 BC	-21.6
KIA-18874	2684 \pm 24	Ров G	Животное**	896-804 BC	—
KIA-12437	2680 \pm 36	Ров Е, слой 9	Уголь	901-800 BC	-22.2
Bln-5297	2677 \pm 42	Жилище 2, объект 5	»	907-796 BC	-25.0
Bln-5482	2665 \pm 34	Объект 5	Лошадь (<i>Equus</i>)**	896-796 BC	-20.8
Bln-5298	2643 \pm 30	Жилище 2, объект 7	Уголь	894-787 BC	-25.2
Bln-5418	2623 \pm 54	Жилище 8, объект 5	Животное**	909-554 BC	-20.0
Bln-5419	2551 \pm 38	Жилище 8a, объект 10	»	806-543 BC	-20.0
KIA-12432*	2008 \pm 25	Жилище 4, слой 2	Уголь	83 BC-59 AD	—
KIA-18872*	1984 \pm 23	Жилище 6, слой 2	Корова (<i>Bos</i>)**	41 BC-66 AD	—
Bln-5296*	1120 \pm 28	Ров С	Уголь	778-994 AD	—
Bln-5295*	1076 \pm 27	Погребение (ров)	»	895-1019 AD	—

Примечание. Даты калиброваны в программе OxCal 4.2. [Bronk Ramsey, 2009] с использованием калибровочной кривой IntCal13 [Reimer et al., 2013]. BC — лет до н.э., AD — н.э.

* Образцы относятся к более позднему периоду раннего железного века (фаза 3, по [Schneeweiß, 2007]) или к Средневековью. Эти даты выходят за рамки данной работы и здесь не анализируются.

** Датированное вещество — коллаген.

данным. Модель 0 (M 0) не имеет условий и построена только на основании стратиграфической последовательности дат, без моделирования *Sequence* в OxCal. Модель I (M I) основана на последовательности радиоуглеродных дат и включает в себя моделирование *Sequence*.

Все даты, где $A < 60\%$, последовательно анализировались и вновь переоценивались в соответствии с археологическим контекстом датированных образцов начиная с даты, имеющей самый низкий индекс согласия. Соответствующая априорная информация для каждой даты была включена в каждую последующую модель (M III, ..., M Pn).

Основным критерием прекращения последовательной интеграции новой априорной информации является коэффициент согласия модели $A_{model} > 60\%$. Окончательная модель, включающая всю априорную информацию, представлена на рис. 3. Априорная информация, во-первых, включает положение *terminus post quem* (TPQ, *After* в OxCal), что образец кости лося (KIA-18873) из заполнения рва В может быть переотложен, поскольку наблюдается возрастная инверсия: данный образец стратиграфически залегает выше образца (Bln-5485A, из прокала 6 во рву А) с более молодым возрастом. То же самое касается и других образцов, взятых из мощного мешаного слоя прокала 6 и стратиграфически с ним связанных отложений. Эти образцы² были суммированы во второе априорное допущение — фазу (*Phase* в OxCal) и поэтому их последовательность не моделировалась. Происхождение слоев во рву А, суммированных под названием «прокал 6», связано как с пожаром на поселении, так и с проведением земляных работ после него (выравнивание поверхности). Таким образом, все находки из «прокала 6» (в т.ч. образцы для радиоуглеродного анализа) относятся к фазе 1. В качестве третьего априорного допущения для модели II (M II) являлись резко выпадающие значения образцов из рва Е (раскоп 1), которые или изначально рассматривались как TPQ, или были недостаточно моделированы ($A < 60\%$).

Даты, полученные по образцам почв (гуминовые кислоты), были исключены из модели II, так как они, вероятно, датируют время образования почвы, а не этапы функционирования городища Чича. Четвертое, последнее, допущение — объединение дат, полученных по одному образцу (*Combine* в OxCal).

Основываясь на модели II, периоды поздней бронзы и переходного времени были уже включены в модель III (см. рис. 3; *Sequence* и *Boundary* в OxCal). Чтобы получить модель археологической активности (т. е. процесс отложения) в каждой из фаз, мы использовали три разных априорных распределения вероятностей: равномерное (модель IIIa) и два типа трапециевидного (модели IIIb и IIIc). В то время как равномерное распределение вероятностей [Bronk Ramsey, 2008] предполагает равномерное отложение материала в конкретной фазе и таким образом в определенной степени резкое начало и конец данной фазы; трапециевидное распределение (*Boundary* и *Transition* в OxCal) [Karlsberg, 2006; Bronk Ramsey, Lee, 2012] подразделяется на три секции или субфазы: переходная субфаза увеличения отложения материала, основная субфаза равномерного отложения и конечная субфаза уменьшения отложения материала. Наша первая трапециевидная модель (M IIIb) предполагает переходную и конечную субфазы для обоих археологических периодов, в то время как вторая трапециевидная модель не допускает конечной субфазы в окончании периода поздней бронзы, принимая во внимание окончательное событие разрушительного пожара на городище и связанный с ним резкий конец археологической деятельности (M IIIc).

Тест на хиатус. Мы использовали запрос *Interval* в программе OxCal как статистический инструмент для тестирования значимости возможного хиатуса в период между эпохами поздней бронзы и переходного времени на памятнике Чича. При этом принятие интервала (хиатуса) значимо, если нижняя граница его доверительного интервала ≥ 1 .

Анализ чувствительности. Поскольку независимый контроль возраста для модели на основании ограниченного количества радиоуглеродных дат с априорной археологической информацией отсутствует [Telford et al., 2004], то хронологические модели являются по сути ошибочными [Telford et al., 2004; Bayliss et al., 2007]. Кроме того, только одна априорная информация (в данном случае, разделение последовательности на две фазы — поздняя бронза и переходное время) может быть веским допущением [Scott, 2000] и иметь большое влияние на результаты хронологических моделей. Существуют разные методы оценки аналитических моделей (так как возможны погрешности (недостаточность) данных и различные допущения): например, метод перекрестной проверки *leave-p-out* или метод имитации возраста [Telford et al., 2004; Bayliss et al., 2007]. Поскольку метод перекрестной проверки *leave-p-out* может оказаться неподходящим, учитывая наш набор данных (только несколько дат — пограничные (маргинальные) даты рассматриваемых периодов — релевантны рассматриваемой проблеме), мы применили другой метод — анализ чувствительности [Buck, Menson, 2015] всех параметров модели, включая некалиброванные измерения ^{14}C , калибровочную кривую и основную археологическую априорную информацию. В ходе проверки чувствительности некалиброванных ^{14}C измерений, лабораторные погрешности измерений были умножены на коэффициенты 0.5, 1.5 и 2.0. Кроме того, среднее значение

² KIA-12434, Bln-5536, KIA-16426, Bln-5534, Bln-5535, Bln-5294, Bln-5614, Bln-5485A.

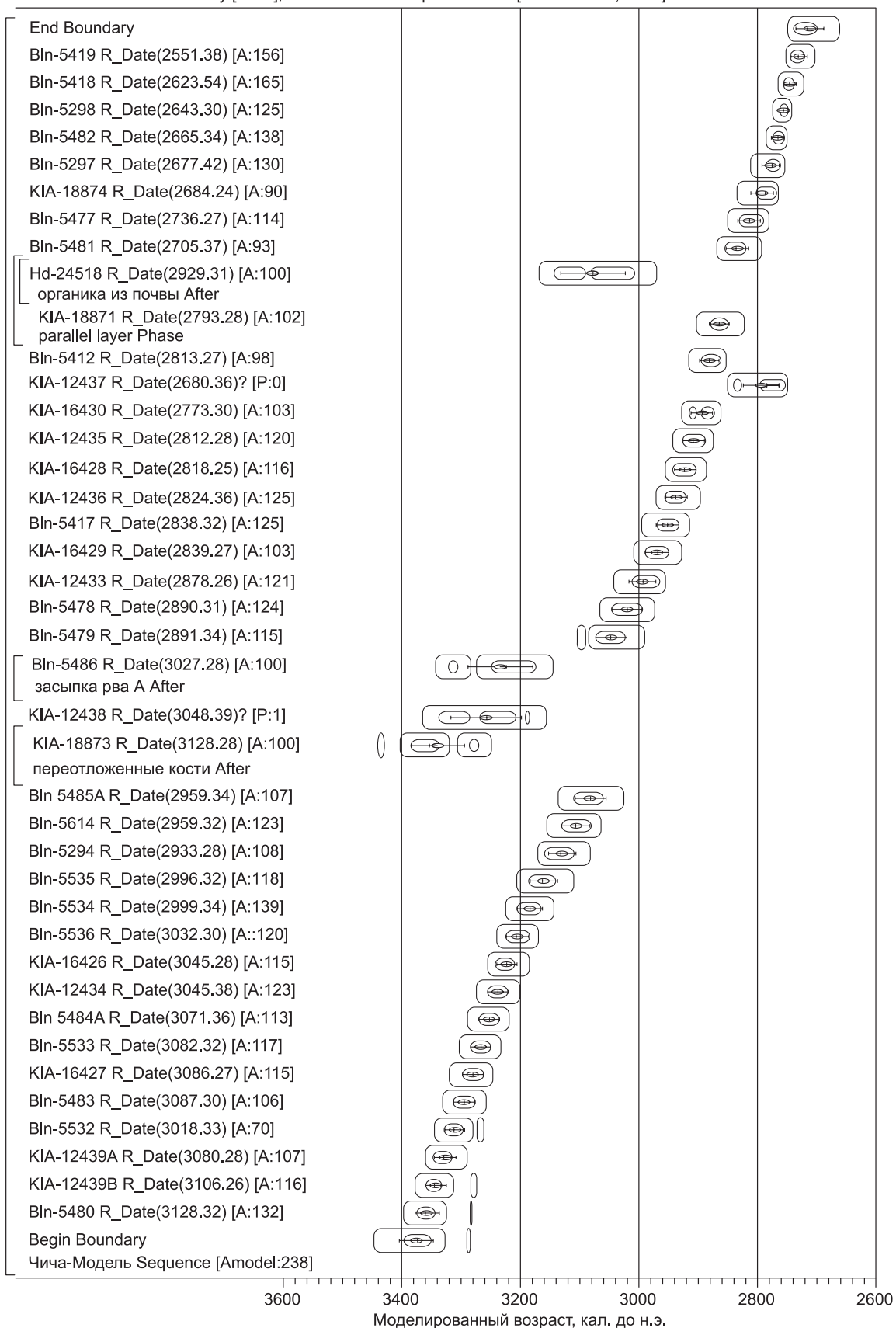


Рис. 3. Стратиграфическая модель всех ^{14}C дат, включенных в хронологические модели; статистические показатели (уровни достоверности 68.2 и 95.4 %, медиана и стандартные отклонения) распределений апостериорного возраста; фазы и периодизация в эту модель не включены.

нормально распределенных радиоуглеродных дат было изменено на ± 40 и ± 80 лет. Чтобы проверить влияние неопределенности калибровочной кривой, мы отобрали радиоуглеродные измерения, используя как калибровочную кривую IntCal13 [Reimer et al., 2013], так и более ранние версии кривых — IntCal98 [Stuiver et al., 1998], IntCal04 [Reimer et al., 2004] и IntCal09 [Reimer et al., 2009].

Поскольку одним из основных направлений настоящей работы является выявление возможного хронологического разрыва между двумя археологическими этапами, нам пришлось справиться с проблемой повышения точности длительности hiatus за счет его правильности [Steier, Rom, 2000] и, таким образом, получая *importantly wrong model* [Bayliss et al., 2007]. К тому же мы рискуем просто предвосхитить археологическую хронологическую систему, если используем ранее существующую археологическую периодизацию в качестве априорной информации для моделей [Griffiths, 2014].

Таким образом, мы включаем в модель симулированный hiatus, определяя в модели положение конца первого гипотетического периода (*Sequence* в OxCal) и начало второго гипотетического периода. Вследствие этого значение археологически обоснованного перерыва справедливо лишь в том случае, если случайно моделированный hiatus не существует. В противном случае значимость hiatus могла бы быть только имманентной характеристикой хронологической модели, но не являться неотъемлемой частью археологических данных.

Кроме того, использование разных априорных распределений (равномерное/трапецевидное) является частью анализа чувствительности.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Относительная хронология

Реконструкция относительной хронологии развития городища Чича, а также предположение о hiatus главным образом основываются на стратиграфических наблюдениях и типологических построениях. Детальный разбор стратиграфической ситуации памятника на основе репрезентативных разрезов уже неоднократно был представлен с разных позиций [Schneeweiß, 2007; Молодин и др., 2008б; Becker, Schneeweiß, 2016]. Наиболее сложная стратиграфическая ситуация характерна для центральной части памятника, так называемой «цитадели». Здесь конструкции часто перестраивались, накладывались друг на друга, в то время как во внешней зоне, на «периферии», подобных случаев наложения сооружений было отмечено мало. Наиболее древние структуры представлены рвом А и несколькими большими ямами на его дне. Ров окружал относительно небольшую площадь на берегу озера (см. рис. 2, б).

Отложения в нижней части рва А состояли в основном из тонких прослоек бытовых отходов. Характер отложений свидетельствует, что ров в течение длительного времени оставался открытым. Керамический материал из нижних слоев заполнения рва А относится только к эпохе поздней бронзы. Когда ров А был уже частично заполнен, то в его отложениях были построены жилище 21 и сооружение 24 (см. [Молодин и др., 2004, с. 18, 19, рис. 13, 14; Becker, Schneeweiß, 2016]). Эти постройки также относятся к эпохе поздней бронзы. Вся раскопанная площадь сооружения 24 несла следы пожара, который ознаменовал конец его функционирования. Также мощный слой горелых отходов формировался дальше на север во рву А. Таким образом, пожар можно классифицировать как конец первого этапа существования памятника в эпоху поздней бронзы (фаза 1). Далее ров А был полностью засыпан и, частично нарушая его заполнение и границы, были вырыты котлованы других жилищ³. Планировка новых сооружений, вероятнее всего, согласовывалась с общим планом размещения построек за пределами рва А, в «цитадели» и в целом на памятнике (т.е. и на «периферии»). В районе «цитадели» изучены котлованы жилищ с несколькими горизонтами использования, которые стратиграфически невозможно соотнести с конкретными строительными горизонтами⁴. Различные горизонты использования в жилищных заполнениях распознавались только по прослойкам пожара и по нахождению в них развалов сосудов [Schneeweiß, 2007, Abb. 13]. Из-за значительных земляных работ, которые неоднократно проводились при перестройках в этой части памятника, невозможно более подробно реконструировать контуры отдельных котлованов жилищ и структуры поселения первого и последующих этапов. Многочисленные ямы от жердей и столбов свидетельствуют об интенсивном использовании и неоднократных реконструкциях и перестройках деревянных жилых сооружений. Стратиграфические взаимосвязи внутри «цитадели» показывают, что поселение Чича развивалось в течение длительного времени. Оно неоднократно меняло свою структуру и перестраивалось. На каждом из трех основных этапов существования памятника (поздний бронзовый век, переходное время и эпоха раннего железного века) существовали еще субфазы, которые оставили свои следы. Все это в целом приводит к пониманию о значительно более сложной структуре памятника, чем это представлялось ранее только на основе магнитограммы. Анализ керами-

³ В первую очередь здесь имеется в виду вторая фаза использования жилища 21 и конструкция 23.

⁴ Жилища 3, 3а, 3б, 17, 20, 20а.

ческого комплекса Чичи также показывает значительное культурное многообразие, которое возможно интерпретировать по-разному [Schneeweiß, 2007; Молодин и др., 2008а, 2009а].

Территория за пределами «цитадели» (на «периферии») демонстрирует иную картину. Долгое время эту площадь распахивали, поэтому все внешние (рельефные) признаки городища оказались с nivelированными. Отсутствие рельефных признаков, однако, позволило получить более четкую магнитограмму в этой части памятника. Находящиеся здесь котлованы жилищ окончательно заполнились только на современном этапе в процессе распашки, а до этого долгое время оставались открытыми в заброшенном виде. Здесь были найдены погребения эпохи поздней бронзы, относящиеся к древнейшему этапу на «цитадели» (фаза 1). В эпоху переходного времени (фаза 2) основная застройка частично происходила также на территории некрополя и очевидно, что при строительстве люди не принимали во внимание существующие захоронения. Это указывает на то, что либо рельефные признаки насыпи уже были сильно с nivelированны, либо новое население не воспринимало захоронения как «свои». За исключением нескольких захоронений младенцев в жилищах, других погребений жителей этого строительного этапа обнаружено не было. Вообще захоронения переходного от бронзы к железному времени — явление пока достаточно редкое для лесостепной полосы Западной Сибири. Вместе с тем в Восточно-Казахстанском Прииртышье на территории, географически относящейся к югу Западно-Сибирской равнины, исследованы несколько могильников начала I тыс. до н.э.: Зевакинский [Арсланова, 1974], Измайловский [Ермолаева, 1987], а также единичные комплексы этого времени [Ермолаева, 1985; Самашев, Боковенко, 1985], в том числе в Северном Казахстане [Хабдулина, 1986].

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ АБСОЛЮТНОЙ ХРОНОЛОГИИ — АПОСТЕРИОРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ПРОБЛЕМА ХИАТУСА

В модели 0 при уровне достоверности 95.4 % диапазон калиброванных значений радиоуглеродных дат из городища Чича относится к 1495—1296 кал. гг. до н.э. (начальный период освоения территории в эпоху поздней бронзы) и к 806—543 кал. гг. до н.э. (конец переходного периода). Последние ^{14}C даты эпохи поздней бронзы (в том числе дата прокала 6, Bln-5485a) и самые ранние даты переходного периода пересекаются с небольшим плато, т.е. плоским участком калибровочной кривой и поэтому имеют относительно широкие доверительные интервалы по сравнению с другими датами (более подробно см. [Becker, Schneeweiß, 2016]). В модели 0 конец этапа поздней бронзы относится к 1269—1051 кал. гг. до н.э. (или к 1224—1119 гг. до н.э. при вероятности 68.2%, по самой последней дате), а начало переходного периода к 1208—977 кал. гг. до н.э. (или к 1224—1119 гг. до н.э. при вероятности 68.2 %, по самой первой дате, Bln-5479). Основываясь на априорных вероятностях, хиатус между периодами поздней бронзы и переходного времени не очевиден, так как пограничные даты обоих периодов взаимно перекрываются.

В табл. 2 суммированы апостериорные моделированные возрастные диапазоны конца первой фазы и начала второй фазы в разных моделях при уровнях достоверности 68.2 и 95.4 %. В простой однофазовой модели I возрастные диапазоны немного отличаются от простых калиброванных значений. Так, при доверительном интервале 95.4 % моделированное окончание активности на памятнике в период поздней бронзы относится к 1188—1079 кал. гг. до н.э. (самый молодой возраст), а начало переходной фазы лежит в диапазоне 1157—1044 кал. гг. до н.э. При доверительном интервале 68.2% конец первого и начало второго периода находятся в промежутках 1162—1112 и 1125—1075 кал. гг. до н.э. соответственно. В этом случае пограничные даты двух периодов перекрываются на обоих доверительных уровнях; длительность хиатуса при достоверности 95.4% составляет 0—86 лет (0—45 лет при достоверности 68.2 %).

Во второй однофазовой модели, включая такие трактовки, как выпадающее значение, *terminus post quem*, фаза и комбинация (*Outlier, After, Phase, Combine* в OxCal; модель II), конец эпохи поздней бронзы при доверительном интервале 68.2 % находился в диапазоне 1162—1112 кал. гг. до н.э., а начало переходного периода — к 1124—1074 кал. гг. до н.э.; а при достоверности 95.4 % — 1187—1077 и 1156—1041 кал. гг. до н.э. соответственно. Хотя и в данном случае все диапазоны снова перекрываются, моделированная длительность хиатуса значима при достоверности 68.2 % и составляет от 1 до 46 лет. Однако при достоверности 95.4 % хиатус незначим, так как длительность составляет от –2 до 88 лет.

В случае моделирования двух фаз развития городища и их резком окончании/начале (модель IIIa) возраст пограничных дат обоих периодов оценивается в рамках 1208—1137 и 1132—1019 кал. гг. до н.э. (достоверность 95.4 %) или 1208—1137 и 1094—1034 кал. гг. до н.э. (достоверность 68.2 %). Следуя из этого, длительность хиатуса составляет 52—145 лет (достоверность 68.2 %) или 4—173 лет (достоверность 95.4 %). Допуская трапециевидное распределение, длительность хиатуса составляет 30—209 лет (достоверность 95.4 %) в модели IIIb (длительный процесс окончания/начала периодов) и 14—197 лет в модели IIIc (при резком окончании первого периода/длительном начале второго периода). Итоговые

Таблица 2. Результаты археологического моделирования хиатуса между фазами 1 и 2 в различных моделях и анализа чувствительности

Модель	Длительность интервала (в годах)			68.2%-ная достоверность диапазонов фаз (гг. до н.э.)	
	$\mu \pm \sigma$	68.2%	95.4%	конец 1-й	начало 2-й
Археологическое моделирование					
Археологически справедливый хиатус					
I (без моделирования)	35±26	0—45	0—86	1162—1112	1125—1075
II (стратиграфическая последовательность)	36±26	1—46	—2—88	1162—1112	1124—1074
IIIa (две фазы: равномерное распределение)	95±44	52—145	4—173	1208—1137	1094—1034
IIIb (трапециевидное распределение)	122±52	74—166	30—209	1218—1153	1091—1026
IIIc (равномерное и трапециевидное распределение)	108±46	60—155	14—197	1209—1145	1093—1026
Анализ чувствительности					
Искусственный, случайный хиатус					
IIIa(sim)1 (Bln-5477—KIA-18874)	34±21	0—47	0—73	889—845	841—814
IIIa(sim)2 (KIA-18874—Bln-5297)	26±19	0—36	0—64	879—829	837—808
IIIa(sim)3 (Bln-5482—Bln-5298)	15±15	0—20	0—51	835—803	820—797
IIIa(sim)4 (KIA-12436—KIA-16428)	25±20	0—33	0—66	1007—963	978—938
IIIa(sim)5 (Bln-5483—KIA-16427)	26±20	0—34	0—66	1385—1336	1349—1310
IIIa(sim)6 (Bln-5533—Bln-5484A)	35±27	0—45	0—90	1385—1298	1323—1277
IIIb(sim)1 (Bln-5477—KIA-18874)	3±0	0—5	0—5	837—803	872—799
IIIb(sim)3 (Bln-5482—Bln-5298)	31±20	6—41	0—70	854—810	816—796
IIIc(sim)1 (Bln-5477—KIA-18874)	40±25	14—58	3—78	891—850	840—814
IIIc(sim)3 (Bln-5482—Bln-5298)	20±16	0—25	0—57	907—828	849—812
Варианты погрешности измерения радиоуглеродного возраста					
IIIa (0.5 σ)	79±36	42—121	7—143	1187—1128	1091—1040
IIIa (1.5 σ)	110±52	58—168	4—199	1247—1149	1108—1024
IIIa (2.0 σ)	115±59	50—178	0—217	1238—1154	1102—1031
Калибровочная кривая					
IIIa (Intcal98)	121±50	76—182	17—212	1241—1155	1082—1026
IIIa (Intcal04)	115±49	72—174	13—202	1241—1161	1096—1035
IIIa (Intcal09)	116±49	71—173	16—204	1242—1162	1097—1034

Примечание. Значимые интервалы (хиатус) выделены серым цветом (столбцы 3 и 4); не перекрывающиеся диапазоны крайних дат конца фазы 1 и начала фазы 2 (при доверительном уровне 68.2 %) также выделены серым цветом (столбцы 5 и 6). Положение симулированных хиатусов в серии ^{14}C дат (IIIa 1—IIIa 6, IIIb 3 и IIIc 3) показано на рис. 4.

В столбцах 5 и 6 курсивом показаны ключевые годы, которые при моделировании маркируют верхнюю границу диапазона конца фазы 1 и нижнюю границу диапазона начала фазы 2 в тех случаях, где эти диапазоны пересекаются (первая дата моложе последней, интервал хиатуса незначим).

смоделированные возрастные диапазоны пограничных дат в моделях III показаны в табл. 2. Ни один из полученных диапазонов с доверительным интервалом 68.2 % не перекрывается, в то время как при уровне достоверности 95.4 % перекрываются все диапазоны. Моделирование дат дало временной диапазон момента окончания периода поздней бронзы — 1246—1116 кал. гг. до н.э. и начало переходного периода — 1130—992 кал. гг. до н.э. (модель IIIb).

Распределение вероятностей границ обеих фаз с двумя доверительными интервалами в модели IIIa представлено на рис. 4, а их числовые значения даны в табл. 2. Апостериорные вероятности моделированных границ двух фаз не перекрываются при достоверности 68.2 %, в то время как при достоверности 95.4 % существует небольшое перекрывание. Таким образом, по крайней мере, с уровнем достоверности 68.2 % гипотеза о хиатусе не может быть отвергнута. В дополнение, кроме определения границ двух фаз на основе их крайних значений, в программе OxCal использовался запрос об интервале (*Interval query*). Результаты определения длительности интервала (хиатуса) в различных моделях показаны в табл. 2. Хиатус значим при достоверности 68.2 % и даже при 95.4 % (см. табл. 2, рис. 4, б).

На рис. 4, б показаны значимость и длительность разных симулированных хиатусов в моделях Ша-с, включая допуск о двух разных фазах. Во всех моделях с явным допущением двухфазового характера городища (модели Ша-с) хиатус значим при уровне достоверности 95.4 %. В модели II хиатус значим только при достоверности 68.2 %. Таким образом, перерыв в развитии городища вероятен во всех моделях с разным уровнем достоверности. Для оценки надежности полученных моделей они были подвергнуты всестороннему анализу чувствительности (см. табл. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Хронология начального и конечного этапа функционирования городища Чича⁵

В результате моделирования серии дат калиброванный возраст периодов поздней бронзы и переходного времени на памятнике Чича изменился. Изначально (модель 0) калиброванный возраст всех образцов из Чичи занимает хронологический промежуток от 1389 ± 49 (Bln-5480) до 692 ± 86 гг. до н.э. (Bln-5419). В зависимости от модели возраст этих двух образцов изменяется [Becker, Schneeweiß, 2016]. В модели I дата Bln-5480 относится к 1421 ± 19 мод. гг. до н.э., в модели II — к 1409 ± 20 мод. гг. до н.э. Дата Bln-5419 в модели I относится к 670 ± 84 мод. гг. до н.э., и в модели II — к 781 ± 14 мод. гг. до н.э. соответственно. В моделях Ша-с возраст древнейшего образца (Bln-5480) по сравнению с немоделированным возрастом относится к чуть более молодому (модель Ша: 1378 ± 38 мод. гг. до н.э.) или чуть более древнему возрасту (модель Шб: 1390 ± 35 и модель Шс: 1394 ± 34 мод. гг. до н.э.). В то время как моделированный возраст позднего образца (Bln-5419) древнее во всех случаях (М III а: 783 ± 12 ; М Шб: 777 ± 21 ; М Шс: 777 ± 19 мод. гг. до н.э.). Таким образом, в разных моделях вероятный момент начала заселения Чичи варьируется в рамках XV—XIV вв. до н.э., в то время как вероятный возраст окончания активности на памятнике во втором этапе определяется VIII в. до н.э.

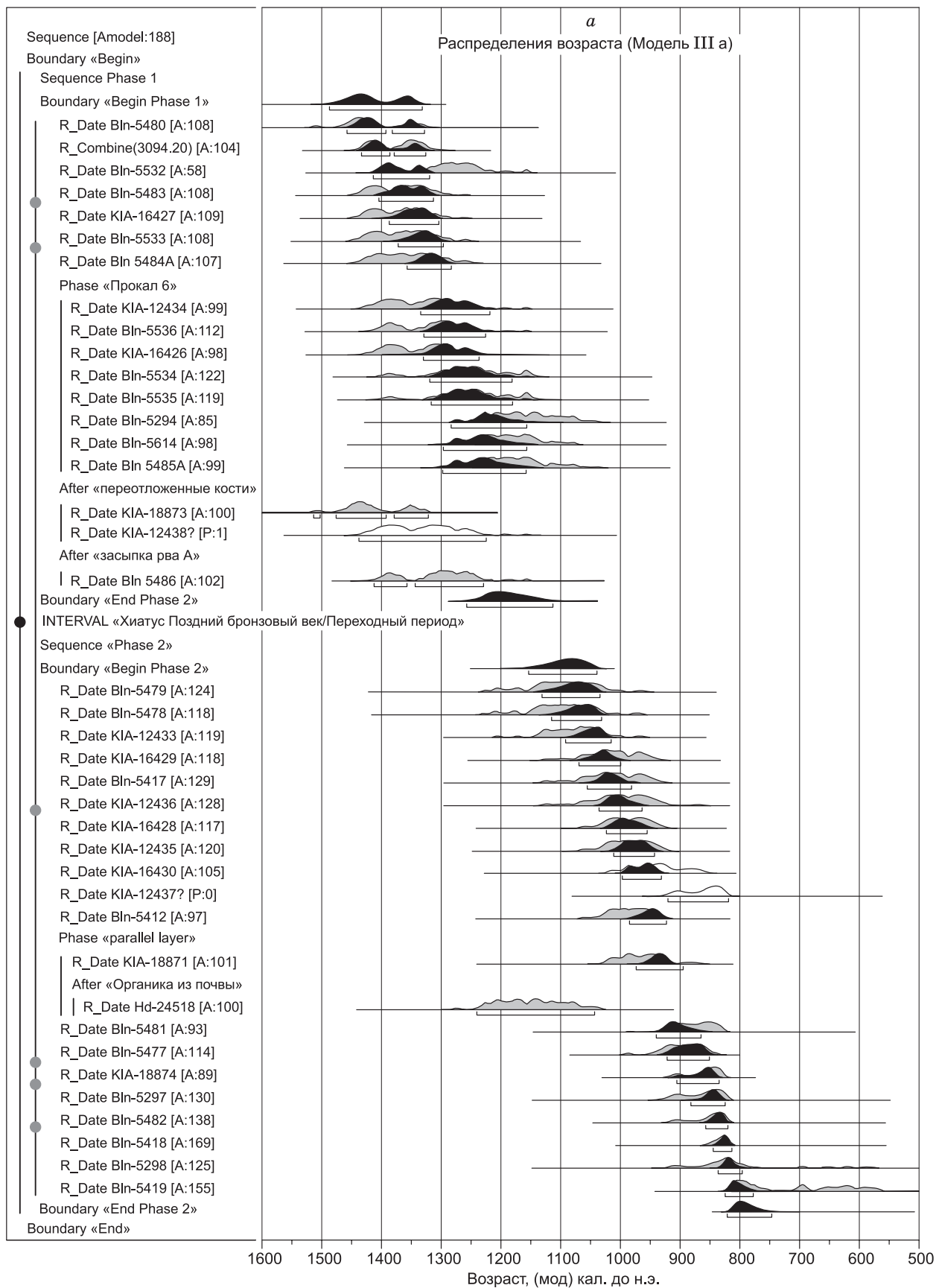
Качество модели — анализ чувствительности

Гипотетический хиатус между первым (эпоха поздней бронзы) и вторым (переходное время) периодом городища Чича значим при обоих уровнях достоверности (68.2 и 95.4%) на основе запроса об интервалах (*Interval* в программе OxCal). Более того, апостериорные распределения вероятностей крайних дат обоих периодов не перекрываются. Крайние даты и критерий интервалов были использованы в других работах в качестве инструментов для выявления хиатуса [Hamilton, 2010; Riedle, Edinborough, 2012; Wardle et al., 2014] и даже при более низких уровнях значимости [Bachard, 2008; Dye, 2011]. Тем не менее значимость хиатуса на городище Чича может быть результатом чувствительности модели. Основываясь на априорной информации для модели Ша, тест значимости для некалиброванных ¹⁴C измерений показывает небольшую изменчивость продолжительности хиатуса, который находится в диапазоне от 7—143 лет с уровнем достоверности 95.4 %, если умножить погрешность измерения с коэффициентом 0.5, в диапазоне 4—199 лет — с коэффициентом 1.5 и 0—217 лет — с коэффициентом 2.0. В последнем случае хиатус незначим. Систематическая погрешность в оценке возраста при ± 40 и -80 лет не повлияла бы на значимость хиатуса, тогда как погрешность в $+80$ лет сделала бы хиатус незначимым. Однако такие большие систематические ошибки не свойственны для дат городища Чича, полученных в лабораториях (Берлин, Bln- и Киль, KIA-) и не могут влиять на качество модели. Хиатус значим при использовании всех калибровочных кривых (см. табл. 2). Модель содержит и даты с индексом согласия $A < 60$ %. Благодаря их стратиграфическому положению и расстоянию до гипотетического хиатуса, относительно низкий индекс согласия может не оказывать влияния на общую значимость хиатуса. В то же время индекс согласия всей модели больше 60 %.

Анализ чувствительности стратиграфических априорных допусков не был применен здесь в качестве особой модели, поскольку вопросы стратиграфии обсуждались в других работах [Schneeweiß, 2007; Молодин и др., 2008б]. Различные возможные этапы активного функционирования на памятнике в течение двух поселенческих фаз включены в анализ чувствительности, используя разные варианты распределения активности (равномерное распределение, трапециевидное распределение и трапециевидное распределение с резким окончанием эпохи поздней бронзы). Применение этих априорных вероятностей меняет длительность хиатуса, но не его значимость.

Наиболее важным аспектом анализа значимости является интеграция симулированных (искусственных) хиатусов в моделях. Самый короткий симулированный хиатус в модели Ша составляет 0—20 лет при 68.2 %-й вероятности (0—51 лет при вероятности 95.4 %, Ша 3), самый длинный хиатус составляет 0—45 лет при вероятности 68.2 % (0—90 лет при 95.4 %, Ша 6). Итак, эти симулированные хиатусы незначимы. Также в модели Шб нет значимого симулированного хиатуса при доверительном интер-

⁵ Мы рассматриваем только период поздней бронзы и переходного времени, исключая фазу раннего железного века на памятнике.



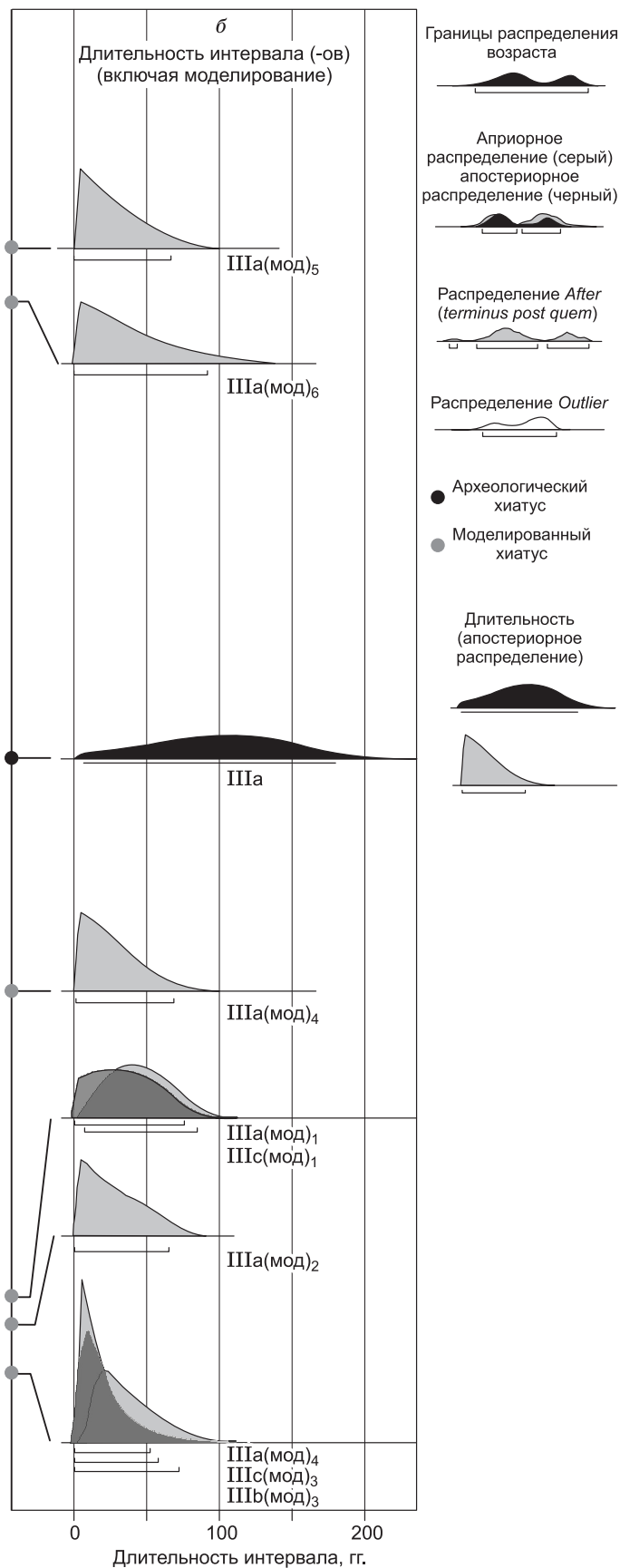


Рис. 4. Априорное и апостериорное распределение вероятностей возраста в основной хронологической Модели IIIa, включающей даты двух фаз — эпохи поздней бронзы и переходного времени, а также запрос об интервале (*Interval* в OxCAL).

Положение археологических и смоделированных хиатусов отмечено точками (а); апостериорное распределение вероятностей их длительности показано на рисунке справа (б).

вале 95.4 % (только в модели IIIb3 смоделированный хиатус значим с вероятностью 68.2 %, имея продолжительность 6—41 лет). В модели IIIc один из смоделированных хиатусов значим при вероятности 95.4 % с продолжительностью 3—78 лет (модель IIIc 3). Тем не менее этот искусственный хиатус гораздо короче, чем археологически подтвержденный перерыв в той же модели IIIc, где длительность хиатуса составляет 108 ± 46 лет (наиболее явно это отражено на рис. 4, б). Таким образом, анализ чувствительности, включая симуляции, полезен, чтобы проверить, что археологически подтвержденный хиатус не только значим, но и не чувствителен к неопределенностям в априорных предположениях, и не является случайным продуктом моделирования.

БАЙЕСОВСКАЯ СТАТИСТИКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ — ПОРОЧНЫЙ КРУГ?

Применительно к результатам моделирования периодов заселения памятника Чича проблему «порочного круга» может проиллюстрировать рис. 5. На нем показаны разные апостериорные вероятности самой молодой даты из фазы 1 (Bln-5485A) и самой ранней даты из фазы 2 (Bln-5479) в двух моделях: одна основана на предположении о двухфазном характере городища (см. рис. 5, в), другая — без него (см. рис. 5, б). Здесь же представлены результаты калиброванного, но не моделированного возраста этих же двух дат (см. рис. 5, а). При использовании в программе OxCAL функции *Sequence* (т.е. задавая условие последовательности событий) для моделирования возраста периодов поздней бронзы и переходного времени, самая ранняя ^{14}C дата становится еще древнее, а наиболее поздняя — еще моложе. Очевидно, что археологическое допущение о двухфазном характере городища способствует археологическому обоснованию и верификации гипотезы «хиатуса».

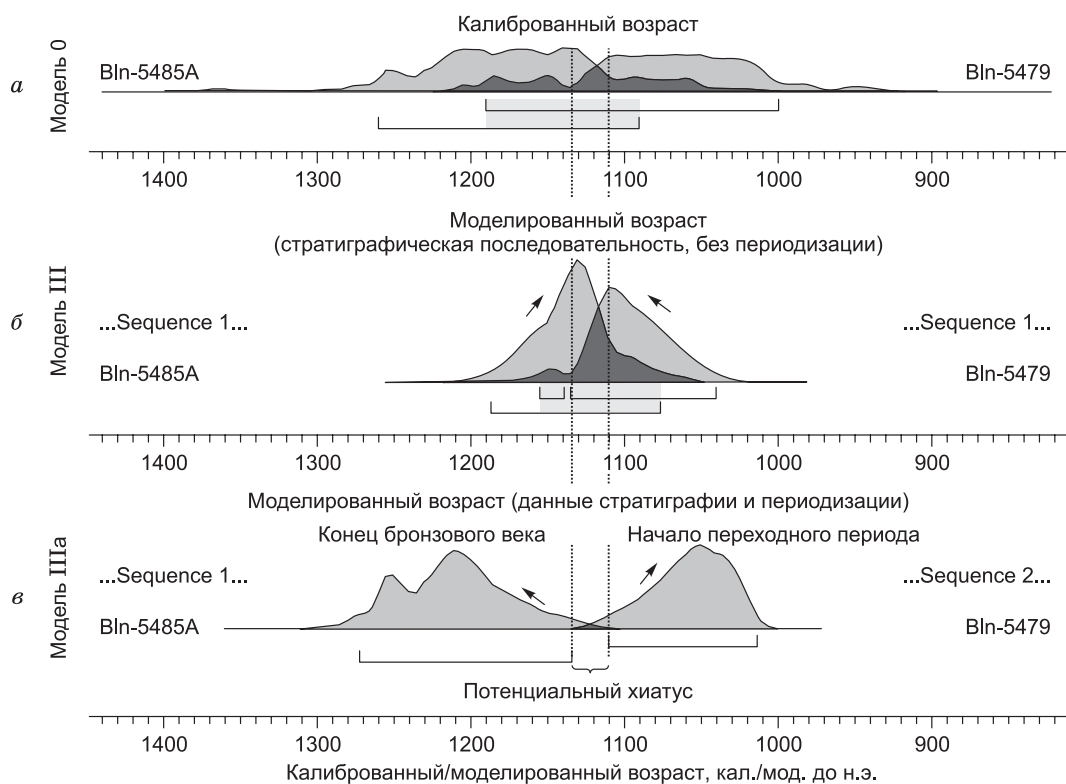


Рис. 5. Влияние археологической априорной информации на апостериорное распределение вероятностей возраста последней даты эпохи поздней бронзы (Bln-5485A) и первой даты переходного периода (Bln-5479).

Внизу отрезками показан оправданный hiatus (как смоделированный в модели III а [с]), обозначен пунктирными вертикальными линиями.

В литературе эта проблема известна как «артефакт алгоритма» [Weninger et al., 2010]. Суть ее заключается в том, что хронологические модели, с одной стороны, имеют точные данные (это касается и данных из Чичи), но, с другой стороны, достоверность их может быть невелика. Поэтому авторы [Weninger et al., 2010] оценивают включение археологической информации в математические расчеты как критическую точку при использовании байесовской статистики для построения хронологических моделей. По мнению исследователей [Weninger et al., 2010], эту проблему можно избежать, изменяя исходные допущения, в данном случае — путем симуляции искусственных hiatusов. Аналогичный подход использовала и другая группа исследователей [Bayliss et al., 2007] — они построили разные модели с разными допущениями распределения.

Симуляции, проведенные в рамках анализа чувствительности данных из Чичи, показывают, что вероятность hiatusа между фазами является значимой только тогда, когда это обосновано археологическими свидетельствами. Симулированные искусственные hiatusы являются значимыми только в одной из 10 моделей. Таким образом, априорное допущение о нескольких фазах существенно влияет на апостериорные вероятности данных по сравнению с изначальными априорными вероятностями (см. рис. 5), но значимый hiatus может быть смоделирован только в археологически обоснованном месте ряда, а не в искусственных позициях (симулированные hiatusы). Кроме того, использование различных априорных вероятностей (равномерное распределение, трапециевидное распределение или сочетание их обоих) не снижает значимости hiatusа (табл. 2).

АБСОЛЮТНАЯ ХРОНОЛОГИЯ ПЕРЕХОДНОГО ПЕРИОДА

Появление крупномасштабного укрепленного поселения с регулярной застройкой на памятнике Чича считается типичным явлением переходного от поздней бронзы к раннему железному веку периода в западно-сибирской лесостепи [Молодин, 2006; Молодин, Парцингер, 2006; Schneeweiß, 2010]. Появление таких поселений считалось, по примеру Чичи, результатом непрерывного эволюционного процесса, вызванного климатическими изменениями [Молодин, 2006а,б, 2008, 2010]. Результаты настоящего мо-

делирования абсолютной хронологии городища Чича, напротив, поддерживают гипотезу о существовании перерыва в развитии поселения между фазами 1 и 2, из чего следует, что новое большое поселение фазы 2 с регулярной застройкой было основано на месте более раннего и уже заброшенного к тому моменту поселения эпохи поздней бронзы. Более того, внезапное появление таких ранних поселений протогородского типа, очевидно, не было связано напрямую с ранними кочевниками южно-сибирских степей, как это считалось ранее [Parzinger, 2006; Молодин, Парцингер, 2009, Schneeweiß, 2010]. В пользу этого говорит проведенный выше анализ радиоуглеродных дат, который показывает, что застройка протогородского типа появляется уже, возможно, в XI—X вв. до н.э., что несколько раньше появления ранних кочевников (IX в. до н.э.).

Кроме того, радиоуглеродные данные также приводят к мысли, что существующее поселение постоянно использовалось на протяжении фазы 2 до VIII или даже до VII в. до н.э., т.е. на протяжении некоторых столетий. Такой длительный период использования поселения, на первый взгляд, противоречит относительно немногочисленным археологически доказанным свидетельствам о реконструкции построек или об их стратиграфическом наложении. Особенно это касается «периферийной» зоны. Как археологические данные, так и геофизический план городища с четкой упорядоченной застройкой предполагают относительно короткий период проживания на памятнике. Однако, на наш взгляд, эта дилемма может быть решена, если принять во внимание ряд существенных моментов.

Первый аспект касается дифференцированного подхода к радиоуглеродным датам. Он позволяет выделить несколько субфаз в рамках фазы 2, которые относятся главным образом к XI, X и IX/VIII вв. до н.э. Две самые молодые даты Bln-5418 и Bln-5419 отражают, возможно, недостаточно выраженную в серии ¹⁴C дат дополнительную субфазу памятника VIII/VII вв. до н.э. (см. табл. 1). При таком дифференцированном подходе получается, что все даты, контекст которых позволяет их использовать для датирования жилищ фазы 2⁶, относятся к XI в. до н.э. и, даже в большей степени, к X в. до н.э. (см. табл. 1). Таким образом, эти даты, возможно, отражают более ранний горизонт фазы 2 на памятнике. В то время как даты, которые относятся к более позднему культурному горизонту памятника (IX—VIII/VII вв. до н.э.) происходят исключительно от образцов костей или угля из объектов⁷. В данном случае речь идет о больших скоплениях керамики и костей животных из заполнения котлованов жилищ, которые были оставлены уже на последнем этапе существования данных жилищ или после того, как они перестали функционировать, т.е. в любом случае гораздо позже момента строительства и начала функционирования первых построек фазы 2. Также более молодой возраст демонстрируют некоторые образцы из заполнения рвов⁸ (см. табл. 1). В каждом случае эти объекты представляют собой большие протяженные скопления костей животных и фрагментов керамики (развалы сосудов), которые вряд ли могли бы сохраниться в данном виде при регулярном использовании построек. Только в исключительных и обоснованных случаях находки из котлованов жилищ можно принимать как закрытые комплексы [Грязнов, 1956; Матвеев, 1993; Schneeweiß, 2007]. Более того, создается впечатление, что вся планировка «внешнего» поселения, «периферии» достигла максимального пространственного развития уже в ранний период фазы 2.

Это хорошо согласуется с выводами, сделанными по магнитограмме, о том, что регулярное большое поселение («периферия») было построено в течение короткого периода. Представляется, это соответствует переходному периоду и может быть отнесено к XI и X вв. до н.э. Более поздний хронологический горизонт фазы 2, несомненно, связан с дальнейшим развитием поселения Чича в IX—VIII/VII вв. до н.э. Однако на данный момент пока ни одно жилище не может быть однозначно отнесено к этому узкому периоду.

Второй ключевой момент связан с большой вариабельностью типов посуды, их орнаментацией и культурной принадлежностью в период фазы 2 [Молодин, Мьельникова, 2004; Schneeweiß, 2007]. Ранее мы были склонны считать их синхронными, однако сейчас их большую вариабельность приходится до какой-то степени связывать с хронологическими различиями. Анализ керамики фазы 2 выявил связи с многочисленными культурными группами западно-сибирской лесостепи и сопредельных южных и северных территорий [Schneeweiß, 2007; Молодин и др., 2008а, б, 2009а, б]. Вместе с тем интерпретировать эти связи оказалось довольно сложно. Предпринятая попытка на основе анализа керамики связать фазу 2 в целом с красноозерской культурой Среднего Прииртышья [Schneeweiß, 2007] вызвала критику, так как во всех комплексах городища эта закономерность не прослеживалась [Молодин, Парцингер, 2009]. С другой стороны, при интерпретации городища Чича как центра торговли, где совместно проживали представители разных культур, есть определенная недооценка данных стратиграфии и, вследствие этого, определение хронологии памятника [Молодин и др., 2008а, 2009а]. Корреляция разных ке-

⁶ Bln-5479, Bln-5478, KIA-12433, KIA-16429, Bln-5417, KIA-12436, KIA-16428, KIA-12435, KIA-16430.

⁷ Bln-5477, Bln-5297, Bln-5482, Bln-5298, Bln-5418, Bln-5419.

⁸ KIA-12437, Bln-5481, KIA-18874.

рамических традиций фазы 2 городища Чича с разными хронологическими субфазами фазы 2 могла бы привести к компромиссу и к более правдоподобному объяснению вышеупомянутого очевидного противоречия между геомагнитной картой и археологическими свидетельствами.

Типологический анализ датирующих предметов (в том числе бронзовых) памятника Чича [Молодин, Парцингер, 2009] не только подтвердил хронологию фазы 1 городища эпохи поздней бронзы (ирменская культура), но и, прежде всего, выявил параллели находок 2-й фазы городища с байновским этапом тагарской культуры Минусинской котловины (IX в. до н.э.), а также с последующим раннекифским периодом кочевников Южной Сибири (памятник Аржан-2; VII в. до н.э.). Эти типологически выявленные параллели хорошо согласуются с радиоуглеродными датами из городища Чича и памятниками Южной Сибири [Görsdorf et al., 2001; Schneeweiß, 2007; Svyatko et al., 2009]. Таким образом, появление поселения протогородского типа с упорядоченной застройкой на Чиче относится, вероятнее всего, к относительно короткому переходному периоду в XI/X вв. до н.э. Начиная с IX в. до н.э. и в последующий период раннего железного века кочевое население, до некоторой степени повторно, использовало уже существующие жилые котлованы, которые в этот момент были отчасти заброшены. Проявлением их культурных традиций также является сооружение ими курганного комплекса Здвинск-1 [Молодин, 2006а], расположенного неподалеку от Чичи, где как раз нашли отражение кочевые традиции. Вероятно, кочевое население использовало тип керамической посуды⁹, который был описан первым при анализе керамических комплексов городища Чича [Молодин и др., 2004; Schneeweiß, 2007], а позднее получил название «берликская культура» [Молодин, 2008]. Носители берликской культуры могли быть последними обитателями городища фазы 2 в VIII/VII вв. до н.э. С другой точки зрения, нахождение берликской керамики на территории «цитадели» дает основания для датирования ее IX в. до н.э. [Молодин, 1985, 2015].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе основное внимание направлено на количественную и качественную оценку вероятности перерыва между двумя фазами существования поселения Чича. Для этого использована байесовская статистика и хронологическое моделирование, позволяющие переоценить значения радиоуглеродного возраста и соответственно хронологию этого памятника. Археологические свидетельства, указывающие на существование хиатуса, вытекали из стратиграфических наблюдений, типологии керамики, анализа погребальной практики и разницы хозяйственного уклада у населения поздней бронзы и переходного времени.

Следующие выводы являются результатом моделирования абсолютной хронологии по радиоуглеродным датам городища Чича.

1. Археологически обоснованный хиатус между поздним бронзовым веком и переходным периодом не очевиден в немоделированных калиброванных датах и является незначимым в хронологической последовательности, без явного моделирования и гипотезы о существовании двух основных фаз активности на памятнике.

2. Применение археологического априорного допущения двухфазного развития городища приводит к значимости моделированного хиатуса. Поскольку хиатус не обязательно следует из немоделированных радиоуглеродных дат, то он не может рассматриваться как изначально присущий модели.

Наконец, все хронологические модели, построенные на байесовской статистике, содержат проблему «замкнутого круга» исходной археологической гипотезы. В случае хронологии памятника Чича эту проблему можно избежать путем применения для моделирования анализа чувствительности — симулированные хиатусы незначимы практически во всех случаях.

Суммируя все вышеизложенное, байесовская статистика и моделирование оказались эффективными инструментами для оценки предполагаемого перерыва и для определенной спецификации фаз в серии радиоуглеродных дат. Подтверждение хиатуса в развитии городища Чича, оценка его хронологической длительности, а также рассмотрение других имеющихся данных позволяют иначе взглянуть на культурные процессы в переходный период. Основным следствием, вытекающим из утверждения о хиатусе, является идея о том, что не было эволюционного непрерывного развития от поселения поздней бронзы к поселению протогородского типа переходного времени, которые появляются, очевидно, достаточно внезапно и существуют недолго. Скорее всего, они относятся к переходному периоду и ограничены рубежом II—I тыс. до н.э. Глубокие культурные изменения, которые проявляются на всех археологических различимых уровнях (хозяйство, материальная и духовная культура и т.д.) в переходный период предполагают полную смену населения на памятнике по сравнению с предшествующим периодом поздней бронзы. Изменения последующего периода раннего железного века также сопровождалась

⁹ Этот тип посуды был сложен для датирования. Он был соотнесен с т.н. «фазой 3а», которая приблизительно относилась к первой половине или середине первого тысячелетия до н.э.

значительными культурными изменениями. Кочевое население заменило или, скорее, поглотило прежних обитателей поселений протогородского типа в лесостепной зоне в переходный период. Кочевники имели четкую культурную связь с населением южных степных регионов.

Несмотря на полученные новые и достоверные результаты по хронологии памятника, по-прежнему дискуссионными остаются многие вопросы, связанные с причинами возникновения, функцией, характером, культурным фоном действовавших здесь людей, окончанием поселения протогородского типа переходного периода Западной Сибири, поскольку большинство существующих сейчас интерпретаций и моделей не соответствуют представленным результатам по хронологии.

Авторы благодарны рецензентам — академику Н.Л. Добрецову и д.г.-м.н. А.В. Травину — за конструктивные пожелания и замечания, которые, несомненно, улучшили качество работы.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ, грант № 14.Z50.31.0010 (проект «Древнейшее заселение Сибири: формирование и динамика культур на территории Северной Азии»). И. Шнеевайс благодарит за поддержку Фонд А. фон Гумбольдта.

ЛИТЕРАТУРА

Арсланова Ф.Х. Погребальный комплекс VIII-VII вв. до н.э. из Восточного Казахстана // В глубь веков. Алма-Ата, Наука, 1974, с. 46—60.

Борзунов В.А. Зауралье на рубеже бронзового и железного веков. Екатеринбург, Изд-во УрГУ, 1992, 188 с.

Грязнов М.П. История древних племен Верхней Оби по раскопкам близ с. Большая речка. Материалы и исследования по археологии СССР. Т. 48, М., Л., 1956, 228 с.

Ермолаева А.С. Исследования в Восточном Казахстане на левом берегу Иртыша // Археологические открытия 1983 года. М., ИА РАН, 1985, с. 509—510.

Ермолаева А.С. Памятники переходного периода от эпохи бронзы к раннему железному веку // Археологические памятники в зоне затопления Шульбинской ГЭС. Алма-Ата, Наука, 1987, с. 64—94.

Зах В.А. Периоды трансформаций в истории древних обществ Тоболо-Ишимья в голоцене // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2012, № 4 (19), с. 17—26.

Зах В.А., Зимина О.Ю., Рябогина Н.Е. Радиоуглеродные даты археологических и природных комплексов Тоболо-Ишимья (по материалам Тоболо-Ишимской экспедиции ИПОС СО РАН) // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2011, №1 (18), с. 219—233.

Косарев М.Ф. Эпоха бронзы и переходное время от бронзового века к железному // Эпоха бронзы лесной полосы СССР. М., Наука, 1987, с. 289—304.

Маргулан А.Х. Бегазы-дандыбаевская культура Центрального Казахстана. Алма-Ата, Наука, 1979, 360 с.

Матвеев А.В. Ирменская культура в лесостепном Приобье. Новосибирск, Изд-во Новосиб. ун-та, 1993, 180 с.

Молодин В.И. Некоторые проблемы переходного от бронзы к железу времени в Новосибирском Приобье и лесостепной Барабе // Тезисы докладов Всесоюзной археологической конференции. Проблемы скифо-сибирского культурно-исторического единства. Кемерово, 1979, с. 110—112.

Молодин В.И. Бараба в эпоху бронзы. Новосибирск, Наука, 1985, 200 с.

Молодин В.И. Некрополь городища Чича-1 и проблема погребальной практики носителей культуры переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи // Археология, этнография и антропология Евразии, 2006а, № 4(28), с. 115—121.

Молодин В.И. Специфика этнокультурных и хозяйственных явлений на памятнике переходного от бронзы к железу времени Чича-1 (Бараба, Западная Сибирь): вероятная модель // Производственные центры: источники, «дороги», ареал распространения. СПб., СПбГУ, 2006б, с. 171—175.

Молодин В.И. Периодизация, хронология и культурная идентификация памятника Чича (Барабинская лесостепь) // Время и культура в археолого-этнографических исследованиях древних и современных обществ Западной Сибири и сопредельных территорий: проблемы интерпретации и реконструкции (Материалы XIV Западно-Сибирской археолого-этнографической конференции). Томск, Изд-во Том. ун-та, 2008, с. 155—163.

Молодин В.И. Экологический «стресс» на рубеже II—I тыс. до н. э. и его влияние на этнокультурные и социально-экономические процессы у народов Западной Сибири // Культура как система в историческом контексте. Опыт западно-сибирских археолого-этнографических совещаний. Материалы XV Международной западно-сибирской археолого-этнографической конференции. Томск, Изд-во Том. ун-та, 2010, с. 22—24.

Молодин В.И. Берликская культура в западно-сибирской лесостепи // Археология Западной Сибири и Алтая: опыт междисциплинарных исследований. Барнаул, Изд-во Алт. ун-та, 2015, с. 237—244.

Молодин В.И., Мыльникова Л.В. Керамика городища Чича как источник по истории переходного от бронзы к железному веку // История и культура Сибири в исследовательском и образовательном пространстве. Новосибирск, НГПУ, 2004, с. 101—106.

Молодин В.И., Парцингер Г. Исследования памятника Чича в Барабинской лесостепи (итоги, перспективы, проблемы) // Современные проблемы археологии России. Т. 1. Новосибирск, Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2006, с. 49—55.

Молодин В.И., Парцингер Г. Хронология памятника Чича-1 // Чича — городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи. Т. 3. Новосибирск, Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2009, с. 51—77.

Молодин В.И., Парцингер Г., Беккер Г., Фассбиндер Й., Чемякина М.А., Наглер А., Нииф Р., Новикова О.И., Манштейн А.К., Гаркуша Ю.Н., Гришин А.Е., Ефремова Н.С. Археолого-геофизические исследования российско-германской экспедиции в Барабинской лесостепи // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Т. 5, Новосибирск, Изд-во ИАЭТ СО РАН, 1999, с. 454—461.

Молодин В.И., Парцингер Г., Гаркуша Ю.Н., Шнеевайс Й., Беккер Г., Фассбиндер Й., Чемякина М.А., Гришин А.Е., Новикова О.И., Ефремова Н.С., Манштейн А.К., Дядьков П.Г., Васильев С.К., Мыльникова Л.Н., Балков Е.В. Археолого-геофизические исследования городища переходного от бронзы к железу времени Чича-1 в Барабинской лесостепи: первые результаты российско-германской экспедиции // Археология, этнография и антропология Евразии, 2001а, № 3(7), с. 104—127.

Молодин В.И., Парцингер Г., Гаркуша Ю.Н., Шнеевайс Й., Гришин А.Е., Новикова О.И., Ефремова Н.С., Чемякина М.А., Мыльникова Л.Н., Васильев С.К., Беккер Г., Фассбиндер Й., Манштейн А.К., Дядьков П.Г. Чича — городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи. Первые результаты исследований. Материалы по археологии Сибири. Вып. 1, Новосибирск, Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2001б, 240 с.

Молодин В.И., Парцингер Г., Гаркуша Ю.Н., Шнеевайс Й., Новикова О.И., Чемякина М.А., Мыльникова Л.Н., Ефремова Н.С., Гришин А.Е., Марченко Ж.В., Рыбина Е.В. Результаты полевых исследований городища Чича-1 // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Т. VIII. Новосибирск, Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2002, с. 386—395.

Молодин В.И., Парцингер Г., Гришин А.Е., Марченко Ж.В., Шнеевайс Й., Новикова О.И., Ефремова Н.С. Пространственно-временная динамика городища Чича-1: анализ стратиграфии и планиграфии // Исторический опыт хозяйственного и культурного освоения Западной Сибири. Кн. 1, Барнаул, Изд-во Алт. ун-та, 2003, с. 316—322.

Молодин В.И., Парцингер Г., Гаркуша Ю.Н., Шнеевайс Й., Гришин А.Е., Новикова О.И., Чемякина М.А., Ефремова Н.С., Марченко Ж.В., Овчаренко А.П., Рыбина Е.В., Мыльникова Л.Н., Васильев С.К., Бенеке Н., Манштейн А.К., Дядьков П.Г., Кулик Н.А. Чича — городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи. Т. 2. Материалы по археологии Сибири. Вып. 4, Новосибирск, Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2004, 336 с.

Молодин В.И., Мыльникова Л.Н., Дураков И.А., Кобелева Л.С. Культурная принадлежность городища Чича 1 (по данным статистико-планиграфического изучения керамических комплексов) // Труды II (XVIII) Всероссийского археологического съезда. Т. I. М., 2008а, с. 425—430.

Молодин В.И., Мыльникова Л.Н., Кобелева Л.С. Этапы заселения городища Чича-1 (по результатам анализа керамического комплекса) // Археология, этнография и антропология Евразии, 2008б, № 3 (35), с. 54—67.

Молодин В.И., Мыльникова Л.Н., Дураков И.А., Кобелева Л.С. Культурная принадлежность городища Чича-1 по данным статистико-планиграфического изучения керамических комплексов на разных участках памятника // Чича — городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи, Т. 3. Новосибирск, Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2009а, с. 44—50.

Молодин В.И., Мыльникова Л.Н., Дураков И.А., Кобелева Л.С. Синкретичная керамика городища Чича-1 // Этнические взаимодействия на Южном Урале. Челябинск, 2009б, с. 73—78.

Молодин В.И., Елимахов А.В., Марченко Ж.В. Радиоуглеродная хронология культур эпохи бронзы Урала и юга Западной Сибири: принципы и подходы, достижения и проблемы // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия история, филология. Т. 13, вып. 3. Археология и этнография, 2014, с. 136—167.

Пилипенко А.С., Ромашенко А.Г., Молодин В.И., Куликов И.В., Кобзев В.Е., Поздняков Д.В., Новикова О.И. Особенности захоронения младенцев в жилищах городища Чича 1 в Барабинской лесостепи по данным анализа структуры ДНК // Археология, этнография и антропология Евразии, 2008, № 2 (34), с. 57—67.

Потемкина Т.М. Бронзовый век лесостепного Притоболья. М., Наука, 1985, 376 с.

- Самашев З.С., Боковенко Н.А.** Исследования в Семипалатинской области // Археологические открытия 1983 года. М., ИА РАН, 1985, с. 515—516.
- Троицкая Т.Н.** Завьяловская культура и ее место среди лесостепных культур Западной Сибири // Западная Сибирь в древности и Средневековье. Тюмень, ТюмГУ, 1985, с. 54—69.
- Хабдулина М.К.** Погребальный обряд населения раннего железного века Северного Казахстана (VIII-II вв. до н.э.) // Ранний железный век и Средневековье Урало-Иртышского междуречья. Челябинск, БашГУ, 1986, с. 3—25.
- Членова Н.Л.** Памятники конца эпохи бронзы в Западной Сибири. М., Наука, 1994, 170 с.
- Vachand B.R.** Bayesian refinement of a stratified sequence of radiometric dates from Punta de Chimino, Guatemala // Radiocarbon, 2008, v. 50, №1, p. 19—51.
- Bayliss A.** Rolling out revolution: Using radiocarbon dating in archaeology // Radiocarbon, 2009, v. 51, №1, p. 123—147.
- Bayliss A., Bronk Ramsey C., van der Plicht J., Whittle A.** Bradshaw and Bayes: towards a timetable for the Neolithic. Cantab // Archaeol. J., 2007, v. 17, p. 1—28.
- Becker H., Fassbinder J.W.E.** Magnetometry of a Scythian settlement in Siberia near Chicha in the Baraba steppe 1999 // Archaeol. Prosp. / Eds. J.W.E. Fassbinder, W.E. Irlinger. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege. Volume 108. München, Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, 1999, p. 168—172.
- Becker F., Schneeweiß J.** Zur absoluten Chronologie der westsibirischen Spätbronze- und frühen Eisenzeit. Die Überprüfung der Besiedlungsphasen in Čiča mit Bayes'scher Statistik // Prähistorische Zeitschrift, 2016, № 91, s. 431—470.
- Bronk Ramsey C.** Analysis of chronological information and radiocarbon calibration: the program OxCal // Archaeol. Comput. Newslett., 1994, № 4, p. 11—16.
- Bronk Ramsey C.** Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: The OxCal program // Radiocarbon, 1995, v. 37, № 2, p. 425—430.
- Bronk Ramsey C.** Probability and dating // Radiocarbon, 1998, v. 40, №1, p. 461—474.
- Bronk Ramsey C.** Deposition models for chronological records // Quat. Sci. Rev., 2008, v. 27, № 1—2, p. 42—60.
- Bronk Ramsey C.** Bayesian analysis of radiocarbon dates // Radiocarbon, 2009, v. 51, №1, p. 337—460.
- Bronk Ramsey C., Lee S.** Development and application of the trapezoidal model for archaeological chronologies // Radiocarbon, 2012, v. 54, № 1, p. 107—122.
- Bronk Ramsey C., Manning S.W., Galimberti M.** Dating the volcanic eruption at Thera // Radiocarbon, 2004, v. 46, № 1, p. 325—444.
- Bronk Ramsey C., Staff R.A., Bryant C.L., Brock F., Kitagawa H., van der Plicht J., Scholaut G., Marshall M.H., Brauer A., Lamb H.F., Payne R.L., Tarasov P.E., Haraguchi T., Gotanda K., Yonenubu H., Yokoyama Y., Tada R., Nakagawa T.A.** Complete terrestrial radiocarbon record for 11.2 to 52.8 kyr BP // Science, 2012, v. 338, № 6105, p. 370—374.
- Buck C.E., Merson B.** On being a good Bayesian // World Archaeol., 2015, v. 45, № 4, p. 567—584.
- Buck C.E., Litton C.D., Smith A.F.M.** Calibration of radiocarbon results pertaining to related archaeological events // J. Archaeol. Sci., 1992, v. 19, № 5, p. 497—512.
- Buck C.E., Cavanagh W.G., Litton C.** Bayesian approach to interpreting archaeological data. Statistics in practice. Chichester, Wiley, 1996, 382 p.
- Christen J.A.** Summarizing a set of radiocarbon determinations: a robust approach // Journal of the Royal Statist. Soc. Series C (Applied Statistics), 1994, v. 43, № 3, p. 489—503.
- Christen J.A., Clymo R.S., Litton C.D.** A Bayesian approach to the use of ¹⁴C dates in the estimation of the age of peat // Radiocarbon, 1995, v. 37, № 2, p. 431—442.
- De Vleeschouwer D., Parnell A.C.** Reducing time-scale uncertainty for the Devonian by integrating astrochronology and Bayesian statistics // Geology, 2014, v. 42, № 6, p. 491—494.
- Dye T.S.** A model-based age estimate for Polynesian colonization of Hawai'i // Archaeol. Oceania, 2011, №46, p. 130—138.
- Friedrich W., Kromer B., Friedrich M., Heinemeier J., Pfeiffer T., Talamo S.** Santorini eruption radiocarbon dated to 1627—1600 BC // Science, 2006, v. 312, № 5773, p. 548.
- Friedrich W., Kromer B., Friedrich M., Heinemeier J., Pfeiffer T., Talamo S.** The olive branch chronology stands irrespective of tree-ring counting // Antiquity, 2014, v. 88, №339, p. 274—277.
- Görsdorf J.** Datierungen im Berliner ¹⁴C-Labor // Berliner Beiträge zur Archäometrie, 2000, №17, s. 121—131.

- Görsdorf J., Parzinger H., Nagler A., Leont'ev N.** Neue ¹⁴C-Datierungen für die sibirische Steppe und ihre Konsequenzen für die regionale Bronzezeitchronologie // *Eurasia Antiqua*, 1998, №4, s. 73–80.
- Görsdorf J., Parzinger H., Nagler A.** New radiocarbon dates of the North Asian steppe zone and its consequences for the chronology // *Radiocarbon*, 2001, v. 43, № 2B, p. 1115–1120.
- Griffiths S.** Simulations and outputs // *Radiocarbon*, 2014, v. 56, №2, p. 871–876.
- Hamilton W.D.** The use of radiocarbon and Bayesian Modelling to (Re)Write Later Iron Age settlement histories in East-Central Britain. Diss, Univ. Leicester. PhD Thesis, 2010, p. 347.
- Held L.** Methoden der statistischen Inferenz. Likelihood und Bayes. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag, 2008, 304 s.
- Höflmayer F.** The date of the Minoan Santorini eruption: quantifying the “Offset” // *Radiocarbon*, 2012, v. 54, №3–4, p. 435–444.
- Kennett J.P., Kennett D.J., Culleton B.J., Tortosa J.E.A., James L., Bischoff J.L., Bunch T.E., Daniel I.R.Jr., Erlandson J.M., Ferraro D., Firestone R.B., Goodyear A.C., Israde-Alcántara I., Johnson J.R., Jordá Pardo J.F., Kimbel D.R., Le Compte M.A., Lopinot N.H., Mahaney W.C., Moore A.M.T., Moore C.R., Ray J.K., Stafford T.W.Jr., Tankersley K.B., Wittke J.H., Wolbach W.S., West A.** Bayesian chronological analyses consistent with synchronous age of 12,835–12,735 Cal B.P. for Younger Dryas boundary on four continents // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2015, August 11, v. 112, № 32, p. 4344–4353.
- Lee P.M.** Bayesian statistics. An introduction. New York, Wiley, 2012, 486 p.
- Molodin V.I., Parzinger H., Schneeweiß J., Garkuša J.N., Grišin A.E., Novikova O.I., Efremova N.S., Marčenko Ž.V., Chemiakina M.A., Myl'nikova L.N., Becker H., Faßbinder J.** Čiča — eine befestigte Ansiedlung der Übergangsperiode von der Spätbronze- zur Früheisenzeit in der Barabinsker Waldsteppe. Vorbericht der Kampagnen 1999–2001 // *Eurasia Antiqua*, 2002, № 8, s. 185–236.
- Molodin V.I., Marchenko Z.V., Kuzmin Y.V., Grishin A.E., van Strydonck M., Orlova L.A.** ¹⁴C chronology of burial grounds of the Andronovo Period (Middle Bronze Age) in Baraba forest steppe, Western Siberia // *Radiocarbon*, 2012, v. 54, № 3–4, p. 737–747.
- Multidisciplinary investigations** of the Bronze Age settlements in the Southern Trans-Urals (Russia) / Eds. R. Krause, L.N. Koryakova. *Frankfurter Archäologische Schriften* 23, Bonn, Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2013, 354 p.
- Parzinger H.** Die Skythen. München, Verlag C.H. Beck, 2004, 128 s.
- Parzinger H.** Die frühen Völker Eurasiens. Vom Neolithikum bis zum Mittelalter. München, Verlag C.H. Beck, 2006, 1046 s.
- Reimer P.J., Baillie M.G.L., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Bertrand C.J.H., Blackwell P.G., Buck C.E., Burr G.S., Cutler K.B., Damon P.E., Edwards R.L., Fairbanks R.G., Friedrich M., Guilderson T.P., Hogg A.G., Hughen K.A., Kromer B., McCormac G., Manning S., Bronk Ramsey C., Reimer R.W., Remmele S., Southon J.R., Stuiver M., Talamo S., Taylor F.W., van der Plicht J., Weyhenmeyer C.E.** IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0–26 cal kyr BP // *Radiocarbon*, 2004, v. 46, №3, p. 1029–1058.
- Reimer P., Baillie M.G.L., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Bronk Ramsey C., Buck C.E., Burr G.S., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Hajdas I., Heaton T.J., Hogg A.G., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., McCormac F.G., Manning S.W., Reimer R.W., Richards D.A., Southon J.R., Talamo S., Turney C.S.M., van der Plicht J.** IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0–50000 years cal BP // *Radiocarbon*, 2009, v. 51, № 4, p. 1111–1150.
- Reimer P., 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., Hafliðason H., Hajdas I., Hatté C., Heaton T.J., Hoffmann D.L., Hogg A.G., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., McCormac F.G., Manning S.W., Niu M., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Staff R.A., Turney C.S.M., van der Plicht J.** IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP // *Radiocarbon*, 2013, v. 55, № 4, p. 1869–1887.
- Riede F., Edinborough L.** Bayesian radiocarbon models for the cultural transition during the Allerød in southern Scandinavia // *J. Archaeol. Sci.*, 2012, v. 39, p. 744–756.
- Schneeweiß J.** Die Siedlung Čiča in der westsibirischen Waldsteppe I. Untersuchungen zur Keramik, Chronologie und kulturellen Stellung in der Spätbronzezeit und der Übergangsperiode zur frühen Eisenzeit. *Archäologie in Eurasien* 22, Mainz, Philipp von Zabern Verlag, 2007, 498 s.
- Schneeweiß J.** Protourbane“ Siedlungen an der Wende vom 2. zum 1. Jahrtausend v. Chr. in der westsibirischen Waldsteppenzone // *Siedlung und Handwerk. Studien zu sozialen Kontexten in der Bronzezeit. Beiträge zu den Sitzungen der AG Bronzezeit 2007 und 2008* / Eds. B. Horejs, T.L. Kienlin. *Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie* 194. Bonn, Verlag Dr. Rudolf Habelt Bonn, 2010, p. 157–171.

Schneeweiß J., Rjabogina N. Die Wechselwirkungen zwischen naturräumlichen Veränderungen und Kulturentwicklung in der westsibirischen Waldsteppenzone im 2. und 1. Jahrtausend v. Chr. / Eds. O. Heinrich-Tamáska, M. Hardt, L. Révész, W. Schenk. Siedlungsforschung // Archäologie — Geschichte — Geographie. Offene Landschaften, 2014, v. 31, s. 63—93.

Scott M. Bayesian methods: What can we gain at what cost? // Radiocarbon, 2000, v. 42, № 2, p. 181.

Steier P., Rom W. The use of Bayesian statistics for ¹⁴C dates of chronologically ordered samples: A critical analysis // Radiocarbon, 2000, v. 42, № 2, p. 183—198.

Steier P., Rom W., Puchegger S. New methods and critical aspects in Bayesian mathematics for ¹⁴C calibration // Radiocarbon, 2001, v. 43, № 2A, p. 373—380.

Stuiver M., Reimer P.J., Bard E., Beck J.W., Burr G.S., Hughen K.A., Kromer B., McCormac F.G., van der Plicht J., Spurk M. INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24,000–0 cal BP // Radiocarbon, 1998, v. 40, № 3, p. 1041—1083.

Svyatko S.V., Mallory J.P., Murphy E.M., Polyakov A.V., Reimer P.J., Schulting R.J. New radiocarbon dates and a review of the chronology of prehistoric populations from the Minusinsk basin, Southern Siberia, Russia // Radiocarbon, 2009, v. 51, № 1, p. 243—273.

Telford R.J., Heegaard E., Birks H.J.B. All age–depth models are wrong: but how badly? // Quat. Sci. Rev., 2004, v. 23, № 1–2, p. 1—5.

van der Plicht J. The Groningen Radiocarbon Calibration Program // Radiocarbon, 1993, v. 35, № 1, p. 231—237.

Wardle K., Higham T., Kromer B. Dating the end of the Greek Bronze Age: a robust radiocarbon-based chronology from Assiros Toumba // PloS ONE, 2014, № 9/9, DOI: 10.1371/journal.pone.0106672

Weninger F., Steier P., Kutschera W., Wild E.M. Robust Bayesian analysis, an attempt to improve Bayesian sequencing // Radiocarbon, 2010, v. 52, №3, p. 962—983.

Wiener M.H., Earle J.W. Radiocarbon dating of the Thera eruption // Open J. Archaeometry, 2014, v. 2, № 1, p. 60–64, DOI: 10.4081/arc.2014.5265.

*Рекомендована к печати 2 августа 2017 г.
Н.Л. Добрецовым*

*Поступила в редакцию
14 апреля 2017 г.*