

## НАКОНЕЧНИК СТРЕЛЫ ИЗ КУРГАНА ЧЕРНАЯ МОГИЛА: НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

© 2021 г. С.Ю. Каинов<sup>1,\*</sup>, Е.С. Коваленко<sup>2,\*\*</sup>, К.М. Подурец<sup>2,\*\*\*</sup>,  
В.П. Глазков<sup>2,\*\*\*\*</sup>, М.М. Мурашев<sup>2,\*\*\*\*\*</sup>, Н.Н. Преснякова<sup>2,\*\*\*\*\*</sup>,  
Е.Ю. Терещенко<sup>2,3,\*\*\*\*\*</sup>, Е.Б. Яцишина<sup>2,\*\*\*\*\*</sup>

<sup>1</sup>Государственный исторический музей, Москва, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский центр “Курчатовский институт”, Москва, Россия

<sup>3</sup> Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова Федерального научно-исследовательского центра  
“Кристаллография и фотоника” РАН, Москва, Россия

\*E-mail: skainov@mail.ru

\*\*E-mail: kovalenko\_es@mail.ru

\*\*\*E-mail: Podurets\_KM@nrcki.ru

\*\*\*\*E-mail: vivadin@yandex.ru

\*\*\*\*\*E-mail: mihail.mmm@inbox.ru

\*\*\*\*\*E-mail: kolobyлина@gmail.com

\*\*\*\*\*E-mail: elenatereschchenko@yandex.ru

\*\*\*\*\*E-mail: Yatsishina\_EB@nrcki.ru

Поступила в редакцию 11.08.2020 г.

В статье рассматриваются результаты исследования фрагмента наконечника стрелы из черниговского кургана Черная могила. С помощью естественнонаучных методов (синхротронная и нейтронная томография, дифракция нейтронов и электронная микроскопия в сочетании с энергодисперсионным рентгеновским микроанализом) изучена сохранность наконечника, выявлен украшавший его орнамент. Показано, что современное состояние объекта в основном определено воздействием погребального костра и дальнейшим процессом коррозии и представляет собой две полупальметы, расходящиеся от центральной трехлепестковой фигуры. Наконечник выполнен в виде пробитых в металле канавок, куда были инкрустированы отрезки проволоки из медного сплава. Проведено сравнение изученного объекта с известными образцами декорированных наконечников стрел. Исследованный наконечник дополняет картину варварского великолепия захоронения одного из последних языческих вождей Древней Руси.

*Ключевые слова:* Древняя Русь, Черная могила, кремация, наконечник стрелы, естественнонаучные методы, томография, орнамент.

DOI: 10.31857/S086960630010894-2

Самое монументальное языческое погребальное сооружение Древней Руси — черниговский курган Черная могила, раскопанный в 1872–1873 гг. Д.Я. Самоквасовым, продолжает поражать исследователей не только своими размерами, но и количеством, и богатством погребального инвентаря (Самоквасов, 1916). К сожалению, состояние большинства объектов не дает возможности их полноценного изучения без значительных предварительных реставрационных работ, включающих расчистку поверхности от поздних наслоений, и применения неразрушающих естественнонаучных методов. Это обстоятельство, а также экспозиционная востребованность предметов из захоронения привели к тому, что самый известный

погребальный комплекс Древней Руси остается одним из наименее исследованных. В последние годы ситуация начала меняться и наши знания о Черной могиле постепенно расширяются, в том числе в рамках совместных исследований Государственного исторического музея и Национального исследовательского центра “Курчатовский институт” (Шишлина и др., 2017; Лобода и др., 2018; Murasheva et al., 2018; Зозуля, Клещенко, 2019; Каинов, 2019; Мурашева и др., 2019; Коваленко и др., 2020; Орфинская, Зозуля, 2020; Murasheva et al., 2021).

В 2018 г. в рамках подготовки предметов из Черной могилы к проведению естественнонаучных исследований один из найденных

в кургане наконечников стрел<sup>1</sup> был расчищен — частично удалены поверхностные наслоения и реставрационная мастика. В ходе этих работ на поверхности пера наконечника оказались раскрыты фрагменты орнаментированной поверхности. Ввиду уникальности и крайней хрупкости предмета его дальнейшее изучение проводилось неразрушающими методами.

**Объект исследования** представляет собой фрагмент так называемого двурогого черешкового наконечника стрелы со следами реставрационных работ в виде склеивания отдельных частей наконечника мастикообразным составом (рис. 1). Отсутствует половина пера и большая часть черешка наконечника. Поверхность предмета была покрыта коррозией и прикипевшими частицами грунта, под которыми проступила плотная корка темного цвета, являющаяся оригинальной поверхностью наконечника стрелы. На пере наконечника после расчистки фрагментарно стали видны прорезанные в металле канавки, формирующие орнамент. Оксиды зеленого цвета на поверхности предмета позволяли предполагать, что в эти канавки был инкрустирован цветной металл.

**Экспериментальные методы.** Для визуализации внутреннего строения объекта применялись методы нейтронной и рентгеновской томографии. Рентгеновские исследования проводились на томографической станции на канале К6.3 специализированного Курчатовского источника синхротронного излучения «КИСИ-Курчатов». Пучок синхротронного излучения (СИ) из поворотного магнита пропускался через фильтр из меди толщиной 1.5 мм, благодаря чему максимум спектра излучения соответствовал энергии около 56 кэВ. Проекция объекта регистрировалась позиционно-чувствительным детектором, состоящим из сцинтилляционного экрана CsI(Tl), зеркала, объектива и ПЗС-матрицы (прибор с зарядовой связью) размерностью 2048 × 2048. Размер пучка составлял 3 × 50 мм<sup>2</sup>, пространственное разрешение — 75 мкм при размере пиксела 25 × 25 мкм. Время экспозиции — 2 с. Узел образца обеспечивал поворот на 360° вокруг вертикальной оси и вертикальное смещение

<sup>1</sup> Государственный исторический музей. Оп. В 1539/21. Всего в собрании Исторического музея хранится не менее девяти целых и фрагментированных наконечников стрел, происходящих из Черной могилы (Оп. В 1539/16–23).



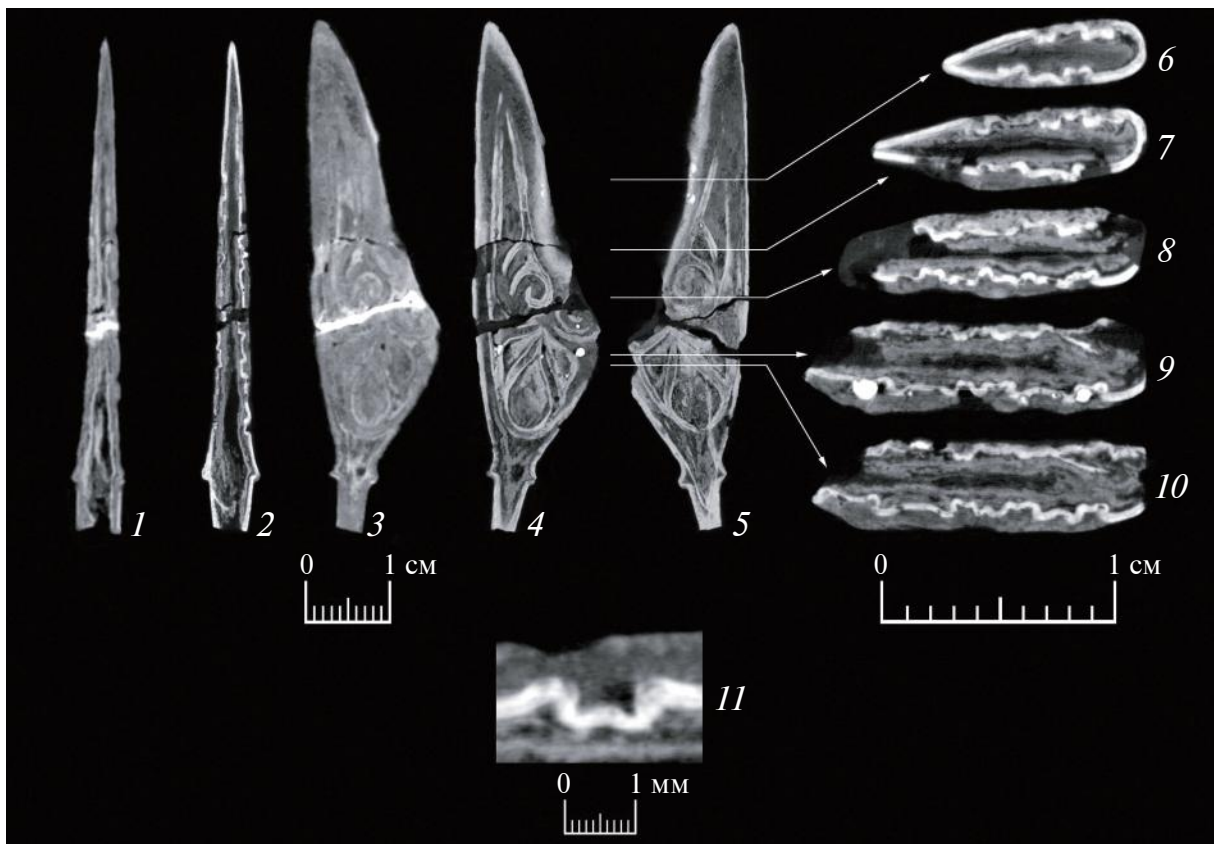
Рис. 1. Фрагмент наконечника стрелы из Черной могилы.

Fig. 1. Fragment of an arrowhead from the Chernaya Mogila mound

на 100 мм. Поскольку высота пучка СИ мала, проекции составлялись из серии изображений, снятых со сдвигом по высоте с шагом 1 мм.

Нейтронные исследования проводились на установке «ДРАКОН» на реакторе ИР-8 (Соменков и др., 2019). Пучок нейтронов формировался двойным монохроматором с кристаллами пиролитического графита в отражении (002), длина волны нейтронов составляла 0.2 нм. Нейтронные проекции регистрировались позиционно-чувствительным детектором, состоящим из сцинтилляционного экрана на основе смеси ZnS(Ag) и <sup>6</sup>LiF толщиной 200 мкм, зеркала, объектива и ПЗС-матрицы размерностью 2048 × 2048. Размер пучка — 7 × 7 см<sup>2</sup>. Время экспозиции — 150 с. Пространственное разрешение полученных изображений — около 200 мкм при размере пиксела 65 × 65 мкм.

Методы визуализации, использованные в данной работе, взаимодополняющие. Основное различие рентгеновской и нейтронной томографии заключается в разных механизмах взаимодействия излучения с веществом, в результате чего материалы, неразличимые для рентгеновского излучения, могут быть различимы для нейтронов, и наоборот (Калоян и др., 2017). В частности, полное сечение взаимодействия тепловых нейтронов с водородом примерно на порядок превосходит сечение



**Рис. 2.** Томографические срезы исследуемого объекта: 1, 2 – продольные срезы поперек плоскости пера; 3–5 – продольные срезы в плоскости орнамента, на срезах 4, 5 показан орнамент с двух сторон объекта; 6–10 – поперечные срезы, положение которых обозначено на срезе 5; 11 – поперечный срез канавки для инкрустации. Срезы 1, 3 получены с применением нейтронов, срезы 2, 4–11 – синхротронного излучения.

**Fig. 2.** Tomographic sections of the investigated object

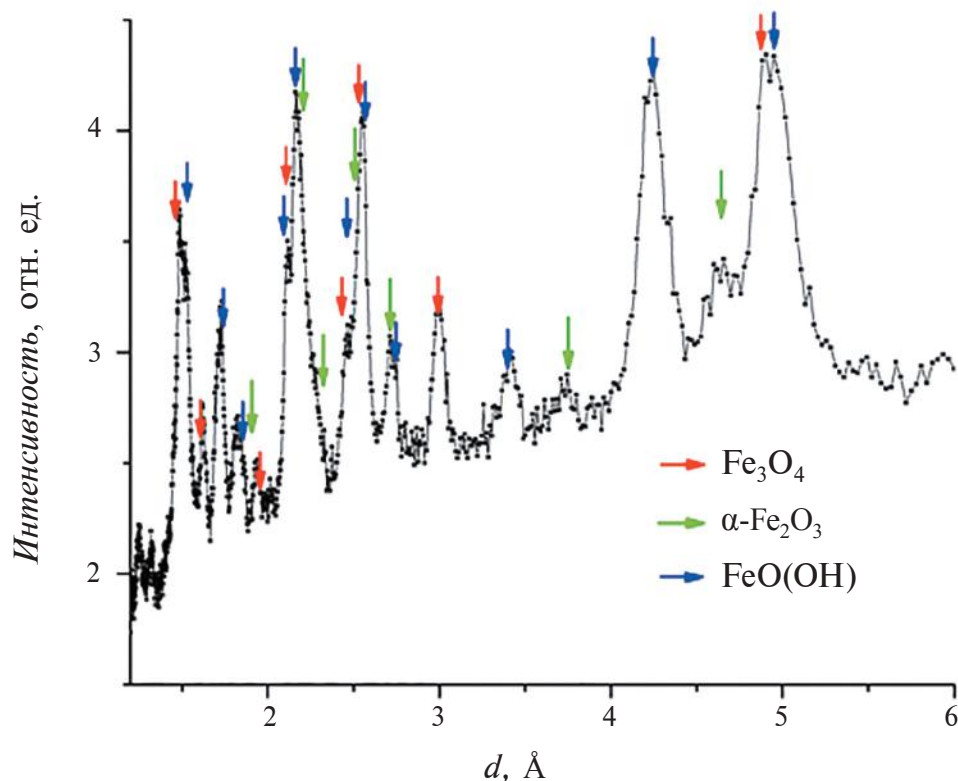
взаимодействия с большинством элементов. Поэтому нейтронную томографию часто применяют, в том числе при исследованиях объектов культурного наследия (Janssens, Van Grieken, 2005), для обнаружения водородсодержащих веществ, например продуктов коррозии металлов.

Для исследования фазового состава объекта использовался метод дифракции тепловых нейтронов на установке «ДИСК» (Glazkov et al., 1988) на реакторе ИР-8 при длине волны 0.167 нм.

Для анализа элементного состава стрелы применялась растровая электронная микроскопия (РЭМ) в сочетании с энергодисперсионным рентгеновским микроанализом (ЭРМ). Исследования проводились на двухлучевом растровом электронном микроскопе Versa 3D (Thermo Fisher Scientific) с системой ЭРМ (EDAX) при ускоряющем напряжении 30 кВ в условиях высокого вакуума ( $10^{-4}$  Па). Прибор оборудован энергодисперсионным

рентгеновским спектрометром с энергетическим разрешением 128 эВ. Стрела закреплялась на алюминиевом предметном столике с помощью двустороннего диэлектрического углеродного скотча. Обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения TEAM, в котором расчет содержания элементов выполнялся с применением метода фундаментальных параметров. Сумма относительного содержания элементов приводилась к 100%. Чувствительность метода РЭМ/ЭРМ ограничена 0.1–0.5 масс.%.

**Результаты исследований.** Синхротронная и нейтронная томография в целом дают сходные результаты, однако соотношения контрастности разных деталей изображений различаются между собой. Первое, что обращает на себя внимание, это наличие в объекте плотной внешней части и большого количества пустот различной формы внутри него (рис. 2, 1, 2). По рентгеновским изображениям можно заключить, что наиболее плотный материал



**Рис. 3.** Картина дифракции нейтронов для материала наконечника, стрелками показаны дифракционные максимумы, соответствующие обнаруженным кристаллическим фазам.

**Fig. 3.** Neutron diffraction pattern of the arrowhead material, arrows show the diffraction maxima corresponding to the detected crystalline phases

сосредоточен в оболочке толщиной 0.3–0.5 мм. Пустоты занимают около 6%, оболочка составляет около 22% общего объема объекта. По нейтронным изображениям этот материал имеет сравнительно невысокий коэффициент ослабления. Напротив, внешний слой объекта, находящийся поверх оболочки, и вещество внутри плотной оболочки ослабляют нейтроны сильнее, чем плотная оболочка. Оболочка в центральной части объекта имеет форму, характеризующуюся чередующимися выступами и впадинами. Томография объекта показывает, что он был сломан приблизительно посередине изделия и его части были соединены заново с помощью реставрационного состава (рис. 2, 1–5). На рентгеновском излучении реставрационный состав практически не виден, в то время как на нейтронах он обладает наиболее сильным ослаблением.

Второе, что обнаруживается на изображениях, это наличие орнамента на наконечнике стрелы. При выборе плоскости среза, проходящей через плотную оболочку, обнаруживается,

что упомянутые неровности оболочки складываются в орнамент (рис. 2, 3–5). Рисунки орнамента, расположенные на обеих сторонах изделия, практически совпадают друг с другом (рис. 2, 4, 5). Орнамент представляет собой негативный рельеф на металлическом изделии. Он выполнен в виде канавок глубиной около 0.7 мм и переменной шириной, имеющих в поперечном сечении форму, расширяющуюся в глубь изделия (рис. 2, 2, 6–11). Помимо канавок видно, что наблюдаются области, поверхность которых понижена на 200–250 мкм относительно бортов канавок (рис. 2, 6, 9, 10). Орнамент сохранился в плотной оболочке, которая на рентгеновских изображениях контрастна по отношению к остальному веществу, поэтому он хорошо виден в рентгеновских лучах. На нейтронных изображениях контраст между оболочкой и покрывающим ее веществом меньше, поэтому орнамент не столь заметен. На обеих сторонах наконечника (рис. 2, 4, 9) наблюдаются округлые образования размерами 0.40–0.85 мм. Их



## Данные ЭРМ о составе отдельных участков стрелы

## EDAX data on the composition of individual sections of the arrow

Область анализа	Содержание элементов, % массы								
	O	Fe	Cu	Al	Si	S	Sn	Ca	Отдельные примеси
1	72.0	1.0	0.5	2.5	3.5	10.0	-	6.5	Mg 4.0
2	19.0	15.0	56.0	2.0	7.5	-	-	-	Pb 0.5
3	3.1	10.0	89.5		0.5	-	-	-	-
	3.2	18.0	67.0	2.0	2.5	10.5	-	-	-
	3.3	8.0	76.0	8.0	1.0	2.0	-	4.5	0.5
	3.4	7.0	75.5	15.5	0.5	1.0	-	-	0.5
4	10.0	88.0	1.0		1.0	-	-	-	-
5	17.0	47.0	2.5	6.0	26.0	-	0.5	-	K 1.0
Осыпь	11.0	75.7	4.0	1.5	1.5	0–0.5	-	1.6	Na 3.2 P 1.4

Примечание: расположение областей исследования указано на рис. 4, а, б.

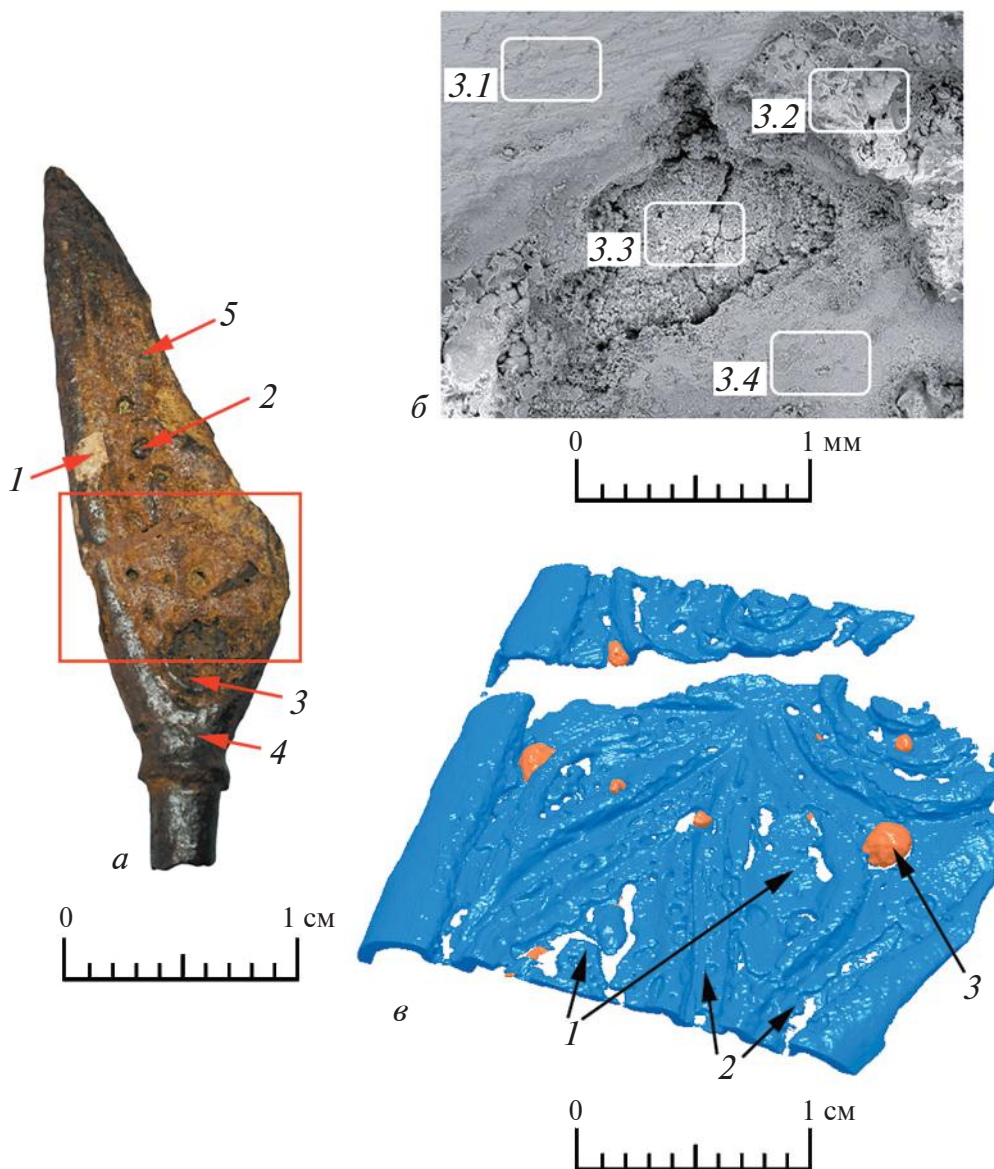
вещество имеет больший коэффициент ослабления рентгеновских лучей, чем остальной материал наконечника, а на нейтронах они практически не контрастны.

Эксперимент по дифракции тепловых нейтронов выполнен на объекте целиком. Дифракционная картина (рис. 3) описывается наличием трех фаз: гетита  $\alpha$ -FeO(OH), магнетита Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и небольшого количества гематита  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. По дифракционным данным объект не содержит металлического железа. Высокое содержание магнетита подтверждается также тем, что предмет притягивается к магниту.

Элементный состав исследовался в следующих областях (рис. 4, а, б): 1 – область реставрации, выделяющаяся более светлым цветом; 2 – капля материала, сильнее ослабляющего рентгеновское излучение относительно материала основы; 3 – область частичной расчистки коррозионного слоя в нижней части стрелы, 4 – область материала основы вне зоны декора (у основания стрелы), 5 – область в верхней части наконечника вблизи режущей кромки. Также изучена осыпь корродированного металла, отобранная изнутри наконечника стрелы. Данные исследования приведены в таблице. Материал в области реставрации с высоким содержанием кислорода включает в себя серу, кальций, примеси железа и меди, а также алюминий и кремний. Анализ отдельных капель показал, что они состоят преимущественно из меди (56%), железа (15%)

и кислорода (19%). Состав основного вещества – железо (более 80%) и кислород (10%). В зоне расчистки (область 3) наблюдается высокая изменчивость состава в областях с разной морфологией – от основного металла до смеси железа, меди и олова. Следует отметить, что в области с наиболее расчищенной поверхностью (рис. 4, а-3, б-3.3) обнаружено олово (4.5%). Также незначительное количество олова детектируется в области 5 – вблизи режущей кромки в верхней части наконечника. Во всех зонах исследования присутствуют алюминий и кремний, вероятно обусловленные загрязнением поверхности в результате археологизации объекта.

**Обсуждение результатов.** Исследованный объект представляет собой изготовленный из железа (или низкоуглеродистой стали) наконечник стрелы, на сохранность которого оказали большое воздействие пламя костра и длительное нахождение в земле. На поверхности предмета с двух сторон находится орнаментальная гравировка. Обнаруженные на обеих сторонах наконечника (рис. 2, 4, 9) округлые образования, по-видимому, представляют собой капли цветного металла, расплавленного в погребальном костре. Их присутствие может означать, что углубления орнамента ранее были заполнены декоративным металлом. Этот металл – сплав на основе меди, что согласуется с результатами сравнения коэффициента ослабления этого металла для нейтронов и рентгеновских лучей. Точное



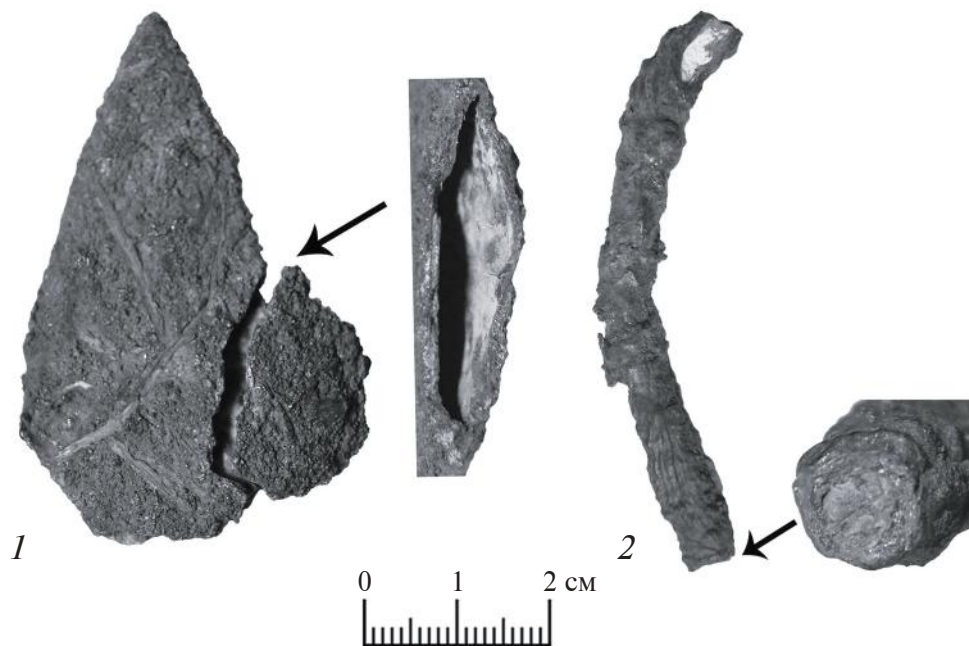
**Рис. 4.** Области измерения элементного состава на поверхности наконечника (а); микрофотография области 3, полученная методом РЭМ (б); для а, б нумерация областей соответствует таблице; трехмерное представление орнаментированной части наконечника (в), на котором наблюдаются пониженные плоские участки (1), канавки для инкрустации (2) и капли цветного металла (3), положение участка моделирования на фотографии объекта (а) указано рамкой.

**Fig. 4.** Areas of measurement of the elemental composition on the surface of the arrowhead (a); SEM micrograph of area 3 (b); for a, b the numbering of areas corresponds to the table; 3D representation of the ornamented part of the arrowhead (c), on which lowered flat areas (1), grooves for inlay (2) and drops of non-ferrous metal (3) are visible, the position of the modeling area in the photograph of the object (a) is indicated by a frame

восстановление состава материала, который использовался для декора, не представляется возможным из-за сильной химической трансформации вещества при интенсивном нагреве в процессе кремации.

Дифракционные данные, с одной стороны, говорят о том, что одним из основных компонентов наконечника является магнетит  $Fe_3O_4$ .

Он обладает наибольшей плотностью по сравнению с другими компонентами, что обеспечивает наибольший коэффициент ослабления рентгеновских лучей. С другой стороны, он не содержит водорода, что соответствует малому коэффициенту ослабления нейтронов. Это говорит о том, что именно магнетит – материал оболочки, наиболее ярко видимой на синхротронных изображениях. В соответствии



**Рис. 5.** Предметы из кремационных погребений Гнёздовского могильника. 1 – фрагмент наконечника стрелы (Л-89/Сиз-1882); 2 – фрагмент гривны (Дн-86/Серг-1901).

**Fig. 5.** Items from the cremations of the Gnezdovo burial ground

с томографическими данными внешний слой объекта, находящийся поверх плотной оболочки, и вещество внутри оболочки ослабляют нейтроны сильнее, чем плотная оболочка, что может свидетельствовать о большем содержании водорода в этих частях объекта. Следовательно, в них содержится гетит  $\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$ , а также могут присутствовать аморфные продукты коррозии железа. В частности, этим объясняется то, что контраст на изображении орнамента на СИ и на нейтронах имеет разный знак (рис. 2, 3, 4). В веществе стрелы не обнаружен акаганеит  $\beta\text{-FeO}(\text{OH}, \text{Cl})$ , присутствие которого может создавать угрозу сохранности артефакта (Шемаханская, 2015. С. 129).

Из наблюдаемой картины строения объекта и дифракционных данных можно заключить, что в пламени погребального костра на поверхности наконечника стрелы образовался плотный слой окалины. При температуре выше  $575\text{ }^\circ\text{C}$ , что соответствует температуре пламени большого костра, железо окисляется до вюстита  $\text{FeO}$ , который в дальнейшем при охлаждении доокисляется, образуя магнетит, и на внешней поверхности – небольшое количество гематита (Mrowec, Werber, 1978). Именно слой магнетита и гематита обладает защитными свойствами (что находит применение в известной технологии защиты изделий из железа и стали от коррозии – воронения).

Кроме того, важное значение для повышения защитных свойств окалины имеет ее спекание под действием пламени костра и теплоты, выделяемой при реакции окисления железа.

При дальнейшем нахождении в земле оставшийся металл был полностью уничтожен коррозией, в результате чего в исследуемом объекте образовалось большое количество пустот. Подобная сохранность железных артефактов после кремации наблюдается, например, на ряде предметов из раскопок погребений Гнёздовского курганного могильника (рис. 5), а также описано в отдельной работе (Fell, 2004). Можно сказать, что именно образование слоя окалины на наконечнике стрелы и обеспечило его сохранность до момента раскопок.

Для восстановления первоначального вида орнамента по томографическим изображениям выделены сечения в плоскости орнамента для одной из сторон объекта, охватывающие толщину около 1.4 мм. Эти сечения просуммированы (рис. 6, 1), что дало детальное изображение орнамента. Исходя из предположения о симметрии орнамента относительно оси наконечника, это изображение отражено относительно предполагаемой оси симметрии и скомпоновано с исходным видом (рис. 6, 2). Положение оси симметрии определялось из условий совпадения внешнего контура стрелы

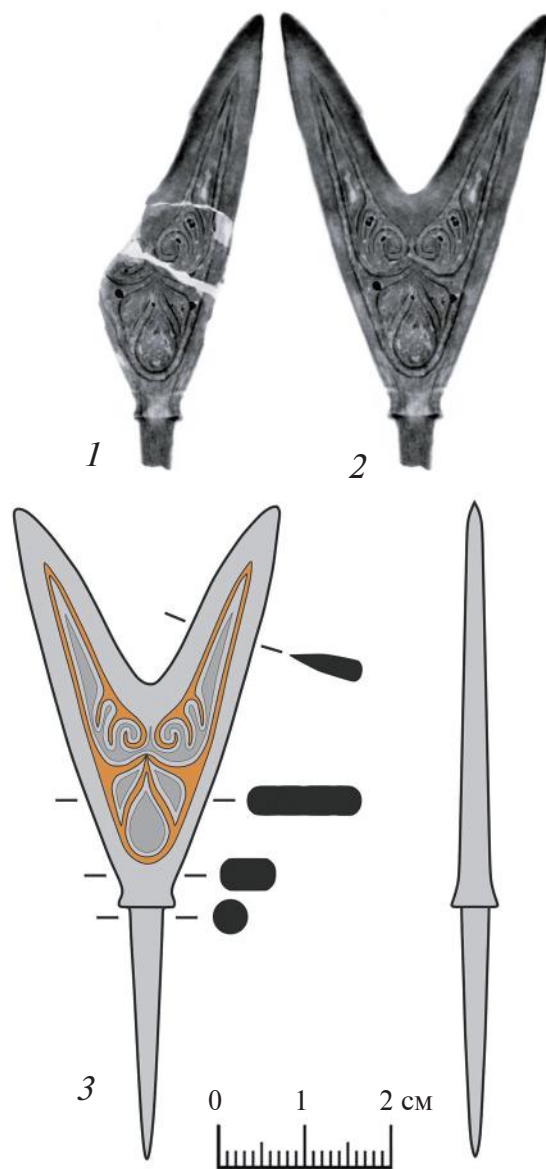


и отсутствия перекрытия частей орнамента. На полученном изображении контрастные линии очерчивают канавки для инкрустации, что позволило прорисовать исходный вид орнамента (рис. 6, 3). Пониженные участки поверхности, по-видимому, также элементы декора наконечника. Они обозначены темно-серым цветом на рис. 6, 3 и видны при трехмерном представлении томографической реконструкции (рис. 4, в-1). Можно предположить, что пониженные участки поверхности были также декорированы, например, оловом. Это предположение опирается на данные элементного состава (таблица) на поверхности наконечника — в области 3 (рис. 4, а), соответствующей понижению поверхности на трехмерной реконструкции (рис. 4, в-1), обнаружено 4.5% олова, но какие-либо дополнительные данные отсутствуют.

Таким образом, орнаментация растительного характера занимает большую часть плоскости пера наконечника с обеих сторон. Она представляет собой расположенные на “рогах” наконечника две полупальметы, расходящиеся от центральной трехлепестковой фигуры. Эта орнаментация поверхности пера является уникальной особенностью наконечника стрелы из Черной могилы, выделяющей ее не только из схожих по типу образцов, но и в целом из подавляющего большинства восточноевропейских наконечников стрел. Она представляет собой всечку (инкрустацию) цветного металла в железную основу. На томографических срезах, полученных с помощью СИ (рис. 2, 6, 10, 11), хорошо видны поперечные сечения пробитых в металле наконечника канавок в форме “ласточкиного хвоста”, куда изначально были инкрустированы отрезки проволоки из медного сплава. Воздействие больших температур погребального костра расплавilo инкрустированный металл, сохранившийся только в виде отдельных капель на поверхности пера наконечника.

Исследованный фрагмент наконечника стрелы относится к группе так называемых двурогих наконечников, состоящих из раздвоенного пера с заточенной внутренней кромкой, упора и черешка. Морфология пера предполагает, что такие наконечники предназначались для нанесения широких ран, вызывающих обильное кровотечение.

По типологии, разработанной А.Ф. Медведевым для Восточной Европы, наконечник стрелы из Черной могилы принадлежит к типу 60, варианту 2 — двурогие срезни



**Рис. 6.** Реконструкция внешнего вида и декора наконечника. 1 — сумма томографических срезов, проходящих через орнамент (по сравнению с рис. 2 инвертирована); 2 — реконструкция суммы томографических срезов для неразрушенного наконечника; 3 — реконструкция внешнего вида наконечника: оранжевым цветом показана инкрустация медным сплавом, темно-серым — пониженные плоские участки с предполагаемым дополнительным декорированием.

**Fig. 6.** Reconstruction of the exterior and decoration of the arrowhead

с упором и с выпуклыми режущими и боковыми сторонами (1966. С. 72). По данным исследователя, подобные наконечники в Восточной Европе датируются концом IX–X в. и в основном встречаются на памятниках, относящихся к эпохе образования Древнерусского





Рис. 7. Наконечники стрел типа 60, варианта 2 из погребений Гнёздовского могильника. 1 – Л-5/1949; 2 – Ц-255/1978.

Fig. 7. Arrowheads of type 60, variety 2 from the burials of the Gnezdovo burial ground

государства, – Новгород, Гнёздово, Киев, Екимауцы, Плиснеск, курганы Суздальского Ополья (рис. 7). Важно отметить, что двурогие наконечники найдены в том числе в погребениях с представительным набором вооружения, что позволяет считать их частью комплекса вооружения профессиональных воинов (например, гнёздовские курганы Ц-255/1978 и Ц-160/1976 (1990)).

Стоит отметить, что этот тип наконечников не характерен ни для автохтонного славянского и финского населения лесной и лесостепной зон Восточной Европы, ни для пришельцев – скандинавов, оказавших большое влияние на формирование древнерусского комплекса вооружения. Скорее всего этот тип наконечников связан с кочевническими культурами юга Восточной Европы, чей вклад в сложение комплекса вооружения Древней Руси также очевиден (Каинов, 2014). Двурогие наконечники стрел известны на памятниках кочевников юга Восточной Европы, а также в древностях венгров эпохи “обретения Родины” (Крыганов, 1987. С. 37; *The Ancient Hungarians*, 1996. P. 131, 311, 312. Fig. 1, 7).

Орнаментация наконечников стрел в Восточной Европе в X–XIII вв. встречается довольно редко. Объясняется это прежде всего характером использования предмета. Пущенная из лука стрела далеко не всегда поражала цель, и не всегда ее можно было найти. Тем не менее желание украсить предмет и, возможно, обозначить принадлежность конкретному владельцу реализовывалось в нанесении на наконечники стрел разных орнаментов и знаков или в покрытии поверхности драгоценным металлом. При этом использовались различные технологии – обтяжка пера золотой фольгой, амальгамирование золотом, пуансонирование, прорезная орнаментация (Лупиненко, 2004. С. 117, 118. Рис. 4; Винничек, Сафонов, 2010. С. 180–182. Рис. 1, 4–7, 9, 11)<sup>2</sup>. Использование золота для декорирования наконечников стрел, потеря которых очень вероятно, говорит о высоком социальном статусе их владельцев. Прорезные фигуры на наконечниках, как и их пуансонирование, – более дешевый способ выделить наконечники из общей массы.

Значительно более редки на восточноевропейских наконечниках княжеские владельческие знаки. При раскопках Гомия (современный Гомель, Беларусь) в контексте XII–начала XIII в. найден ромбовидный наконечник стрелы, относящийся к типу 43 по типологии Медведева (Лупиненко, 2004. С. 112) (рис. 8, 1)<sup>3</sup>. Его характерная морфологическая черта – наличие уплощенных площадок на обеих сторонах пера. На них сохранились гравированные изображения двух одинаковых княжеских знаков. Ю.М. Лупиненко предположил, что они принадлежат одному из Рюриковичей, владевших Черниговской и Новгород-Северской землями, которым в XII–XIII вв. принадлежал Гомий (Лупиненко, 2004. С. 112, 113).

Наибольший интерес вызывает ромбовидный наконечник, обнаруженный в окрестностях Плещеева озера<sup>4</sup> (Ярославская обл.) (рис. 8, 2). По типологии Медведева он относится к типу 41, варианту 2 и широко датируется в рамках середины XI–XIV в. (1966.

<sup>2</sup> На перо наконечника стрелы из раскопок Сарского городища пуансоном нанесен циркулярный орнамент. Благодарим А.Л. Каретникова за информацию.

<sup>3</sup> Благодарим Н.А. Плавинского и Д.Н. Линденкова за предоставленные фото наконечника стрелы из Гомеля.

<sup>4</sup> Наконечник стрелы передан в собрание Государственного исторического музея.

С. 65). Так же, как и у предыдущего, перо этого наконечника с обеих сторон оформлено плоскостями, на которые в технике инкрустации<sup>5</sup> металла серебряной проволокой нанесены знаки. Один из них сохранился лучше и представляет собой двузубый знак на прямой вертикальной ножке. Оба зубца заканчиваются завитками, развернутыми наружу. К одному из зубцов с внутренней стороны прищипывает отрог-завиток. Насколько позволяет сохранность, можно предположить, что на обратной стороне пера наконечника находился аналогичный знак, но изображенный зеркально. Подобные знаки С.М. Михеев предлагает атрибутировать как принадлежащие князю Юрию Владимировичу Долгорукому (1090-е – 1157 гг.), великому князю Киевскому и князю Ростово-Суздальскому (2017. С. 22, 23. Рис. 5).

Упомянутые выше два наконечника стрел принадлежали либо непосредственно князьям, чьи знаки изображены на наконечниках, либо их ближайшему окружению. Традиция нанесения княжеских знаков на предметы вооружения фиксируется в древнерусском материале с конца X в., и к настоящему времени кроме наконечников стрел выявлена на топорах, боевых ножах (?), кистенях и сложносоставных луках (Артемьев, Молчанов, 1995; Макаров и др., 2013; Каинов, 2018. С. 53). Технология нанесения знаков определялась материалом предмета – на роговых гирих кистеней, накладке на лук, рукояти боевого ножа знаки были прорезаны, на железных топорах инкрустированы. Известны также литые гири кистеней с княжескими знаками (см., например: Артемьев, Молчанов, 1995. Рис. 2, 5).

Орнамент наконечника стрелы из Черной могилы не позволяет видеть в нем княжеский знак, хотя “двурогая” форма композиции вызывает определенные аналогии с некоторыми ранними знаками Рюриковичей. Сложно сказать, где мог быть изготовлен наконечник стрелы и был ли он сразу орнаментирован. Примером нанесения знаков уже в ходе бытования предмета служит найденный в этом же кургане наконечник копья с инкрустированными на обеих сторонах пера крестами (Каинов, Щавелев, 2005. С. 87. Рис. 1).

<sup>5</sup> В данном случае технология инкрустации отличается от инкрустации на наконечнике стрелы из Черной могилы. Отрезки цветного металла набиты на поверхность, предварительно насеченную тонкими линиями, расположенными в виде сетки.

А.Н. Кирпичников, анализируя декор так называемой сабли Карла Великого, указал на схожесть орнаментального оформления ножен сабли и ряда древнерусских изделий, связанных с кругом древностей “дружинной культуры” Древней Руси конца X – первой половины XI в. Исследователь предложил считать их изделиями одного культурно-художественного круга, демонстрирующими зарождение собственного древнерусского орнаментального искусства (Кирпичников, 1965. С. 272). С нашей точки зрения, орнамент наконечника из Черной могилы стоит рассматривать именно в рамках этого процесса.

Итак, проведенные комплексные исследования наконечника стрелы, выполненные в НИЦ “Курчатовский институт”, включали взаимодополняющую визуализацию с применением нейтронной и синхротронной томографии, фазовый анализ материала основы методом нейтронной дифрактометрии, анализ элементного состава материала основы и декора методом растровой электронной микроскопии с энергодисперсионным рентгеновским микроанализом.

Оценка состояния наконечника стрелы показала, что его сохранность обусловлена наличием плотного слоя оксидов железа, преимущественно магнетита, вероятно, сформировавшегося при кремации и последующей археологизации. На поверхности наконечника обнаружены капли медного сплава, предположительно использовавшегося при создании орнамента.

В результате исследований выполнена реконструкция исходного внешнего вида и деталей декора наконечника стрелы, включая идентификацию использованных материалов основы и орнамента и методов нанесения декора.

Исследованный наконечник относится к довольно редко встречающемуся на территории Древней Руси типу двурогих наконечников, проникнувших сюда с кочевниками и вошедших в набор вооружения древнерусских воинов. Отличительная особенность наконечника из Черной могилы – инкрустированный орнамент. Инкрустированное оружие – принадлежность воинов, обладавших высоким социальным статусом. Ряд предметов вооружения несет инкрустированные изображения княжеских знаков, маркируя принадлежность непосредственно князю или его ближайшему окружению. Курган Черная могила – самый большой



Рис. 8. Наконечники стрел с княжескими знаками. 1 – Гомий; 2 – окрестности Плещеева озера.

Fig. 8. Arrowheads with princely signs

курган Древней Руси, и сложно оспаривать принадлежность к высшей военной знати погребенных там мужчин. В связи с этим обнаружение среди сопровождавшего погребенных набора оружия инкрустированного наконечника стрелы закономерно.

Курган Черная могила, наиболее вероятно возведенный в промежутке 980–1025 гг., раскопанный в 1872–1873 гг., только в XXI в. в ходе кропотливой работы на стыке исторических и естественнонаучных методов начинает приоткрывать свои тайны. Каждый



исследованный предмет дополняет мозаику варварского великолепия захоронения одного из последних языческих вождей Древней Руси.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Артемьев А.Р., Молчанов А.А.* Древнерусские предметы вооружения с княжескими знаками собственности // *Российская археология*. 1995. № 2. С. 188–191.
- Винничек В.А., Сафронов П.И.* Редкие и уникальные наконечники стрел со средневековых поселений Верхнего Посурья и Примокшанья // *Пензенский археологический сборник*. Вып. 3. Пенза: Пензенский ин-т развития образования, 2010. С. 180–198.
- Зозуля С.С., Клещенко Е.А.* Кремированные останки из кургана Черная могила в собрании Исторического музея // *Вестник Московского университета*. Серия 23: Антропология. 2019. № 1. С. 117–130.
- Каинов С.Ю.* Начальные этапы формирования древнерусского комплекса боевых средств // *Воинские традиции в археологическом контексте: от позднего латена до позднего средневековья* / Сост. И.Г. Бурцев. Тула: Гос. военно-исторический и природный музей-заповедник “Куликово поле”, 2014. С. 97–101.
- Каинов С.Ю.* Кистени или весовые гири? К попытке одной переприписки // *Военная археология: сборник материалов научного семинара*. Вып. 4. М.: ИА РАН, 2018. С. 51–57.
- Каинов С.Ю.* “Большой” меч из Черной могилы (предварительные итоги нового этапа изучения) // *Земля наша велика и обильна...* / Отв. ред. С.В. Белецкий. СПб.: Невская Типография, 2019. С. 125–139.
- Каинов С.Ю., Щавелев А.С.* Изображение креста на наконечнике копья из Черной Могилы (Технология и семантика) // *Древнейшие государства Восточной Европы*. 2003 год. Мнимые реальности в античных и средневековых текстах / Отв. ред. Т.Н. Джаксон. М.: Восточная литература, 2005. С. 83–90.
- Калоян А.А., Коваленко Е.С., Пахневич А.В., Подурец К.М.* Шкала контрастности минералов для нейтронной томографии палеонтологических и геологических объектов // *Геология и геофизика*. 2017. Т. 58, № 11. С. 1805–1811.
- Кирпичников А.Н.* Так называемая сабля Карла Великого // *Советская археология*. 1965. № 2. С. 268–276.
- Коваленко Е.С., Подурец К.М., Мурашев М.М., Глазков В.П., Карташов С.И., Чичаев И.А., Каинов С.Ю., Мурашева В.В., Терещенко Е.Ю., Яцишина Е.Б., Ковальчук М.В.* Рентгеновская, синхротронная и нейтронная визуализация металлических артефактов из кургана Черная могила // *Российские нанотехнологии*. 2020. Т. 15, № 5. С. 610–622.
- Крыганов А.В.* Вооружение и конское снаряжение кочевников юга Восточной Европы VII–X вв.: дис. ... канд. ист. наук. Харьков, 1987. 371 с.
- Лобода А.Ю., Колобылина Н.Н., Терещенко Е.Ю., Мурашева В.В., Шевцов А.О., Васильев А.Л., Ретивов В.М., Кашкаров П.К., Яцишина Е.Б.* Исследование технологии золочения “идола” из кургана “Черная могила” // *Кристаллография*. 2018. Т. 63, № 6. С. 992–1000.
- Луциненко Ю.М.* Археологічні свідчення аб старожиттєвих князівських паляванні // *Славянський мир Полесся в древності і середньовіччя* / Ред. О.А. Макушников. Гомель: Гомельський гос. ун-т ім. Франциска Скорины, 2004. С. 112–118.
- Макаров Н.А., Зайцева И.Е., Красникова А.М.* Парадный топорик с княжескими знаками из Суздальского Ополя // *Фундаментальные проблемы археологии, антропологии и этнографии Евразии*. Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии Сибирского отделения РАН, 2013. С. 435–444.
- Медведев А.Ф.* Ручное метательное оружие. (Лук и стрелы, самострел). VIII–XIV вв. М.: Наука, 1966 (Археология СССР. Свод археологических источников; вып. Е1-36). 184 с.
- Михеев С.М.* Княжеские печати с тамгами и атрибуция знаков Рюриковичей XI–XII вв. // *Древняя Русь. Вопросы медиевистики*. 2017. 4 (70). С. 17–41.
- Мурашева В.В., Орфинская О.В., Лобода А.Ю.* “Новая история” “идола” из кургана Черная могила (X в.) // *Российская археология*. 2019. № 1. С. 73–86.
- Орфинская О.В., Зозуля С.С.* Текстиль из кургана Черная могила // *Российская археология*. 2020. № 4. С. 87–97.
- Самоквасов Д.Я.* Могильные древности северянской черниговщины. М.: Синод. тип., 1916. 97 с.
- Соменков В.А., Глазков В.П., Эм В.Т., Гуреев А.И., Мурашев М.М., Садыков Р.А., Аксенов С.Н., Трунов Д.Н., Столяров А.А., Алексеев А.А., Кравчук Л.В.* Установка для комплексной радиационной диагностики “ДРАКОН” // *Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*. 2019. № 9. С. 93–99.
- Шемаханская М.С.* Металлы и вещи. История. Свойства. Разрушение. Реставрация. М.: Индрик, 2015. 288 с.
- Шишлина Н.И., ван дер Плихт Й., Севастьянов В.С., Кузнецова О.В., Мурашева В.В., Панин А.В., Каинов С.Ю., Зозуля С.С., Шевцов А.О.*

- Радиоуглеродное AMS-датирование экспонатов Исторического музея: результат и обсуждение // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19, № 3 (2). С. 398–405.
- Fell V.* Cremated: Analysis of the metalwork from an Iron Age grave // Proceedings of Metal 2004, 4–8 October 2004 / Eds. J. Ashton, D. Hallam. Canberra: National Museum of Australia, 2004. P. 514–519.
- Glazkov V.P., Naumov I.V., Somenkov V.A., Shil'shtein S.Sh.* Superpositional many-detector systems and neutron diffraction of microsamples // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. 1988. Vol. 264, iss. 2–3. P. 367–374.
- Janssens K., Van Grieken R.* Non-Destructive Micro Analysis of Cultural Heritage Materials. Amsterdam: Elsevier, 2005 (Comprehensive Analytical Chemistry; 42). 828 p.
- Mrowec S., Werber T.* Gas Corrosion of Metals. Springfield, 1978. 383 p.
- Murasheva V.V., Kainov S.Yu., Kovalenko E.S., Podurets K.M., Glazkov V.P., Murashev M.M., Chicheev I.A., Presniakova N.N., Tereschenko E.Yu., Retivov V.M., Yatsishina E.B.* ‘Barbarian scepters’ of the Viking Age from the Chernaya Mogila burial mound at Chernigov (present-day Ukraine) // Journal of Archaeological Science: Reports 37 (2021) 102946.
- Murasheva V., Zozulia S., Shevtsov A., Yatsishina E., Kashkarov P., Tereshenko E., Lododa A.* Unveiling the “Chernaya mogila” (“Black mound”) complex: past developments and new finds // 24<sup>th</sup> EAA Annual Meeting, Barcelona, 5–8 September 2018: Abstract Book. Vol. II. Barcelona, 2018. P. 851.
- The Ancient Hungarians. Budapest: Hungarian National Museum, 1996. 477 p.

## AN ARROWHEAD FROM THE CHERNAYA MOGILA MOUND: NEW RESULTS OF RESEARCH

**Sergey Yu. Kainov<sup>1,\*</sup>, Ekaterina S. Kovalenko<sup>2,\*\*</sup>, Konstantin M. Podurets<sup>2,\*\*\*</sup>,  
Viktor P. Glazkov<sup>2,\*\*\*\*</sup>, Mikhail M. Murashev<sup>2,\*\*\*\*\*</sup>, Natalia N. Presnyakova<sup>2,\*\*\*\*\*</sup>,  
Elena Yu. Tereschenko<sup>2,3,\*\*\*\*\*</sup>, Ekaterina B. Yatsishina<sup>2,\*\*\*\*\*</sup>**

<sup>1</sup>*The State Historical Museum, Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*National Research Centre “Kurchatov Institute”, Moscow, Russia*

<sup>3</sup>*Shubnikov Institute of Crystallography of Federal scientific research centre  
“Crystallography and Photonics” of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

\*E-mail: skainov@mail.ru

\*\*E-mail: kovalenko\_es@mail.ru

\*\*\*E-mail: Podurets\_KM@nrcki.ru

\*\*\*\*E-mail: vivadin@yandex.ru

\*\*\*\*\*E-mail: mihail.mmm@inbox.ru

\*\*\*\*\*E-mail: kolobyлина@gmail.com

\*\*\*\*\*E-mail: elenatereschenko@yandex.ru

\*\*\*\*\*E-mail: Yatsishina\_EB@nrcki.ru

The article discusses the results of studying a fragment of an arrowhead from the Chernigov barrow of Chernaya Mogila. The use of natural-science research methods (synchrotron and neutron tomography, neutron diffraction, and electron microscopy in combination with energy dispersive X-ray microanalysis) allowed determining the preservation of the object and revealed the ornament adorning the arrowhead. It is shown that the present condition of the object is mainly caused by the effect of the funeral pyre and further corrosion process. The ornament consists of two half-palmettes diverging from the central three-petalled figure. The ornament was created by punching grooves in metal where wire pieces made of copper alloy were inlaid. A comparison of the object under study with the known samples of the decorated arrowheads was conducted. The studied arrowhead complements the picture of the barbaric magnificence that characterizes the burial of one of the last pagan chieftains of Rus.

**Keywords:** Rus, the Chernaya Mogila mound, cremation, arrowhead, natural-science research methods, neutron tomography, ornament.

REFERENCES

- Artem'ev A.R., Molchanov A.A., 1995. The old Russian arms with the princes property signs. *Rossiyskaya arkhologiya [Russian archaeology]*, 2, pp. 188–191. (In Russ.)
- Fell V., 2004. Cremated: Analysis of the metalwork from an Iron Age grave. *Proceedings of Metal 2004*. J. Ashton, D. Hallam, eds. Canberra: National Museum of Australia, pp. 514–519.
- Glazkov V.P., Naumov I.V., Somenkov V.A., Shil'shtein S.Sh., 1988. Superpositional many-detector systems and neutron diffraction of microsamples. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, vol. 264, iss. 2–3, pp. 367–374.
- Janssens K., Van Grieken R., 2005. Non-Destructive Micro Analysis of Cultural Heritage Materials. Amsterdam: Elsevier. 828 p. (Comprehensive Analytical Chemistry, 42).
- Kainov S.Yu., 2014. The initial stages of the Rus weaponry complex formation. *Voinskie traditsii v arkhologicheskoy kontekste: ot pozdnego latena do pozdnego srednevekov'ya [Warrior traditions in the archaeological context: from the late La Tene to the late Middle Ages]*. I.G. Burtsev, comp. Tula: Gosudarstvennyy voenno-istoricheskiy i prirodnyy muzey-zapovednik "Kulikovo pole", pp. 97–101. (In Russ.)
- Kainov S.Yu., 2018. Slung shots or weights? On one attempt of re-attribution. *Voennaya arkhologiya: sbornik materialov nauchnogo seminara [Military archaeology: Proceedings of the academic symposium]*, 4. Moscow: IA RAN, pp. 51–57. (In Russ.)
- Kainov S.Yu., 2019. The "large" sword from the Chernaya Mogila (preliminary results of the new stage of research). *Zemlya nasha velika i obil'na... [Our land is vast and bountiful...]*. S.V. Beletskiy, ed. St. Petersburg: Nevskaya Tipografiya, pp. 125–139. (In Russ.)
- Kainov S.Yu., Shchhavelev A.S., 2005. The image of cross on a spearhead from the Black Grave (Technology and semantics). *Drevneyshie gosudarstva Vostochnoy Evropy. 2003 god. Mnimye real'nosti v antichnykh i srednevekovykh tekstakh [The earliest of Eastern Europe. 2003: Imaginary reality in ancient and medieval texts]*. T.N. Dzhakson, ed. Moscow: Vostochnaya literatura, pp. 83–90. (In Russ.)
- Kaloyan A.A., Kovalenko E.S., Pakhnevich A.V., Podurets K.M., 2017. The contrast scale of minerals for neutron tomography of paleontologic and geologic objects. *Geologiya i geofizika [Geology and geophysics]*, vol. 58, no. 11, pp. 1805–1811. (In Russ.)
- Kirpichnikov A.N., 1965. The so-called sabre of Charlemagne. *Sovetskaya arkhologiya [Soviet archaeology]*, 2, pp. 268–276. (In Russ.)
- Kovalenko E.S., Podurets K.M., Murashev M.M., Glazkov V.P., Kartashov S.I., Chichayev I.A., Kainov S.Yu., Murasheva V.V., Tereschenko E.Yu., Yatsishina E.B., Kovalchuk M.V., 2020. X-ray, synchrotron, and neutron imaging of metal artifacts from the Chernaya Mogila (Black Grave) burial mound. *Rossiyskiye nanotekhnologii [Russian nanotechnologies]*, vol. 15, no. 5, pp. 572–583. (In Russ.)
- Kryganov A.V., 1987. Vooruzhenie i konskoe snaryazhenie kochevnikov yuga Vostochnoy Evropy VII–X vv.: dissertatsiya ... kandidata istoricheskikh nauk [The weaponry and horse equipment of nomads of the Eastern Europe's south in the 7<sup>th</sup>–10<sup>th</sup> centuries: a Doctoral thesis in History]. Khar'kov. 371 p.
- Loboda A.Yu., Kolobylina N.N., Tereshchenko E.Yu., Murasheva V.V., Shevtsov A.O., Vasil'ev A.L., Retivov V.M., Kashkarov P.K., Yatsishina E.B., 2018. Study of the gilding technology of the "Idol" from Chernaya Mogila. *Kristallografiya [Crystallography]*, vol. 63, no. 6, pp. 992–1000. (In Russ.)
- Lupinenko Yu.M., 2004. Archaeological materials on the Rus princely hunt. *Slavyanskiy mir Poles'ya v drevnosti i srednevekov'e [The Slavic world of Polesia in antiquity and the Middle Ages]*. O.A. Makushnikov, ed. Gomel': Gomel'skiy gosudarstvennyy universitet imeni Frantsiska Skoriny, pp. 112–118. (In Belarusian).
- Makarov N.A., Zaytseva I.E., Krasnikova A.M., 2013. A ceremonial axe with the princely property signs from Suzdal Opolye. *Fundamental'nye problemy arkhologii, antropologii i etnografii Evrazii [The fundamental issues of archaeology, anthropology and ethnology of Eurasia]*. Novosibirsk: Izdatel'stvo Instituta arkhologii i etnografii Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk, pp. 435–444. (In Russ.)
- Medvedev A.F., 1966. Ruchnoe metatel'noe oruzhie. (Luk i strely, samostrel). VIII–XIV vv. [Handheld throwing weapons. (Bow and arrows, crossbow). The 8<sup>th</sup>–14<sup>th</sup> centuries]. Moscow: Nauka. 184 p. *Arkheologiya SSSR. Svod arkhologicheskikh istochnikov*, E1-36).
- Mikheev S.M., 2017. Princes' seals with tamgas and the attribution of the Rurik dynasty property signs of the 11<sup>th</sup>–12<sup>th</sup> centuries. *Drevnyaya Rus'. Voprosy medievistiki [Rus. Issues of the medieval studies]*, 4 (70), pp. 17–41. (In Russ.)
- Mrowec S., Werber T., 1978. Gas Corrosion of Metals. Springfield. 383 p.
- Murasheva V.V., Kainov S.Yu., Kovalenko E.S., Podurets K.M., Glazkov V.P., Murashev M.M., Chichayev I.A., Presniakova N.N., Tereschenko E.Yu., Retivov V.M., Yatsishina E.B., 2021. 'Barbarian scepters' of the Viking Age from the Chernaya Mogila burial mound at Chernigov (present-day Ukraine). *Journal of Archaeological Science: Reports* 37, 102946.
- Murasheva V.V., Orfinskaya O.V., Loboda A.Yu., 2019. "New history" of the "idol" from the mound Chernaya Mogila (10<sup>th</sup> c.). *Rossiyskaya arkhologiya [Russian archaeology]*, 1, pp. 73–86. (In Russ.)



- Murasheva V., Zozulya S., Shevtsov A., Yatsishina E., Kashkarov P., Tereschenko E., Lododa A.*, 2018. Unveiling the “Chernaya mogila” (“Black mound”) complex: past developments and new finds. *24<sup>th</sup> EAA Annual Meeting, Barcelona: Abstract Book*, vol. II. Barcelona, p. 851.
- Orfinskaya O.V., Zozulya S.S.*, 2020. Textiles from the Chernaya Mogila mound. *Rossiyskaya arkheologiya [Russian archaeology]*, 4, pp. 87–97. (In Russ.)
- Samokvasov D.Ya.*, 1916. *Mogil’nye drevnosti severnyanskoy chernigovshchiny* [Grave antiquities of the Severian area of Chernihiv region]. Moscow: Sinodal’naya tipografiya. 97 p.
- Shemakhanskaya M.S.*, 2015. *Metally i veshchi. Istoriya. Svoystva. Razrushenie. Restavratsiya* [Metals and objects. History. Properties. Deterioration. Restoration]. Moscow: Indrik. 288 p.
- Shishlina N.I., van der Plikht Y., Sevast’yanov V.S., Kuznetsova O.V., Murasheva V.V., Panin A.V., Kainov S.Yu., Zozulya S.S., Shevtsov A.O.*, 2017. AMS-dating of the History museum objects: results and discussion. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk [Journal “Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”]*, vol. 19, no. 3 (2), pp. 398–405. (In Russ.)
- Somenkov V.A., Glazkov V.P., Em V.T., Gureev A.I., Murashev M.M., Sadykov R.A., Aksenov S.N., Trunov D.N., Stolyarov A.A., Alekseev A.A., Kravchuk L.V.*, 2019. “DRAGON” apparatus for complex radiation diagnostics. *Poverkhnost’. Rentgenovskie, sinkhrotronnye i neytronnye issledovaniya [Surface. X-ray, synchrotron and neutron studies]*, 9, pp. 93–99. (In Russ.)
- The Ancient Hungarians. Budapest: Hungarian National Museum, 1996. 477 p.
- Vinnichuk V.A., Safronov P.I.*, 2010. Rare and unique arrowheads of the medieval settlements in the Upper Sura and the Moksha regions. *Penzenskiy arkheologicheskiy sbornik [Penza archaeological collection of papers]*, 3. Penza: Penzenskiy institut razvitiya obrazovaniya, pp. 180–198. (In Russ.)
- Zozulya S.S., Kleshchenko E.A.*, 2019. Cremated remains of the Chernaya Mogila mound in the collection of the State Historical Museum. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 23: Antropologiya [MSU Vestnik. Series 23: Anthropology]*, 1, pp. 117–130. (In Russ.)