

# РЕКОНСТРУКЦИЯ СОСТАВНОГО ЛУКА СИНТАШТИНСКОЙ КУЛЬТУРЫ: ОБЗОР АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

С. Бакас<sup>1</sup>, И. А. Семьян<sup>2</sup>

<sup>1</sup>г. Флорина, Греция; Варшавский университет, г. Варшава, Польша

<sup>2</sup>Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Российская Федерация

В статье представлены данные международного экспериментального исследования, посвящённого реконструкции составного лука синташтинской культуры бронзового века Южного Урала. В работе рассматривается глобальный контекст конструктивных особенностей древних луков в период с эпохи неолита до позднего бронзового века. Высокая роль дальнобойного вооружения в жизни синташтинского общества неоднократно отмечалась исследователями. Малоизученными являются процессы производства, прямо влияющие на практику применения оружия, а также проблемы эволюции предметов вооружения. В качестве объекта для реконструкции синташтинского лука был выбран комплекс роговых деталей из кургана 4, ямы 13 могильника Степное (Челябинская область), так как он является наиболее конструктивно интересным и цельным. Используя аутентичные технологии и материалы, авторы статьи смогли создать четыре варианта реконструкции лука до получения наиболее экспериментально обоснованной модели. Данный проект является первой попыткой натурной реконструкции составного лука синташтинской культуры. Анализируемый образец оружия потенциально очень важен для понимания генезиса и эволюции луков степных культур. Он выступает одним из факторов создания особого стиля ведения дистанционного боя, основанного на мобильности и обусловленного открытыми пространствами степи.

**Ключевые слова:** синташтинская культура, археологический эксперимент, составной лук, военное дело, эпоха бронзы.

## Введение

Высокая значимость лука традиционно отмечается для целого ряда культур Южного Зауралья эпохи бронзы: синташтинской, петровской, алакульской, саргаринской. Обширные открытые пространства зауральской степи и лесостепи обусловили использование обществами эпохи бронзы лука и стрел в качестве главного промыслового снаряжения и боевого вооружения. Наибольшее количество находок, связанных с дистанционным вооружением, приходится на время существования синташтинской культуры. Наконечники стрел представлены преимущественно каменными, бронзовыми и костяными типами. О высоком практическом значении и семиотическом статусе дальнобойного оружия свидетельствует большое число находок наконечников стрел в погребениях [1], а также неоднократное обнаружение целых колчаных наборов и роговых деталей луков, найденных в 3 синташтинских погребальных комплексах: Каменный Амбар – 5, Степное, Солнце II [2]. Общее количество наконечников стрел, обнаруженных в погребениях синташтинской культуры, составляет более 400 экземпляров. Эта цифра выглядит внушительной на фоне как синхронных культур Восточной Европы, так и последующих культур Южного Зауралья и Северного Казахстана [3]. В 22 из 56 мужских погребений встречаются атрибуты военного дела. 37,5 % мужчин сопровождают наконечники стрел. Точка зрения о яркой военной составляющей синташтинской культуры является традиционной для историографии [4–6].

На сегодняшний день очевидно, что стремительное развитие специализированного вооружения, появление колесничного комплекса и уникальной традиции укрепленных поселений на Южном Урале связано именно с синташтинским временем, но несмотря на существующий прогресс в исследованиях, остаётся неясной степень влияния военной сферы на структуру общества и организацию жизни населения.

Процесс создания модели военной сферы жизни носителей синташтинской культуры не завершён. У исследователей вопроса существуют разногласия в интерпретации ключевых моментов. Основные точки зрения зачастую не имеют соответствия и в терминологическом аппарате. Разногласия сильны в вопросах типологии предметов, технологии производства оружия, а также в реконструкции сферы применения образцов вооружения.

Изучение военного дела является узловым моментом для понимания общественного устройства древнего синташтинского населения. Изготовление вооружения и военного снаряжения в силу экономических закономерностей является сферой наибольшей концентрации прогрессивных технологий и специализированного производства. Таким образом, выводы о степени организации производственных процессов потенциально предоставляют исследователям опорные данные для моделирования социальной сложности всего общества.

## Обзор литературы

Особенности развития боевых и охотничьих типов дальнобойного вооружения в рамках конкрет-

ной культуры во многом зависят от природных факторов. История знает множество вариантов конструктивных решений луков. Первым шагом в корректной интерпретации находок составных деталей луков синташтинской культуры для команды проекта стало изучение широкого контекста находок луков эпохи бронзового века на территории Евразии. В предложенной ниже таблице дан обзор наиболее интересных вариантов конструктивного решения.

**Таблица**  
**Археологические находки луков эпохи бронзы**  
**Table**

**Archaeological finds of bronze age bows**

Хронология и тип лука	Название / Характеристика	Место находки / Культурная атрибуция
≈ 3.350 – 3.100 до н. э. (Простой лук)	«Лук их Хауслабьёха» («Лук Эци»), незавершенный лук, тис, 182 см, D-образное сечение	Тизенйох, Отцталские Альпы, Южный Тироль, Италия (Vaugh et al. 2006)
≈ 3.150 до н. э. (Простые луки)	«Зеефельдские луки», тис	Швейцария (Mills 2000, 77)
≈ 3.100 до н. э. (Простые луки)	«Луки из Мозартштрассе», тис	Швейцария (Mills 2000, 77)
≈ 3.100 до н. э. (Простые луки)	«Луки из Хорген-Шеллера», тис	Швейцария (Mills 2000, 77)
≈ 3.000 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Мюльдборка», вяз, 160 см	Дания (Mills 2000, 77)
≈ 3.000 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Ла Неввиля», тис	Швейцария (Mills 2000, 77)
≈ 3.000 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Нидау», тис	Швейцария (Mills 2000, 77)
≈ 3.000 – 2.500 до н. э. (Простой или композитный лук)	Анализ изображения на антропоморфной стеле	Керносовка, Днепропетровская область, Украина (Shishlina 1997, 58)
≈ 3.000 – 2.500 до н. э. (Возможно, композитный лук)	Изображение на каменной плите. Возможно, рекурсивный лук	Могильник Клады, Новосвободненская культура, Адыгея, Россия (Shishlina 1997, 58)
≈ 3.000 – 2.500 до н. э. (Возможно, композитный лук)	Длина около 1 м	Кеми-обинская культура, Россия (Klochko 2001, 91)
≈ 3.000 – 2.000 до н. э. (Композитный лук)	Деревянный лук, усиленный костяными пластинами. Реконструируемая длина 160 – 180 см.	Озеро Байкал, Россия (Shishlina 1997, 63)
≈ 3.300 – 2.600 до н. э. (Возможно, композитный лук)	Две короткие деревянные ламели	Ямная культура (Klochko 2001, 191)
≈ 2.900 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Хейзендока», тис	Лейден., Нидерланды (Mills 2000, 77)
≈ 2.800 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Миэр Хит», ясень, длина 188 см	Миэр Хит, Великобритания (Comstock 2000, 93–94)
≈ 2.800 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Шнайдейоха», тис, 160.5 см	Швейцария (Junkmanns et al. 2019, 285–288)

**Продолжение таблицы**

≈ 2.500 – 2.000 до н. э. (Простой лук)	Вяз, сухожилия	Аккерман, Украина (Shishlina 1997, 57)
≈ 2.500 – 2.000 до н. э. (Композитный лук)	Длина около 1 м	Бичин-Булак, Катакомбная КИО, Россия (Shishlina 1997, 57)
≈ 2.500 – 2.000 до н. э. (Простой лук)	Длина около 130 см	Катакомбная КИО, Украина (Shishlina 1997, 57)
≈ 2.500 – 2.000 до н. э. (Композитный лук)	Остатки ламелей	Катакомбная КИО, Россия (Shishlina 1997, 57)
≈ 2.800 – 1.900 до н. э. (Простой лук)	Длина около 1 м	Ингульская культура, Крым, Россия (Klochko 2001, 107)
≈ 2.800 – 1.900 до н. э. (Простой лук)	Длина 120 см	Ингульская культура, Крым, Россия (Klochko 2001, 107)
≈ 2.800 – 1.700 до н. э. (Простой лук)	Длина 135 см	Катакомбная КИО, Украина (Klochko 2001, 107)
≈ 2.800 – 1.900 до н. э. (Простой лук)	Длина около 145 см	Ингульская культура, Крым, Россия (Klochko 2001, 107)
≈ 2.750 до н. э. (Простой лук)	«Ютокуальские луки», тис	Цюрих, Швейцария (Mills 2000, 77)
≈ 2.700 до н. э. (Простой лук)	«Сарнатский лук», ясень, длина 144 см, ширина 5 см	Латвия (Mills 2000, 77)
≈ 2.700 до н. э. (Простой лук)	«Робенхайзенские луки», тис, D-образное сечение	Швейцария (Mills 2000, 77)
≈ 2.650 до н. э. (Простой лук)	«Зеефельдские луки», тис	Швейцария (Mills 2000, 77)
≈ 2.600 до н. э. (Простой лук)	«Штадсканальский лук», тис, D-образное сечение, длина 171 см	Ассен, Нидерланды (Mills 2000, 77)
≈ 2.600 до н. э. (Простой лук)	«Ашкоттский лук», тис	Сомерсет, Великобритания (Mills 2000, 78)
≈ 2.550 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Мифеншлесс», тис	Цюрих, Швейцария (Mills 2000, 78)
≈ 2.500 до н. э. (Простой лук)	«Спейкенинский лук», тис	Лейден, Нидерланды (Mills 2000, 78)
≈ 2.500 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Онстведде» D-образное сечение, длина 149 см	Ассен, Нидерланды (Mills 2000, 78)
≈ 2400 до н. э. (Простой лук)	«Ошенмурский лук», тис	Германия (Mills 2000, 78)
≈ 2400 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Барри Брук», тис, D-образное сечение	Ирландия (Mills 2000, 78)
≈ 2400 до н. э. (Простой лук)	«Шаравистский лук», тис	Франция (Mills 2000, 78)
≈ 2.200 до н. э. (Композитный лук)	Изображения луков на «Стеле победы Нарам-Сина» и барельефе «Дарбанд-и-Гавр»	Аккадская культура, Ирак (Randall 2006, 82–83)
≈ 2.200 – 1.700 до н. э. (Простые луки)	«Лётшенпастьские луки», вяз, длина между 166 и 178 см	Швейцария (Junkmanns et al. 2019, 289)
≈ 2.250 – 2.000 до н. э. (Композитный лук)	Серия из 16 ламелей композитных луков	Байкал, Россия (Randall 2006, 62)

Окончание таблицы

≈ 2.000 – 1.000 до н. э. (Композитный лук)	Костяная ламель композитного лука длиной 9,5 см	Срубная КИО, Россия (Shishlina, 1997, 63)
≈ (2.000 – 1.000 до н. э. (Композитный лук)	Ламели композитного лука	Потаповская культура, Россия (Shishlina 1997, 63)
≈ 2.000 – 1.000 до н. э. (Композитный лук)	Ламели композитного лука	Андроновская КИО, Россия (Shishlina 1997, 63)
≈ 2.000 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Колдингена», тис	Германия (Mills 2000, 78)
≈ 1.800 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Де Зильк», тис, длина 164 см	Лейден, Нидерланды (Junkmanns et al. 2019)
≈ 1.700 до н. э. (Композитный лук)	Изображение лука на Фестском диске	Минойская культура, Греция (Evans 1928, 50)
≈ 1.730 до н. э. (Простой лук)	«Оксфордский лук», тис, длина 152 см	Оксфорд, Великобритания (Mills 2000, 78)
≈ 1.680 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Драмвинни Бог», тис, длина 132 см	Ирландия (Mills 2000, 78)
≈ 1.500 до н. э. (Простой лук)	«Лук из Фиавве Каррера», D-образное сечение, длина 134 см	Тренто, Италия (Mills 2000, 78)

Проведенный анализ позволяет заключить, что в раннем бронзовом веке в основном продолжает развитие традиция неолитических длинных луков, однако важно отметить, что наиболее ранние варианты композитных луков встречаются в Прибайкалье уже в неолите, откуда, вероятно, и началось их распространение в восточно-азиатском регионе, а к эпохе бронзы ареал распространения включал и степные пространства [7].

В среднем бронзовом веке устройство дальноточного оружия, особенно в степном поясе Евразии, продолжает усложняться. Один из луков, найденных в погребении в Аккермане (Украина), имел выгнутые плечи. Тело лука было изготовлено из нескольких пород дерева, которые были склеены, а затем обернуты корой и сухожилиями. Лук ещё более сложной конструкции был обнаружен в погребении катакомбной КИО в Бичкин-Булуке (Украина). Начиная со среднего бронзового века известны не только сами луки, но и другие детали стрелкового вооружения, например, кольца для большого пальца, которые известны в материалах Ливенцовской крепости. Данные находки могут указывать на использование композитного лука [8]. Уникальная серия из шестнадцати луков была обнаружена в погребениях в Прибайкальском районе к северо-западу от озера Байкал. Они имели 2 или 3 склеенных слоя, а также были укреплены роговыми пластинами, по которым и датированы 2250 – 2000 гг. до н. э. [9]. В целом развитие оружия дальнего боя для эпохи средней бронзы может быть охарактеризовано тем, что в степном поясе Евразии и Сибири продолжается прогресс композитной технологии, тогда как

в Европе тип простых и длинных луков укореняется окончательно.

В конце среднего – начале позднего бронзового века технология композитных луков начинает распространяться широко как в северном, так и в южном направлении. В Европе же тем временем продолжается традиция длинных простых луков [10].

Согласуясь с описанной выше тенденцией, тезис о ключевом значении лука и стрел подтверждается находками роговых деталей сложных луков, обнаруженных в 3 синташтинских погребальных комплексах: Каменный Амбар – 5, Степное, Солнце II [3].

В январе 2019 года был инициирован проект, в рамках которого была разработана полностью аутентичная модель составного лука синташтинского типа. Для работы над проектом был подключен широкий круг консультантов – археологов-экспериментаторов из EXARC (Всемирной ассоциации экспериментальной археологии), занимающихся проблематикой древних луков.

### Методы исследования

В ходе работы над проектом были использованы специфические методы экспериментальной археологии, предложенные Дж. Коулсом: использование аутентичных материалов, использование аутентичных технологий и неперевышение предполагаемого уровня технической мысли древних мастеров.

### Результаты и дискуссия

В качестве объекта для реконструкции был выбран комплекс роговых деталей из кургана 4, ямы 13 могильника Степное, так как он видится наиболее конструктивно интересным и цельным. Находки были расположены в одной из самых крупных ям многомогильного кургана. На перекрытии погребальной камеры залежали многочисленные останки жертвенных животных, включая целый скелет собаки. В древности яма была ограблена. В погребении параллельно друг другу находились два потревоженных костяка мужского и женского пола возрастом около 9 лет. Несмотря на разграбление в яме сохранился богатый погребальный инвентарь: 4 орнаментированных сосуда, щитковый псалий с шипами, предмет из дерева с металлическими скрепками, каменные орудия, 13 наконечников стрел из камня, кости и рога, астрагалы животных, серебряная пронизь. Роговые детали лука располагались в различных частях ямы, что может быть как следствием разграбления, так и особенностью погребального ритуала. Примеры ритуальной порчи оружия в синташтинской погребальной практике хорошо известны [11].

Первый предмет – роговая деталь S-образной формы – лежал в ногах мужского костяка. Второй предмет – предполагаемая «полочка для стрел» лука – находился у восточной торцевой стенки ямы. Расстояние между находками составляло 1,3 м [2, с. 86]. S-образная деталь имеет размеры 70x35x25–27 мм (рис. 1-А). Планка основания

имеет уступ, окончание крюка плоско срезано, паз с обратной стороны имеет прямоугольное сечение. Из этого же погребения происходят два окончания кибити лука из отростков рога лося (рис. 1-В). Они залегали в западной половине погребения, параллельно и вплотную друг к другу, острыми концами к стенке ямы. Важно, что рядом с этими предметами находились 10 наконечников стрел (7 из кости и рога и 3 из камня). Наконечники залегали на полу ямы бессистемно, что, вероятно, связано с разграблением. Параметры и размеры окончаний заметно отличаются. Длина составляет 118 и 69 мм при почти одинаковом внешнем диаметре в 19–20 мм. Внутри оба изделия имеют глухую коническую втулку, которая в коротком навершии занимает почти всё внутреннее пространство на глубине 55 мм, а в длинном образце не превышает и половины – 69 мм. Минимальная толщина стенок у основания не более 1 мм. Оба артефакта имеют сквозное отверстие диаметром 6 мм ближе к окончанию. У длинного экземпляра есть боковая выемка, которая, вероятно, была утрачена у короткого навершия ещё в древности [2, с. 86]. Роговая «полочка» (40x19x16) (рис. 1-С) имеет прямоугольное в плане основание, составляющее единое целое с тремя поперечно выступающими «ребрами», образующими два «ложа» для стрелы. Основание имеет продольную желобчатую форму. Для унификации терминологии и удобства научного описания процессов мы решили использовать следующие обозначения деталей лука: «деталь S-образной формы» как «Элемент А», окончания рогов лося как «Элемент В» и Роговая «полочка» обозначена как «Элемент С» (рис. 1).

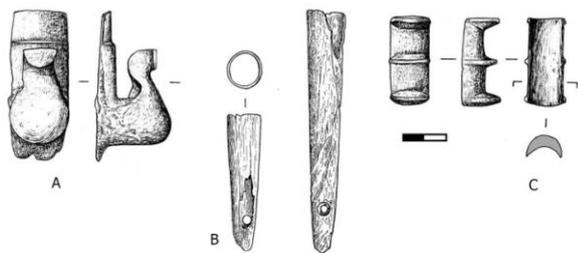


Рис. 1. Роговые детали лука из могильника Степное. Курган 4. Яма 13. А – S-образная деталь лука; В – роговые окончания; С – «полочка» для стрелы.

Fig. 1. Horn details of bow construction from the burial ground Stepnoe. Barrow 4. Pit 13. 1 – S-shaped detail of the bow; B – «arrow rest»; C – horn tips

На основании анализа существующих археологических находок луков бронзового века и того факта, что синташтинские погребения не содержали роговых накладок, которые можно интерпретировать как детали композитной конструкции, команда проекта предположила, что синташтинский лук может являться примером составного длинного лука, в котором использовались дополнительные детали, усиливающие его механику и оптимизирующие функционал. Кроме того, расчёты воз-

можной максимальной массы стрелы с металлическим наконечником (средняя масса металлического наконечника 20 г., стрелы ок. 180 г. [3, с. 109] предполагают сильное минимальное натяжение лука (80+ фунтов/36+ кг). Исходя из особенностей конструкции, лук мог быть только длинным (>2 м). Принимая во внимание редкость этой типологии, которая не вписывается ни в одну из привычных категорий, следуя терминологии, которая использовалась в прошлом Мэйсоном и Роджерсом [9, с. 38–40), лук классифицируется нами в термине «составной лук» («compound bow»). Составной лук, в отличие от композитного («composite bow»), не обязательно предполагает наличие слоёв материала. В 1886 году Мейсон осветил различные методы изготовления луков и был первым, кто описал процесс изготовления с использованием термина «составной». Составными он считал луки, «...сделанные из двух или более деталей из дерева, сухожилий, рога или кости, скреплённых вместе» [9, с. 38]. В 1940 году Роджерс попытался объединить лучшие черты ранее существовавших систем классификации луков и определил составные луки как «...луки, тело которых собрано из нескольких сегментов, скреплённых вместе» [9, с. 38].

Перед командой эксперимента встала сложная задача конструирования моделей древнего лука из дерева, рога, костного клея и сухожилий. Руководители проекта следовали процедурным правилам экспериментальной археологии, которые были определены Коулсом [12, с. 15–18]. Материалы, использованные в экспериментах, были локально доступны для древнего общества синташтинской культуры: древесина вяза, коровьи сухожилия, клей из костей зайца, рог лося, конопляные и крапивные волокна. Методы реконструкции луков, использованные в эксперименте, не выходили за рамки тех, что реконструируются для обществ бронзового века. В период с июня по сентябрь 2019 года наша рабочая группа в России с участием опытного мастера-костореза Клим Абрамова изготовила точные копии роговых частей лука на основе соответствующих находок. Три набора элементов «А», «В» и «С» были реконструированы с использованием рога европейского лося (*Alces alces*) с помощью традиционных методов и инструментов. Сначала мастер опробовал технологию предварительного размягчения рога методами кипячения и вымачивания. Но после высыхания материал становился слишком хрупким для деталей лука. Поэтому было решено работать с твердым рогом. Для рубки материала использовался бронзовый топор синташтинского типа. Для распиливания рога использовалась бронзовая пила, типологически близкая найденной в синташтинском поселении Устье. Принципиальные этапы алгоритма производства были выполнены аутентичным способом – с помощью реплик бронзовых

инструментов: в том числе лучкового сверла и бронзового ножа. Также по древней технологии были изготовлены наконечники стрел из кремня, бронзы и кости.

Для сборки лука в проект был приглашен опытный эксперт по реконструкции луков древности – греческий мастер Иоаннис Бокогианнис. Он выполнил все необходимые операции, связанные с изготовлением тела лука и установкой роговых деталей. Для изготовления тела лука мы использовали эндемичное для Южного Урала дерево – вяз. *Ulmus glabra* – вид, который охватывает самый широкий ареал между европейскими видами вязов, простирающийся от Урала до Балкан и Северной Греции. Его использование в создании луков известно с эпохи неолита, так как он сочетает высокую упругость и сопротивление сжатию.

Отбор подходящей по качеству древесины вяза явился сложной процедурой для команды, поскольку дерево для конструирования лука должно быть просушено в течение нескольких месяцев. Использование недостаточно просушенных заготовок в начале эксперимента привело к поломке пяти луков во время первого процесса моделирования, который проходил в период с января по май 2020 года. Мастер использовал костный клей, сухожилия кабана и лося, а также реконструированные инструменты эпохи бронзы для обработки дерева: лучковую дрель, бронзовые лезвия, топоры, ножи. Работая над телом лука, мастер использовал этнографически известные техники: дерево расщеплялось деревянными клиньями, до нужного слоя древесины мастер доходил, используя бронзовые лезвия. Затем он должен был решить, какая сторона будет формировать живот, а какая – спину тела лука. Начиная со спины, он придавал форму окончанием плеч лука, плавно уменьшая их толщину. Таким образом готовый лук имел выраженное расширение в центре и постепенное сужение к окончанию плеч. Для разметки заготовки мастер использовал верёвку и уголь, подобная технология при конструировании луков сохранилась у греков-каракачан.

После завершения работы над телом лука роговые элементы приклеивались с помощью костного клея и укреплялись сухожилиями, пропитанными тем же клеем. Следует отметить, что крепление элементов А и В значительно повысило жесткость лука. Для полного высыхания лук выдерживался 10 дней. После завершения высыхания заготовки мастер проверял равномерность натяжения плечей лука и по необходимости истончал плечи с помощью бронзовых лезвий для балансировки.

Все изготовленные модели луков имели D-образное поперечное сечение. Данная форма является традиционной для длинных луков и удобной для крепления элемента А, имеющего продольный желобчатый канал, по-видимому,

для достижения максимально плотного клеевого соединения. В середине длины элемент А имеет квадратное в плане отверстие для фиксирующего штифта, который не позволял детали проворачиваться. В случаях использования детали В (версии лука № 1, № 3 и № 4) мастер изготавливал окончание кибиты в виде черешка, который фиксировался на костный клей во втулке рогового навершия. Все луки были снабжены тетивами из жил кабана.

Стрелы, которые использовались для испытаний луков, были реконструированы в феврале 2020 года в Греции археологом Спиросом Бакасом. Использованные кремнёвые наконечники стрел были типологически точными копиями оригиналов, найденных в могильнике Синташта. Наконечники стрел имели длину 45 – 60 мм, ширину 15 – 22 мм, толщину 3 – 4 мм и массу 60 – 110 г. Используемые древки стрел имели толщину 8,5 мм и были изготовлены из сосны (*Pinus sylvestris*).

Наконечники стрел прикреплялись к древкам березовым дегтем и обматывались сухожилиями, смоченными в костном клее. Оперение из гуся также крепилось к древку с помощью костного клея и сухожилий. Наконеч, у стрел были сделаны втоки, обернутые сухожилиями для дополнительной жесткости. Конечным результатом были восемь функциональных стрел длиной от 65,5 до 73 см для обеспечения выстрелов с натяжением тетивы 62 см при натяжении лука в диапазоне от 29 до 33 кг. Это также согласуется с предполагаемой максимальной длиной (68 см) оригинальных стрел синташтинских погребений [3, с. 180].

В качестве примеров методики испытания использовался опыт экспериментальных реконструкций луков эпох мезолита, неолита, бронзы, проводившийся исследователями в прошлом. Технический регламент данной работа был адаптирован нашей командой под условия проекта.

Версия конструкции лука I (рис. 2-1) была создана в конце мая 2020 года по схеме, описанной А. В. Епимаховым и А. Г. Берсеневым [13, с. 184]. Реконструированный лук был изготовлен из древесины вяза, высушенного в течение 10 месяцев. Деталь А была помещена с внешней стороны (на спине) верхнего окончания лука на специально уплощенную поверхность рукояти. Деталь В была установлена на нижнем окончании лука, обеспечивая постоянное крепление тетивы. Как ранее отмечали авторы реконструкции [13, с. 184], парность находок и их расположение рядом косвенно свидетельствует об этой версии конструкции. Деталь С была установлена в центральной части лука, над рукоятью, и в результате получилась своеобразная «полочка для стрел». Конечным результатом стал лук длиной 182 см и натяжением 72 фунта (32,66 кг). Испытатель совершил из лука более 100 выстрелов, стреляя аутентичными стрелами при длине натяжения тетивы в 66 см. Испытания показали, что масса детали А вызывала зна-

чительный дисбаланс. Вскоре после начала испытания сильные вибрации сломали лук над основанием верхнего плеча.

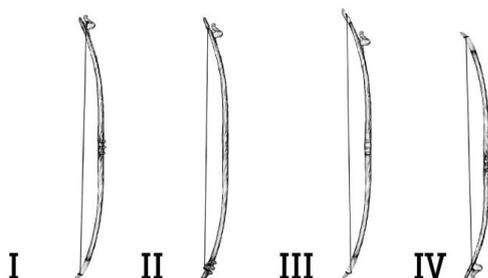


Рис. 2. Версии конструкции лука: I – версия А. В. Епимахова и А. Г. Берсенева; II – версия Д. Г. Здановича; III – версия И. А. Семьяна и С. Бакаса; IV – версия И. А. Семьяна и С. Бакаса  
 Fig. 2. Bow construction versions: I – version of A.V. Epimakhov and A.G. Bersenev; II – version of D.G. Zdanovich; III – version of I.A. Semyan and S. Bakas; IV – version of I.A. Semyan and S. Bakas

Лук версии II (рис. 2-II) по реконструкции Д. Г. Здановича [13, с. 184–185] был изготовлен в первой половине июня 2020 года. Реконструированный лук был выполнен из древесины вяза, которую предварительно сушили 10 месяцев. Д. Г. Зданович в своей версии сохраняет деталь А на верхнем окончании лука, но на его внутренней стороне (животе лука). Его предположение состоит в том, что деталь С могла быть использована в качестве ложа для тетивы на нижнем окончании лука. Кроме того, он предполагает, что деталь С служила для постоянного закрепления одного конца тетивы, а деталь А являлась ложем тетивы боевого положения [13, с. 185]. Роговые детали были прикреплены к древку с помощью клея из костей животных и коровьих сухожилий. Конечным результатом стал лук длиной 180 см и натяжением 65 фунтов (29,48 кг). Команда внесла поправку в версию и поместила деталь А на внешней стороне лука (спине). Испытания показали, что в противном случае лук не работал бы безопасно: существовала критическая опасность того, что тетива при большом натяжении сорвется с ложа. Лук показал себя удовлетворительно во время экспериментальных выстрелов, поскольку размещение детали С на нижнем окончании обеспечило большую эластичность и эффективность изгиба нижнего плеча лука. В натянутом состоянии лук имел асимметричный изгиб из-за массивной детали А. Во время выстрелов на этот раз уровень вибрации был ниже, но все же они по-прежнему разрушали конструкцию.

Версия III (рис. 2-III) была построена в июне 2020 года и вдохновлена работой Х. Паулсена [14, с. 99]. Данная версия предусматривала размещение детали А в качестве ложа транспортировочного положения тетивы на внешней стороне (спине) верхнего плеча лука. При этом на верхнем

окончании лука находилось обыкновенное деревянное боевое ложе. Деталь В разместили на нижнем окончании лука, обеспечивая крепление тетивы, в то время как деталь С в центральной части лука, над рукояткой, чтобы она выполняла роль вышеописанной «полочки для стрел». В итоге получился лук длиной 182 см и натяжением 70 фунтов (31,75 кг). Экспериментальные выстрелы вскоре продемонстрировали очевидные недостатки конструкции, поскольку деталь А действовала как «шина» для верхнего плеча лука и мешала правильному изгибанию. Нет сомнений, что большая серия выстрелов привела бы к поломке, так как при данной компоновке детали работали против механики лука.

На основе полученных данных команда проекта разработала версию IV (рис. 2-IV). Лук был сконструирован и испытан в августе 2020 года. В связи с тем, что масса детали А существенно превосходила деталь В и создавала дисбаланс механики лука, детали поменяли местами, а для создания баланса верхнее плечо было удлинено. Конечным результатом стал лук длиной 187 см и натяжением 64 фунта (29,03 кг) (рис. 3).



Рис. 3. Испытания конструкции лука версии IV  
 Fig. 3. Tests of the bow construction version IV

Результаты экспериментальных стрельб показали высокие качества лука. В натянутом состоянии асимметричный лук образовывал плавную пропорциональную дугу. Во время экспериментальных выстрелов лук показал высокую механическую мощность при стабильной функциональной повторяемости (более 300 выстрелов), а также полное отсутствие деструктивных вибраций.

Наиболее экзотическим элементом лука явилась гипотетическая «полочка для стрел» – деталь С. Команда экспертов из World Archery провела испытания данного элемента и полагает, что, когда стрела помещалась в нижнюю планку, это могло

быть связано с выстрелом с близкого расстояния (<20 м). Помещение стрелы на верхней планке могло быть связано с целями, которые находились на большом расстоянии и требовали подъёма стрелы. Экспериментальные стрельбы с использованием всех уровней продемонстрировали потенциальную функциональность детали.

Лук имел ключевое значение в жизни синташтинского общества. Высокий практический и семиотический статус лука мог способствовать созданию особенной, специализированной формы оружия. С высокой вероятностью деревянные и роговые детали лука изготавливались различными мастерами. Натурные испытания и компьютерное моделирование продемонстрировали, что, с учётом большой массы крупных типов синташтинских наконечников стрел, для эффективной стрельбы натяжение лука должно было превышать 28 кг. Исходя из археологического контекста данный лук мог быть только составным, но не композитным, а единственным возможным местным сырьём для изготовления цельнодеревянного лука подобного типа мог являться вяз. Описывая уровень специализации производственного процесса, следует отметить, что даже этап подготовки деревянного сырья требовал специальной технологии заготовки и длительной просушки древесины. Изготовление комплекта из 3 роговых деталей согласно нескольким поставленным опытам могло занимать у мастера больше недели.

### Выводы

Таким образом, реконструкция технологии позволила надёжно установить, что процесс изготовления составного лука подобного типа требовал существования производственной специализации в догосударственном обществе и был сопряжён с большими трудовыми затратами. Подобные эксперименты способны внести важную лепту в теорию формирования социальной сложности, очерчивая пределы возможного и описывая причины возникновения ранних комплексных обществ [15].

Особенный интерес конструктивное решение синташтинского лука представляет как возможная часть колесничного комплекса синташтинской культуры, включающего остатки колесниц, погребения упряжных лошадей, наличие псалиев и средств ведения боя. Асимметричность оружия, компенсированная балансом роговых деталей, могла сообщать нижнему плечу боевую эргономику, позволявшую воину вести стрельбу из усиленного лука находясь в кузове боевой повозки.

**Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ И Челябинской области в рамках научного проекта № 20-49-740015 («Реализация потенциала историко-культурного наследия Челябинской области с помощью метода археологического моделирования», 2021).**

### Литература

1. Епимахов, А. В. Наконечники стрел поселения Каменный Амбар и некоторые замечания о войне в синташтинском обществе / А. В. Епимахов, И. А. Семьян // Уральский археологический вестник. – 2016. – № 4 (53). – С. 77–84.
2. Берсенева, А. Г. Синташтинский лук: археологические материалы и варианты реконструкции / А. Г. Берсенева, А. В. Епимахов, Д. Г. Зданович // Аркаим – Синташта: древнее наследие Южного Урала : сборник научных трудов к 70-летию Г. Б. Здановича. – Челябинск : Изд-во ЧелГУ, 2010. – Ч. 1. – С. 82–95.
3. Епимахов, А. В. Некоторые вопросы реконструкции параметров синташтинского дистанционного вооружения (методический аспект) / А. В. Епимахов // Челябинский гуманитарий. – 2011. – № 3 (16). – С. 106–115.
4. Виноградов, Н. Б. Могильник бронзового века Кривое Озеро в Южном Зауралье / Н. Б. Виноградов. – Челябинск : Юж.-Урал. кн. изд-во, 2003. – 362 с.
5. Генинг, В. Ф. Синташта. Археологический памятник арийских племен Урало-Казахстанских степей / В. Ф. Генинг, Г. Б. Зданович, В. В. Генинг. – Челябинск : Юж.-Урал. кн. изд-во, 1992. – 408 с.
6. Нелин, Д. В. Вооружение и военное дело населения Южного Зауралья и Северного Казахстана эпохи бронзы : автореф. дис. ... канд. ист. наук / Д. В. Нелин. – Уфа, 1999. – 23 с.
7. Окладников, А. П. Неолит и бронзовый век Прибайкалья: Историко-археологическое исследование. Ч. I и II. / А. П. Окладников // Материалы и исследования по археологии СССР. № 18. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1950. – 412 с.
8. Shishlina, N. The bow and arrow of the Eurasian steppe Bronze Age nomads / N. Shishlina // Journal of European Archaeology Archive. – 1997. – № 5 (2). – P. 53–66.
9. Randall, K. C. Origins and Comparative Performance of the Composite Bow / K. C. Randall // Doctoral Thesis. – University of South Africa. – 257 p.
10. Mills, T. Traditional Bowyer's Bible. Vol. 4 / T. Mills // A Copper Age Bow. – Lyons Press, 2000. – P. 75–90.
11. Шевнина, И. В. Могильник эпохи бронзы Халвай III в Северном Казахстане / И. В. Шевнина, А. В. Логвин // Материалы и исследования по археологии Казахстана. Т. VII. – Астана : Изд. гр. филиала Ин-та археологии им. А. Х. Маргулана, 2015. – 248 с.
12. Coles, J. M. Archaeology by experiment / J. M. Coles. – London : Hutchinson University Library, 1973. – 182 p.
13. Bersenev, A. Sintashta bow (Bronze Age of the South Trans-Urals, Russia) / A. Bersenev, A. Epimakhov, D. Zdanovich // Bronze Age Warfare: Manufacture and Use of Weaponry ed. by M. Uckelmann and M. Modlinger BAR. S 2255. – Oxford : Archaeopress, 2011. – P. 175–186.

14. Paulsen, H. Pfeil und Bogen in Haithabu / H. Paulsen // Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu. Bericht 33. – Neumünster : Wachholtz, 1999. – P. 93–143.

15. Earle, T. How Chiefs come to Power: The Political Economy in Prehistory T. Earle. – Stanford : Stanford University Press, 1997. – 250 p.

**Бакас Спирос** – археолог (Флорина), ассистированный лектор Археологического института, Варшавский университет (Варшава). e-mail: spyrusbakas@gmail.com. ORCID 0000-0003-3607-3837

**Семьян Иван Андреевич** – руководитель лаборатории экспериментальной археологии, младший научный сотрудник Научно-образовательного центра евразийских исследований, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), e-mail: semiania@susu.ru. ORCID 0000-0003-3623-9710

Поступила в редакцию 4 января 2022 г.

DOI: 10.14529/ssh220104

## RECONSTRUCTION OF THE SINTASHTA CULTURE COMPOSITE BOW: A REVIEW OF ARCHAEOLOGICAL EXPERIMENT

S. Bakas<sup>1</sup>, I. A. Semyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Florina, Greece; Warsaw University, Warsaw, Poland

<sup>2</sup>South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The article presents the data of an international experimental study dedicated to the reconstruction of the composite bow of the Sintashta culture of the Bronze Age of the Southern Urals. The paper examines the global context of the design features of ancient bows from the Neolithic to the Late Bronze Age. The high role of long-range weapons in the life of Sintashta society has been repeatedly noted by researchers. The production processes that directly affect the practice of using weapons, as well as the problems of the evolution of weapons, are poorly understood. As an object for the reconstruction of the Sintashta bow, a complex of horn parts from mound 4, pit 13 of the Stepnoye burial ground (Chelyabinsk region) was chosen, since it is the most constructively interesting and integral. Using authentic technologies and materials, the authors of the article managed to create four versions of the bow reconstruction until the most experimentally substantiated model was obtained. This project is the first attempt at a full-scale reconstruction of the composite bow of the Sintashta culture. The analyzed sample of weapons is potentially very important for understanding the genesis and evolution of the bows of the steppe cultures. It is one of the factors in creating a special style of ranged combat based on mobility and conditioned by the open spaces of the steppe.

**Keywords:** sintashta culture, archaeological experiment, compound bow, warfare, bronze age.

### References

1. Epimahov A.V., Semyan I.A. Nakonechniki strel poseleniya Kamennyj Ambar i nekotorye zamechaniya o vojne v sintashtinskom obshchestve [The Arrowheads of the Kamenny Ambar Settlement and Some Remarks about the War in Sintashta Society] // *Ural'skij Istoricheskij Bulletin*. 2016. № 4 (53). S. 77–84.
2. Bersenev A.G., Epimahov A.V., Zdanovich D.G. Sintashtinskij luk: arheologicheskie materialy i varianty rekonstrukcii [Bows of Sintashta Culture: Materials and Reconstruction Options] // *Arkaim – Sintashta: drevnee nasledie Yuzhnogo Urala: sbornik nauch. trudov k 70-letiju G.B. Zdanovicha*. Chelyabinsk: ChelGU, 2010. Ch. 1. S. 82–95.
3. Epimahov A.V. Nekotorye voprosy rekonstrukcii parametrov sintashtinskogo distancionnogo vooruzheniya (metodicheskij aspekt) [Some Issues of Reconstruction of the Parameters of Sintashta Remote Weapons (Methodological Aspect)] // *Chelyabinskij gumanitarnij*. 2011. № 3 (16). S. 106–115.
4. Vinogradov N.B. Mogil'nik bronzovogo veka Krivoe Ozero v Yuzhnom Zaural'e [The Bronze Age Cemetery of Krivoye Ozero in the Southern Trans-Urals]. Chelyabinsk: Yuzhno-Ural'skoe knizhnoe izdatel'stvo, 2003. 362 s.
5. Gening V.F., Zdanovich G.B., Gening V.V. Sintashta. Arheologicheskij pamyatnik arijskih plemen Uralo-Kazhastanskih stepej [Sintashta. Archaeological Sites of the Aryan Tribes of the Ural-Kazakhstan Steppes]. Chelyabinsk: Yuzhno-Ural'skoe knizhnoe izdatel'stvo, 1992. 408 s.

6. Nelin D.V. Vooruzhenie i voennoe delo naseleniya Yuzhnogo Zaural'ya i Severnogo Kazakhstana epohi bronzы [Armament and Military Affairs of the Population of the South Trans-Urals and Northern Kazakhstan of the Bronze Age]: avtoref. dis. ... kand. ist. nauk. Ufa, 1999. 23 s.
7. Okladnikov A.P. Neolit i bronzovyy vek Pribajkal'ya. Istoriko-arheologicheskoe issledovanie. Ch I i II [Neolithic and Bronze Age of the Baikal Region] // *Materialy i issledovaniya po arheologii SSSR*. № 18. M.; L.: Izdatel'stvo AN SSSR, 1950. 412 s.
8. Shishlina N. The Bow and Arrow of the Eurasian Steppe Bronze Age Nomads // *Journal of European Archaeology Archive*. 1997. № 5(2). P. 53–66.
9. Randall K.C. Origins and Comparative Performance of the Composite Bow // *Doctoral Thesis*. University of South Africa. 257 p.
10. Mills, T. Traditional Bowyer's Bible. Vol. 4 // *A Copper Age Bow*. Lyons Press, 2000. P. 75–90.
11. Shevnina I., Logvin A. Mogil'nik epokhi bronzы Khalvai III v Severnom Kazakhstane [The Bronze Age Burial Ground of Halvai III in Northern Kazakhstan] // *Materialy i issledovaniya po arheologii Kazakhstana, vyp. VII*. Astana: Filial Instituta arheologii im A.Kh. Margulana. 2015. 248 p.
12. Coles J.M. Archaeology by Experiment. London: Hutchinson University Library, 1973. 182 p.
13. Bersenev A., Epimakhov A., Zdanovich D. Sintashta bow (Bronze Age of the South Trans-Urals, Russia) // *Bronze Age Warfare: Manufacture and Use of Weaponry*; ed. by M. Uckelmann and M. Modlinger BAR. S 2255. Oxford: Archaeopress. 2011. P. 175–186.
14. Paulsen H. Pfeil und Bogen in Haithabu. Berichte uber die Ausgrabungen in Haithabu. Bericht 33. Neumünster: Wachholtz, 1999. P. 93–143.
15. Earle T. How Chiefs come to Power: The Political Economy in Prehistory. Stanford: Stanford University Press, 1997. 250 p.

**Bakas Spyros** – Archaeologist (Florina), Assistant Lecturer of Archaeological Institute, Warsaw University (Warsaw), e-mail: spyrosbakas@gmail.com

**Ivan A. Semyan** – Head of the Laboratory of Experimental Archaeology in the Center of Eurasian Studies, Researcher, South Ural State University (Chelyabinsk), e-mail: semiania@susu.ru

*Received January 4, 2021*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Бакас, С. Реконструкция составного лука синташтинской культуры: обзор археологического эксперимента / С. Бакас, И. А. Семьян // Вестник ЮУрГУ. Серия «Социально-гуманитарные науки». – 2022. – Т. 22, № 1. – С. 34–42. DOI: 10.14529/ssh220104

### FOR CITATION

Bakas S., Semyan I. A. Reconstruction of the Sintashta Culture Composite Bow: a Review of Archaeological Experiment. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Social Sciences and the Humanities*, 2022, vol. 22, no. 1, pp. 34–42. (in Russ.). DOI: 10.14529/ssh220104

---