

И.Ю. Слюсаренко, Ю.Н. Гаркуша ✉
Институт археологии и этнографии СО РАН
Новосибирск, Россия
E-mail: garkusha_y@list.ru

Дендрохронология могильников таштыкской культуры Хакасско-Минусинской котловины: к постановке проблемы

В статье приводятся результаты дендрохронологического анализа древесины из памятников таштыкской культуры Хакасско-Минусинской котловины. Этот метод датирования подводит основы объективности и достоверности под хронологические построения. Базой для исследования послужила коллекция из 180 образцов древесины, которая представляет 9 памятников, включающих 26 грунтовых могил и 6 склепов. Территориально могильники расположены в западной части котловины и вдоль левого берега Красноярского водохранилища. В хронологическом отношении они датируются в диапазоне I–VII вв. Древесина в погребениях представлена хвойными породами двух видов: лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), которые применялись, как для стенок срубов, так и для перекрытий. В большинстве случаев древесина характеризуется различной степенью деградации, которая создает трудности при перекрестном датировании образцов. Задачи исследования: построение относительных («плавающих») древесно-кольцевых хронологий по древесине отдельных могильников; сравнение древесно-кольцевых хронологий разных могильников для проверки возможности разработки дендрошкалы для таштыкской культуры в целом. Для решения этих задач отобраны материалы двух могильников: Оглахты и Тесинский Залив-3. Для первого были сформированы обобщенные древесно-кольцевые хронологии (ДКХ): по лиственнице (OgL) – протяженностью 228 лет, и по сосне (OgP) – длиной 178 лет. Их также удалось датировать между собой. По древесине Тесинского Залива-3 была составлена обобщенная ДКХ по лиственнице (TZL) протяженностью 95 лет, которая успешно датировалась с оглахтинской хронологией. Результаты исследования показали, что погребения Тесинского Залива-3 сооружались примерно в тот же период, что и исследованные оглахтинские могилы. Полученные даты являются относительными, а превращение их в абсолютные возможно при помощи радиоуглеродного датирования дендрообразцов с использованием методики «wiggle-matching».

Ключевые слова: таштыкская культура, Хакасско-Минусинская котловина, дендрохронология, относительное датирование, грунтовые могилы, склепы.

I.Y. Slyusarenko, Y.N. Garkusha ✉
Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS
Novosibirsk, Russia
E-mail: garkusha_y@list.ru

Dendrochronology of Burial Grounds of the Tashtyk Culture in the Khakass-Minusinsk Depression: Towards Formulation of the Problem

This article presents dendrochronological analysis of wood from the sites of the Tashtyk culture in the Khakass-Minusinsk Depression. This dating method ensures objectivity and reliability of chronological constructions. The study used 180 samples of wood, which represented nine sites, including 26 soil graves and six crypts. Geographically, these burial grounds are located in the western part of the Depression along the left bank of the Krasnoyarsk Reservoir. Chronologically, they were dated to the period from the 1st to 7th centuries AD. Wood in burial structures is represented by two coniferous species: Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), which were used for walls and roofs of logworks. In most cases, wood manifested varying degrees of decay, which created some difficulties in cross-dating of the samples. Research objectives included elaboration of relative (“floating”) tree-ring chronologies based on the wood from selected burial grounds and comparison of tree-ring chronologies from different burial grounds for testing the possibility of developing the dendroscale for the entire Tashtyk culture. For reaching these objectives, evidence from two burial grounds – Oglakhty and Tesinsky Zaliv-3 – was selected. For the first site, generalized tree-ring

width (TRW) chronologies were elaborated for larch (OgL, 228 years long) and pine (OgP, 178 years long). It was also possible to cross-date them. Based on the wood from Tesinsky Zaliv-3, a generalized TRW chronology for larch (TZL, 95 years long) was compiled and was successfully cross-dated with the Oglakhty TRW chronology. The results of the study have shown that burials in Tesinsky Zaliv-3 were made approximately in the same period as the explored Oglakhty graves. The dates obtained are relative and their transformation into absolute dates is possible after radiocarbon dating of wood samples using the “wigggle-matching” technique.

Keywords: *Tashtyk culture, Khakass-Minusinsk Depression, dendrochronology, relative dating, ground graves, crypts.*

Введение

Таштыкская культура является одним из наиболее ярких историко-культурных феноменов на территории Хакасско-Минусинской котловины. Несмотря на длительную историю исследований таштыкских древностей, вопросы истоков и генезиса культуры, специфики погребальной обрядности, хронологии и периодизации по-прежнему далеки от разрешения. П.П. Азбелев, подводя итоги изысканий в области таштыкской хронологии, делая акцент в первую очередь на анализе материалов из склепов, посетовал, что «не проводились пока на материалах склепов и естественнонаучные изыскания, так что у нас нет и привычной сегодня археологу радиоуглеродной или дендрохронологической ‘шпаргалки’» [Азбелев, 2012, с. 276]. В равной степени, за редким исключением [Панкова и др., 2010], это утверждение можно отнести и по отношению к грунтовым могилам. Однако в последующие годы были предприняты первые шаги в направлении разработки такой «шпаргалки», отчасти в силу общей тенденции на широкое внедрение в археологические исследования методов естественных наук, отчасти благодаря систематическому и осмысленному накоплению соответствующих материалов из таштыкских комплексов. Благодаря особенностям погребального обряда (сожжение склепов, применение бересты и др.), а также специфическим локальным условиям формирования культурного слоя, в ряде случаев комплекс таких обстоятельств способствовал хорошей сохранности органики, в т.ч. деревянных погребальных конструкций. В ходе раскопок последних лет удалось собрать определенное количество археологической древеси-

ны, пригодной для дендрохронологического анализа. В настоящее время проводятся исследования по древесно-кольцевому датированию древесины из отдельных памятников таштыкской культуры. Некоторые результаты этого процесса представлены в предлагаемой статье.

Материалы и методы

Для действенности дендрохронологического анализа необходимо, чтобы коллекция материалов отвечала требованиям количественной и качественной представительности. Задача датирования памятников в рамках целой культуры также вызывает необходимость более широкого территориального и хронологического охвата. Кроме того, для лесостепной зоны Хакасии, где отсутствует единый лимитирующий климатический фактор, значимое влияние на динамику годового прироста деревьев, а, следовательно, и возможность синхронизации, оказывают топоэкологические условия места произрастания и видовые особенности древесных растений [Бабушкина, 2011]. Эти природные факторы накладывают свои требования в отношении количественного и качественного состава исследуемой древесины.

На сегодняшний день коллекция образцов таштыкской древесины представлена 9 памятниками и насчитывает ок. 180 экз. (см. таблицу). Территориально памятники приурочены к западной части Хакасско-Минусинской котловины, включая территорию вдоль левого бережья Красноярского водохранилища (рис. 1).

В хронологическом отношении перечисленные памятники демонстрируют определенное разнообразие, устанавливаемое на основании предметного комплек-

Список памятников таштыкской культуры, из которых происходит коллекция древесины

Название памятника	Авторы раскопок	Тип погребальных сооружений	Количество образцов
Абакан-8	П.Б. Амзараков	грунтовые могилы, склеп	46 обр. (из 6 могил, 1 склепа)
Арбан II	Д.Г. Савинов	склеп	1 обр.
Маркелов Мыс I	Ю.В. Тетерин	склепы	5 обр. (из 2 склепов)
Маркелов Мыс II	О.А. Митько	склепы	2 обр. (из 2 склепов)
Оглахтинский могильник	А.В. Адрианов, Л.Р. Кызласов, О.В. Зайцева, Е.В. Водясов, С.В. Панкова	грунтовые могилы	79 обр. (из 9 могил)
Сахсар	И.А. Грачев	грунтовые могилы	5 обр. (из 2 могил)
Тесинский Залив-3	О.А. Митько	грунтовые могилы	29 обр. (из 3 могил)
Чегерак	С.Г. Скобелев	грунтовые могилы	9 обр. (из 4 могил)
Черноозерное II	А.И. Готтлиб	грунтовые могилы	2 обр. (из 4 могил)

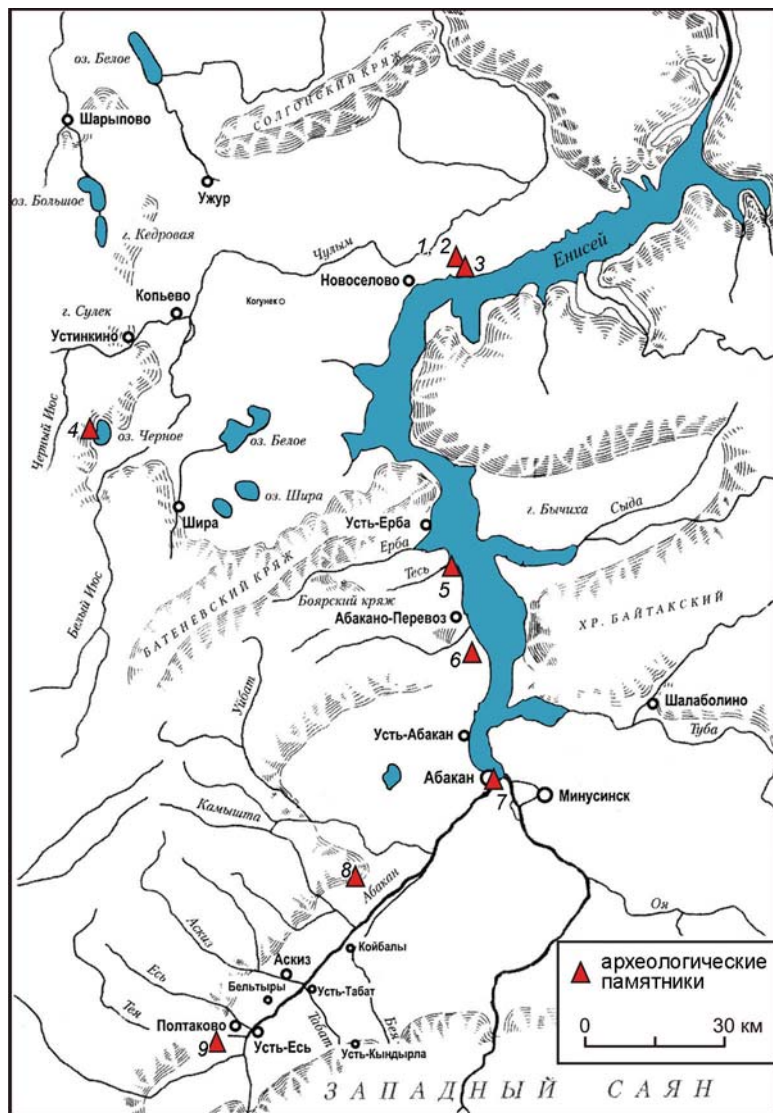


Рис. 1. Схема расположения памятников таштыкской культуры, из которых происходит древесина для дендрохронологических исследований.

1 – Маркелов Мыс I; 2 – Маркелов Мыс II; 3 – Чегерак; 4 – Черноозерное II; 5 – Тесинский Залив-3; 6 – Оглахтинский могильник; 7 – Абакан-8; 8 – Сахсар; 9 – Арбан II.

са, особенностей погребальной обрядности и радиоуглеродного датирования, располагаясь в диапазоне I–VII вв. [Азбелев, 2012; Амзараков, Ковалева, 2016; Готлиб, 2007; Грачев, 2010; Митько, 2007; Митько и др., 2018; Панкова и др., 2010; Слюсаренко и др., 2017; Тетерин, 2007].

По количественному и качественному составу коллекция образцов древесины неоднородна. Это вызвано отчасти историей ее формирования. Несмотря на длительную историю исследования памятников таштыкской культуры, древесина от погребальных конструкций отбиралась в последние десятилетия лишь в отдельных случаях с целью радиоуглеродного датирования и сохранилась случайным образом в виде единичных образцов. Ситуация в корне изменилась в самые последние годы, когда при раскопках таштыкских могильников отбор древесины принял плано-

мерный и целенаправленный характер, результатом чего стали серии образцов разной степени представленности (см. таблицу).

Наибольшей массовостью (79 обр.) отличается коллекция древесины из Оглахтинского могильника. Для данного памятника, имеющего долгую историю изучения, удалось задействовать все возможные источники поступления древесины: музейные коллекции, современные раскопки, повторные раскопки ранее исследованных объектов. Строительная древесина в таштыкских погребениях представлена хвойными породами двух видов: лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Видовой состав древесины определен на основе анатомических признаков, применяемых для ее идентификации [Бенькова, Швайнгрубер, 2004]. По имеющимся материалам пока трудно выявить строгую систему в использовании разных пород древесины. Так, в конструкциях Оглахтинского могильника в целом доминирует лиственница – 75 %, на сосну приходится 25 %, но соотношение между породами варьирует в разных объектах [Слюсаренко, Гаркуша, 2023, с. 212, 225, 227]. Оба вида применялись как для стенок срубов, так и для перекрытий. Подобная картина наблюдается и на других памятниках, для которых имеются анатомические определения пород [Амзараков, Ковалева, 2016, с. 52, 59].

Степень сохранности древесины весьма различается. В отсутствие общих доминирующих факторов, способствующих обычно естественной консервации органики (многолетняя мерзлота, очень сухая среда и пр.) на сохранность древесины в условиях Хакасско-Минусинской котловины влияет совокупность специфических локальных условий. В силу этого, состояние древесных остатков может разительно отличаться даже в пределах одного памятника. Ярким примером является древесина из Оглахтинского могильника, степень сохранности которой возможно охарактеризовать как от удовлетворительной до очень высокой.

Однако для большинства памятников характерна та или иная степень поверхностной и глубинной деградации древесины. В ряде случаев образцы, полученные от стенок сруба или перекрытия, воспринимаемые на месте раскопок как монолит, при подготовке к измерениям оказываются состоящими из двух, а то и трех отдельных деталей. Такая ситуация зафиксиро-

вана, напр., на образцах из могильника Тесинский Залив-3. Тем самым возникают сложности с атрибуцией конструктивного типа детали и точного ее местоположения в структуре объекта.

Отмеченная деградация древесины имеет следствием трудности при перекрестном датировании образцов. Разрушение внешних слоев, приводящее к потере иногда до нескольких десятков периферийных колец, не позволяет зафиксировать наличие подкорового кольца и, соответственно, установить год валки дерева, т.е. момент, после которого оно было использовано в конструкции. Невозможность определить точное количество утраченных наружных колец придает относительному и абсолютному датированию конкретных образцов в значительной степени предположительный характер.

Часто пороком древесины, приобретенным в процессе ее археологизации, является деформация годичных колец, выраженная в наблюдаемом на поперечном спиле сжатии слоев прироста. В большей степени этому явлению подвержена ранняя древесина. Таким образом, на образцах отчетливо фиксируются участки разной площади с искаженными, по сравнению с нормальной древесиной, слоями прироста, что вызывает сложности при синхронизации древесно-кольцевых рядов. В подобной ситуации применялся способ, используемый при измерении образцов с другой разновидностью эксцентричных слоев прироста – креновой древесины. В этом случае направление измерений имеет вид извилистой кривой, обходящей участки с искаженным приростом [Шиятов и др., 2000, с. 37]. Тем самым процесс измерения становился более трудоемким, но его итогом нередко являлись вполне приемлемые результаты. Такой подход мы считаем правомерным, учитывая ценность археологической древесины, как источника разнообразной информации об объекте.

Измерение ширины годичных колец было выполнено на полуавтоматической установке «LINTAB-6» (с точностью 1/100 мм), подключенной к компьютеру со специализированной программой TSAP-Win [Rinn, 2013]. Измеренные индивидуальные серии погодичного прироста перекрестно датировались в данной программе, позволяющей осуществлять визуальный контроль сопоставления графиков прироста и рассчитывать серию статистических параметров для каждого варианта их совмещения.

Качество перекрестного датирования древесно-кольцевых рядов оценивалось на основе стандартных статистических показателей, применяемых в программе TSAP: Glk (коэффициент сходства-изменчивости), TBP (коэффициент Бейли-Пильчера), CDI (индекс перекрестного датирования). Для дополнительного контроля качества датирования использовалась программа COFESHA [Grissino-Mayer, 2001], в которой сходство древесно-кольцевых хронологий (далее – ДКХ) оценивалось посредством межсерийного (R)

и парного (r) коэффициентов корреляции. Кроме того, использовался коэффициент чувствительности, который дает оценку силы воздействия внешних факторов на рост деревьев: чем он выше, тем сильнее годовой прирост реагирует на внешние условия.

Из индивидуальных древесно-кольцевых рядов, показавших максимальное сходство между собой, создавались обобщенные ДКХ соответственно для отдельных объектов и для памятника в целом. В дальнейшем такие ДКХ служили инструментом датирования для всех остальных образцов. Для построения из индивидуальных древесно-кольцевых рядов обобщенных хронологий использована программа ARSTAN [Cook, Krusic, 2005]. Она направлена на минимизацию влияния возрастного тренда и других факторов неклиматической природы, присутствующих в индивидуальных хронологиях, на абсолютные значения ширины прироста древесных колец.

Поскольку главной целью работы рассматривалась оценка перспективы дендрохронологического анализа таштыкской древесины, была сформирована рабочая коллекция, включающая образцы, отвечающие следующим требованиям:

- наиболее представительные в количественном отношении выборки образцов;
- наилучшая сохранность образцов;
- происхождение образцов из возможно большего числа погребений;
- принадлежность образцов к разным породам древесины;
- происхождение серий образцов из наиболее близко расположенных памятников со сходными дендроклиматическими условиями.

Таким образом, источниковую базу на первом этапе исследования составили две серии образцов:

- 40 дендрообразцов из 5 погребений Оглахтинского могильника;
- 29 дендрообразцов из 3 могил памятника Тесинский Залив-3.

Результаты и обсуждение

Подробные результаты дендрохронологического исследования древесины из Оглахтинского могильника отражены в специальной публикации [Слюсаренко, Гаркуша, 2023]. По итогам перекрестного датирования были сформированы две обобщенные ДКХ: по лиственнице (OgL) – протяженностью 228 лет; по сосне (OgP) – длиной 178 лет. Современные исследования динамики изменчивости годичного прироста у хвойных пород (лиственница и сосна) Хакасско-Минусинской котловины под воздействием климатических и локальных факторов показало высокую корреляцию между этими видами в пределах одних мест обитания [Zhironova et al., 2021]. Сопоставление обобщенных ДКХ по лиственнице и сосне (OgL и OgP) подтвердило, что для местных условий возможно

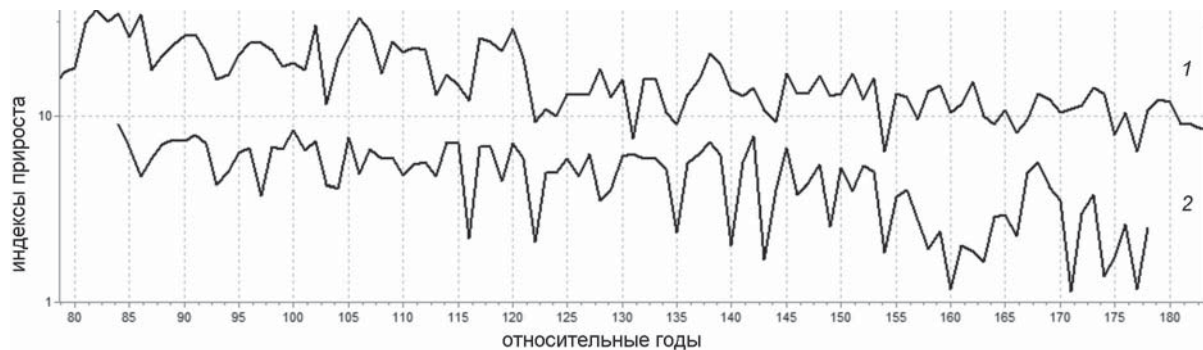


Рис. 2. Перекрестное датирование обобщенных древесно-кольцевых хронологий по лиственнице, сформированных по материалам Оглахтинского могильника (1) и могильника Тесинский Залив-3 (2). Графики представлены в полулогарифмическом виде.

перекрестное датирование между собой хвойных деревьев данных видов, происходящих из погребений Оглахтинского могильника. В целом из всей оглахтинской серии не удалось получить хронологическую привязку лишь для 8 образцов (20 %). В рамках относительной хронологии исследованные погребения приходится на интервал 184–238 гг.

Положительный опыт работы с оглахтинской древесиной позволил поставить вопрос о возможности сопоставления этих материалов с материалами других таштыкских могильников, в первую очередь наиболее близко расположенных. Ранее нами уже предпринималась попытка сравнения погребений из соседних могильников Маркелов Мыс II и Чегерак, которая увенчалась успехом [Слюсаренко и др., 2017]. Для настоящего исследования была отобрана, как наиболее отвечающая требованиям, серия образцов из 3 погребений грунтового могильника Тесинский Залив-3, расположенного при впадении р. Тесь в Енисей примерно в 30 км к ССЗ от Оглахтинского могильника.

Древесина из погребальных срубов Тесинского Залива-3 в целом имеет худшую сохранность по сравнению с оглахтинской. Из трех объектов (могилы 1, 2, 9) лучшее состояние демонстрирует материал из мог. 1. По видовому составу доминирует лиственница: из 17 образцов, для которых есть определения породы, пока выявлен только один сосновый.

Для 6 образцов (75 %) из мог. 1 получены индивидуальные ряды, характеризующиеся хорошей согласованностью в изменении прироста, что отражают высокие значения межсерийного коэффициента $R = 0,61–0,80$. На основе выборки из 4 образцов построена обобщенная хронология по лиственнице (TZL) протяженностью 95 лет с высокими значениями средних коэффициентов R и чувствительности (0,71 и 0,4 соответственно). В свою очередь, коэффициенты чувствительности индивидуальных рядов по образцам из мог. 1 демонстрируют значительный разброс – 0,17–0,41. В определенной степени это может быть вызвано наличием в выборке образцов с небольшим количе-

ством колец; относительно возрастные деревья (более 60 лет) показывают значения, близкие к верхнему порогу указанного интервала.

Образцы из других могил в основном ввиду приобретенных деформаций имеют невысокую степень синхронизации как между собой, так и с материалами из мог. 1. Те образцы, которые удалось датировать, по качеству корреляционных связей не могут быть включены в состав обобщенных ДКХ.

Попытка перекрестного датирования обобщенных лиственничных древесно-кольцевых хронологий, построенных для двух могильников, оказалась удачной. При сопоставлении хронологии TZL с оглахтинской ДКХ OgL получена достоверная синхронизация, характеризующаяся следующими значениями: $G1k = 73\%$; $TBP = 5,8$; $CDI = 40$. Парный коэффициент корреляции для этих двух обобщенных хронологий составил 0,41. По оглахтинской дендрошкале хронология Тесинского Залива-3 занимает интервал 84–178 гг. в относительных датах (рис. 2).

Пока единственный сосновый образец, происходящий из мог. 2, показал высокую степень синхронизации с оглахтинскими сосновыми хронологиями ($CDI = 56–62$). Учитывая, что оглахтинские обобщенные хронологии по лиственнице и сосне показали между собой убедительную согласованность в изменениях радиального прироста, то и сосновый образец из мог. 2 тем самым получил надежную относительную привязку в системе выстроенной хронологии. При этом лишь отдельные лиственничные образцы из мог. 2 демонстрируют высокую корреляционную связь с ДКХ TZL, которая иллюстрируется убедительными значениями $CDI = 34–54$.

Суммируя сведения о хронологическом распределении дат образцов из могильников Оглахты и Тесинский Залив-3, несмотря на отсутствие достоверных данных о потере периферийных колец на материалах из второго памятника, можно утверждать, что погребения Тесинского Залива-3 сооружались примерно в тот же период (ок. 178 г. по относительной шкале), что и исследованные оглахтинские могилы.

Заключение

Собранная в последние годы коллекция таштыкской древесины позволила предпринять первые системные шаги в направлении дендрохронологического датирования памятников в пределах Хакасско-Минусинской котловины. Полученные обобщенные ДКХ для отдельных памятников имеют потенциал стать отправной точкой для формирования ряда локальных дендрохронологических шкал, относящихся к 1-й половине I тыс. н.э. Все вышеприведенные даты являются относительными, т.е. установленными в рамках «плавающей» древесно-кольцевой хронологии. Превращение их в абсолютные при помощи радиоуглеродного датирования дендробразцов с использованием методики «wiggle-matching» является делом близкой перспективы.

При интерпретации относительных дат отдельных погребальных сооружений следует иметь в виду существующие аргументы в пользу мнения о многоактности ритуальных действий в таштыкских погребальных комплексах [Вадецкая, 1999, с. 31], подтверждение чему, возможно, кроется в полученных дендрохронологических данных.

В любом случае использование естественно-научных методов датирования подводит основы объективности и достоверности под хронологические построения.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках проекта НИР ИАЭТ СО РАН № FWZG-2022-0010 «Палеоэкология человека и реконструкция природных условий Евразии в четвертичном периоде».

Список литературы

- Азбелев П.П.** Таштыкская хронология: состояние вопроса // *Stratum plus*. – 2012. – № 4. – С. 257–280.
- Амзараков П.Б., Ковалева О.В.** Памятники таштыкской культуры могильника Абакан-8 // *Научное обозрение Саяно-Алтая*. – 2016. – № 1. – С. 48–63.
- Бабушкина Е.А.** Влияние климатических факторов и условий произрастания на изменчивость радиального прироста и структуры годичных колец: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2011. – 22 с.
- Бенькова В.Е., Швейнгрубер В.Х.** Анатомия древесины растений России. – Берн: Хаупт, 2004. – 456.
- Вадецкая Э.Б.** Таштыкская эпоха в древней истории Сибири. – СПб.: Петербургское Востоковедение (*Archaeologica Petropolitana*, VII), 1999. – 439 с.
- Готлиб А.И.** Ярусные захоронения таштыкского могильника Черноозерное II в Хакасии // *Таштыкские памятники Хакасско-Минусинского края*. – Новосибирск: [б.и.], 2007. – С. 8–38.
- Грачев И.А.** Предварительные итоги археологического исследования могильника Сахар // *Радловский сборник: Научные исследования и музейные проекты МАЭ РАН в 2009 г.* – СПб.: Изд-во МАЭ РАН, 2010. – С. 209–211.
- Митько О.А.** Таштыкские памятники могильника Маркелов Мыс II. Материалы к реконструкции сожжения погребальных сооружений (по результатам раскопок склепа № 8) // *Таштыкские памятники Хакасско-Минусинского края*. – Новосибирск: [б.и.], 2007. – С. 39–61.
- Митько О.А., Скобелев С.Г., Ширин Ю.В., Зубков В.С., Поселянин А.И., Давыдов Р.В., Журавлева Е.А., Половников И.С., Собинов Р.Л.** Грунтовый могильник таштыкской культуры Тесинский Залив-3: итоги полевого сезона 2018 года // *Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий*. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2018. – Т. XXIV. – С. 285–289.
- Панкова С.В., Васильев С.С., Дергачев В.А., Зайцева Г.И.** Радиоуглеродное датирование оглахтинской гробницы методом «wiggle matching» // *Археология, этнография и антропология Евразии*. – 2010. – № 2. – С. 46–56.
- Слюсаренко И.Ю., Гаркуша Ю.Н.** Дендрохронологическое исследование древесины из Оглахтинского могильника: первые результаты // *Сибирские исторические исследования*. – 2023. – № 3. – С. 204–235.
- Слюсаренко И.Ю., Сафонова М.А., Скобелев С.Г., Митько О.А.** Опыт комплексного датирования древесины из погребений таштыкских могильников Маркелов Мыс II и Чергерак // *Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий*. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2017. – Т. XXIII. – С. 390–394.
- Тетерин Ю.В.** Таштыкские склепы могильника Маркелов Мыс I на севере Хакасско-Минусинского края // *Таштыкские памятники Хакасско-Минусинского края*. – Новосибирск: [б.и.], 2007. – С. 62–88.
- Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Круглов В.Б., Мазепа В.С., Наурзбаев М.М., Хантемиров Р.М.** Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации. – Красноярск: Изд-во Красн. гос. ун-та, 2000. – 80 с.
- Cook E.R., Krusic P.J.** Program ARSTAN (Version 41d). – N.Y., Palisades: Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia Univ., 2005. – URL: <http://www.ldeo.columbia.edu/tree-ring-laboratory/> (дата обращения 20.01.2020).
- Grissino-Mayer H.D.** Evaluating Crossdating Accuracy: A Manual and Tutorial for the Computer Program Cofecha // *Tree-Ring Res.* – 2001. – Vol. 57. – Iss. 2. – P. 205–211.
- Rinn F.** TSAP-Win: time series analysis and presentation for dendrochronology and related applications. Version 4.64. User reference. – Heidelberg, Germany: Frank Rinn Distribution, 2013. – 100 p.
- Zhirnova D.F., Belokopytova L.V., Meko D.M., Babushkina E.A., Vaganov E.A.** Climate change and tree growth in the Khakass-Minusinsk Depression (South Siberia) impacted by large water reservoirs // *Scientific Reports*. – 2021. – Vol. 11: 14266. – P. 1–13. doi: 10.1038/s41598-021-93745-0

References

- Azbelev P.P.** Tashtyk chronology: The current state of the problem. *Stratum plus*, 2012. N 4. P. 257–280. (In Russ.).
- Amzarakov P.B., Kovaleva O.V.** Pamyatniki tashtytskoi kul'tury mogil'nika Abakan-8. In *Nauchnoe obozrenie Sayano-Altaya*, 2016. N 1. P. 48–63. (In Russ.).
- Babushkina E.A.** Vliyanie klimaticheskikh faktorov i uslovii proizrastaniya na izmenchivost' radial'nogo prirosta i struktury godichnykh kolets: cand. sc. (biology) dissertation abstract. Krasnoyarsk, 2011. 22 p. (In Russ.).
- Benkova V.E., Schweingruber F.H.** Anatomy of Russian Woods. Bern: Haupt, 2004. 456 p.
- Cook E.R., Krusic P.J.** Program ARSTAN (Version 41d). N.Y., Palisades: Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia Univ., 2005. URL: <http://www.ldeo.columbia.edu/tree-ring-laboratory/> (Accessed: 20.01.2020).
- Gotlib A.I.** Yarusnye zakhroneniya tashtytskogo mogil'nika Chernoozernoe 2 v Khakasii. In *Tashtytskie pamyatniki Khakassko-Minusinskogo kraya*. Novosibirsk: [s.n.], 2007. P. 8–38. (In Russ.).
- Grachev I.A.** Predvaritel'nye itogi arkheologicheskogo issledovaniya mogil'nika Sakhsar. In *Radlovskii sbornik: Nauchnye issledovaniya i muzeinye proekty MAE RAN v 2009 godu*. St. Petersburg.: MAE RAS Publ., 2010. P. 209–211. (In Russ.).
- Grissino-Mayer H.D.** Evaluating Crossdating Accuracy: A Manual and Tutorial for the Computer Program Cofecha. In *Tree-Ring Research*, 2001. Vol. 57. Iss. 2. P. 205–211.
- Mit'ko O.A.** Tashtytskie pamyatniki mogil'nika Markelov Mys 2. Materialy k rekonstruktsii sozhzheniya pogrebal'nykh sooruzhenii (po rezul'tatam raskopok sklepa No. 8). In *Tashtytskie pamyatniki Khakassko-Minusinskogo kraya*. Novosibirsk: [s.n.], 2007. P. 39–61. (In Russ.).
- Mit'ko O.A., Skobelev S.G., Shirin Y.V., Zubkov V.S., Poselyanin A.I., Davydov R.V., Zhuravleva E.A., Polovnikov I.C., Sobinov R.L.** Tesinsky Zaliv-3 Earthen Burial Ground of the Tashtyk Culture: Results of the Field Season 2018. In *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2018. Vol. 24. P. 285–289. (In Russ.).
- Pankova S.V., Vasil'ev S.S., Dergachev V.A., Zaitseva G.I.** Radiocarbon dating of the Oglakhty grave using a wiggle matching method. In *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 2010. N 2. P. 46–56.
- Rinn F.** TSAP-Win: time series analysis and presentation for dendrochronology and related applications. Version 4.64. User reference. Heidelberg, Germany: Frank Rinn Distribution, 2013. 100 p.
- Slyusarenko I.Y., Garkusha Y.N.** Dendrochronological Study of Wood from the Oglakhty Burial Ground of the Tashtyk Culture (Republic of Khakassia): First Results. In *Siberian Historical Research*, 2023. N 3. P. 204–235. (In Russ.).
- Slyusarenko I.Y., Safonova M.A., Skobelev S.G., Mit'ko O.A.** Dating of Archaeological Wood from the Tashtyk Tombs at Markelov Mys 2 and Chegerak Cemeteries. In *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2017. Vol. 23. P. 390–394. (In Russ.).
- Teterin Y.V.** Tashtytskie sklepy mogil'nika Markelov Mys 1 na severe Khakassko-Minusinskogo kraya. In *Tashtytskie pamyatniki Khakassko-Minusinskogo kraya*. Novosibirsk: [s.n.], 2007. P. 62–88. (In Russ.).
- Shiyatov S.G., Vaganov E.A., Kirdyanov A.V., Kruglov V.B., Mazepa V.S., Naurzbaev M.M., Khantemirov R.M.** Metody dendrokronologii. Pt. 1. Osnovy dendrokronologii. Sbor i poluchenie drevesno-kol'tsevoi informatsii. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Univ. Press., 2000. 80 p. (In Russ.).
- Vadetskaya E.B.** Tashtytskaya epokha v drevnei istorii Sibiri. St. Petersburg: Peterburgskoe Vostokovedenie (Archaeologica Petropolitana, 7), 1999. 439 p. (In Russ.).
- Zhirnova D.F., Belokopytova L.V., Meko D.M., Babushkina E.A., Vaganov E.A.** Climate change and tree growth in the Khakass-Minusinsk Depression (South Siberia) impacted by large water reservoirs. *Scientific Reports*, 2021. Vol. 11: 14266. P. 1–13. doi: 10.1038/s41598-021-93745-0

Гаркуша Ю.Н. <https://orcid.org/0000-0002-0935-0213>

Слюсаренко И.Ю. <https://orcid.org/0000-0002-1243-0900>