

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПОВОЛЖСКАЯ  
АРХЕОЛОГИЯ

**№ 3 (37)**  
**2021**

**Главный редактор**член-корреспондент АН РТ, доктор исторических наук **А.Г. Ситдиков****Заместители главного редактора:**член-корреспондент АН РТ, доктор исторических наук **Ф.Ш. Хузин**доктор исторических наук **Ю.А. Зеленев**Ответственный секретарь – кандидат ветеринарных наук **Г.Ш. Асылгараева****Редакционный совет:**

**Б.А. Байтанаев** – академик НАН РК, доктор исторических наук (Алматы, Казахстан) (председатель), **Х.А. Амирханов** – академик РАН, доктор исторических наук, профессор (Москва, Россия), **И. Бальдауф** – доктор наук, профессор (Берлин, Германия), **С.Г. Бочаров** – кандидат исторических наук (Севастополь, Россия), **П. Георгиев** – доктор наук, доцент (Шумен, Болгария), **Е.П. Казаков** – доктор исторических наук (Казань, Россия), **Н.Н. Крадин** – член-корреспондент РАН, доктор исторических наук, профессор (Владивосток, Россия), **А. Тюрк** – PhD (Будапешт, Венгрия), **А.А. Тишкин** – доктор исторических наук профессор (Барнаул, Россия), **В.С. Синика** – кандидат исторических наук (Тирасполь, Молдова), **Б.В. Базаров** – академик РАН, доктор исторических наук, профессор (Улан-Удэ, Россия), **Д.С. Коробов** – доктор исторических наук, профессор РАН (Москва, Россия), **О.В. Кузьмина** – кандидат исторических наук (Самара, Россия), **П. Дегри** – профессор (Левен, Бельгия), **Вэй Джан** – Ph.D, профессор (Пекин, Китай).

**Редакционная коллегия:**

**А.А. Выборнов** – доктор исторических наук, профессор (Самара, Россия)  
**М.Ш. Галимова** – кандидат исторических наук (Казань, Россия)  
**Р.Д. Голдина** – доктор исторических наук, профессор (Ижевск, Россия)  
**С.В. Кузьминых** – кандидат исторических наук (Москва, Россия)  
**А.Е. Леонтьев** – доктор исторических наук (Москва, Россия)  
**Т.Б. Никитина** – доктор исторических наук (Йошкар-Ола, Россия)  
**А.А. Чижевский** – кандидат исторических наук (Казань, Россия)

**Ответственный за выпуск:****М.Ш. Галимова** – кандидат исторических наук**Адрес редакции:**

420012 г. Казань, ул. Бутлерова, 30

Телефон: (843) 236-55-42

**E-mail: arch.pov@mail.ru****http://archaeologie.pro**

Индекс ПП1753,

электронный Каталог печатных изданий "ПОЧТА РОССИИ"

Выходит 4 раза в год

**Editor-in-Chief:**

Corresponding Member of the Tatarstan Academy of Sciences,  
Doctor of Historical Sciences **A. G. Sitdikov**

**Deputy Chief Editors:**

Corresponding Member of the Tatarstan Academy of Sciences, Doctor of Historical Sciences **F. Sh. Khuzin**  
Doctor of Historical Sciences **Yu. A. Zelenev**  
Executive Secretary – Candidate of Veterinary Sciences **G. Sh. Asylgaraeva**

**Executive Editors:**

**B. A. Baitanayev** – Academician of the National Academy of the RK, Doctor of Historical Sciences (Almaty, Republic of Kazakhstan) (chairman), **Kh. A. Amirkhanov** – Academician of RAS, Doctor of Historical Sciences, Professor (Moscow, Russian Federation), **I. Baldauf** – Doctor Habilitat, Professor (Berlin, Germany), **S. G. Bocharov** – Candidate of Historical Sciences (Sevastopol, Russian Federation), **P. Georgiev** – Doctor of Historical Sciences (Shumen, Bulgaria), **E. P. Kazakov** – Doctor of Historical Sciences (Kazan, Russian Federation), **N. N. Kradin** – Doctor of Historical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Vladivostok, Russian Federation), **A. Türk** – PhD (Budapest, Hungary), **A. A. Tishkin** – Doctor of Historical Sciences, Professor (Barnaul, Russian Federation), **V. S. Sinika** – Candidate of Historical Sciences (Tiraspol, Moldova), **B. V. Bazarov** – Academician of RAS, Doctor of Historical Sciences, Professor (Ulan-Ude, Russian Federation), **D. S. Korobov** – Doctor of Historical Sciences, Professor (Moscow, Russian Federation), **O. V. Kuzmina** – Candidate of Historical Sciences (Samara, Russian Federation), **P. Degryse** – Professor (Leuven, Belgium), **Wei Jian** – Ph.D, Professor (Beijing, China).

**Editorial Board:**

**A. A. Vybornov** – Doctor of Historical Sciences, Professor (Samara State University of Social Sciences and Education, Samara, Russian Federation)  
**M. Sh. Galimova** – Candidate of Historical Sciences (Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Kazan, Russian Federation)  
**R. D. Goldina** – Doctor of Historical Sciences, Professor (Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation)  
**S. V. Kuzminykh** – Candidate of Historical Sciences (Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation)  
**A. E. Leont'ev** – Doctor of Historical Sciences (Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation)  
**T. B. Nikitina** – Doctor of Historical Sciences (Mari Research Institute of Language, Literature and History named after V. M. Vasilyev, Yoshkar-Ola, Russian Federation)  
**A. A. Chizhevsky** – Candidate of Historical Sciences (Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Kazan, Russian Federation)

**Responsible for Issue**

**M. Sh. Galimova** – Candidate of Historical Sciences

**Editorial Office Address:**

Butlerov St., 30, Kazan, 420012, Republic of Tatarstan, Russian Federation

**Telephone:** (843) 236-55-42

**E-mail:** [arch.pov@mail.ru](mailto:arch.pov@mail.ru)

<http://archaeologie.pro>

© Tatarstan Academy of Sciences (TAS), 2021

© Mari State University, 2021

© “Povolzhskaya Arkheologiya” Journal, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

*Cordova C.E. (Stillwater, USA), Vyazov L.A. (Kazan, Russian Federation),  
Blinnikov M.S. (St Cloud, USA), Ponomarenko E.V. (Ottawa, Canada),  
Ponomarenko D.S. (Moscow, Russian Federation), Sitdikov A.G.,  
Salova Yu.A. (Kazan, Russian Federation)*  
Stratigraphy And Paleolithic Landscapes of the Beganchik Site  
at the Kama-Volga Confluence .....8

*Васильев С.В., Боруцкая С.Б. (Москва, Россия), Сташенков Д.А.,  
Кочкина А.Ф. (Самара, Россия), Кузьмин Я.В. (Новосибирск, Россия),  
Метье Б. (Брюссель, Бельгия)*  
Археолого-антропологический анализ новых материалов  
из могильника Маяк .....22

*Березина Н.С., Березин А.Ю. (Чебоксары, Россия),  
Галимова М.Ш. (Казань, Россия)*  
Возраст и природное окружение стоянки охотников на лошадей  
Шолма I в правобережье Волги в Чувашии .....32

*Выборнов А.А. (Самара, Россия),  
Кулькова М.А. (Санкт-Петербург, Россия)*  
Проблемы хронологии культур неолита Волго-Камья .....42

*Карманов В.Н. (Сыктывкар, Россия), Зарецкая Н.Е. (Москва, Россия)*  
Радиоуглеродная хронология чужьяёльской культуры .....55

*Доронищева Е.В., Поплевко Г.Н.,  
Иванов В.В. (Санкт-Петербург, Россия)*  
Организация жилого пространства и хозяйственная деятельность  
на среднепалеолитической стоянке в гроте Сарадж-Чуко  
(по материалам слоя 6В) .....70

*Зах В.А. (Тюмень, Россия)*  
Природа и человек эпохи раннего неолита Тоболо-Ишимья .....85

*Смолянинов Р.В., Юркина Е.С., Куличков А.А. (Липецк, Россия),  
Кулькова М.А. (Санкт-Петербург, Россия), Желудков А.С.  
(Липецк, Россия), Яниш Е.Ю. (Киев, Украина),  
Шатровая Д.О. (Санкт-Петербург, Россия)*  
Стоянка Доброе 9 на Верхнем Дону.  
Материалы среднедонской неолитической культуры .....99

*Семьян И.А. (Челябинск, Россия), Бакас С. (Варшава, Польша)*  
Проект археологического эксперимента по реконструкции  
составного лука синташтинской культуры эпохи бронзы  
из могильника Степное .....117

|   |     |
|---|-----|
| <i>Гаврилов Д.А. (Новосибирск, Россия), Мамиров Т.Б. (Алматы, Казахстан), Растигеев С.А., Пархомчук В.В. (Новосибирск, Россия)</i><br>История формирования и освоение человеком поймы реки Деркул<br>(Западный Казахстан) в середине голоцена ..... | 127 |
| <i>Носкевич В.В., Федорова Н.В. (Екатеринбург, Россия), Петров Ф.Н., Батанина Н.С. (Челябинск, Россия)</i><br>Реконструкция плана поселения эпохи бронзы Левобережное<br>(Южный Урал, Россия).....  | 142 |
| <i>Сериков Ю.Б. (Нижний Тагил, Россия), Грехов С.В. (Кушва, Россия)</i><br>Экспериментальное моделирование отверстий большого диаметра<br>по материалам каменных топоров бронзового века .....  | 155 |
| <i>Ержанова А.Е. (Алматы, Казахстан)</i><br>Трасологический анализ каменных орудий рудокопов и металлургов<br>из Жезказганских месторождений меди .....   | 166 |
| <i>Бейсенов А.З. (Алматы, Казахстан), Горащук И.В. (Самара, Россия), Дуйсенбай Д.Б. (Нур-Султан, Казахстан)</i><br>Трасологическое исследование каменных орудий<br>поселения сакского времени Абылай, Центральный Казахстан .....                   | 182 |
| <i>Колесник А.В. (Донецк, Украина), Елкин Р.П. (Ростов-на-Дону, Россия), Гусач И.Р. (Азов, Россия)</i><br>Ружейные и кресальные кремни, ружейные припасы<br>Анненской крепости XVIII в. на Нижнем Дону .....  | 200 |
| <i>Саттаров Р.Р. (Казань, Россия), Камалеев Э.В. (Уфа, Россия)</i><br>Неординарное погребение Трикольского могильника<br>в низовьях р. Белой .....  | 216 |
| <i>Лыганов А.В., Вязов Л.А. (Казань, Россия), Пономаренко Е.В. (Оттава, Канада), Истомин К.Э., Халимуллина Л.Р. (Казань, Россия)</i><br>Бикляньское селище начала эпохи Великого Переселения Народов<br>в Нижнем Прикамье .....                     | 231 |
| Список сокращений .....   | 248 |
| Правила для авторов .....   | 250 |

CONTENS

*Cordova C.E. (Stillwater, USA), Vyazov L.A. (Kazan, Russian Federation), Blinnikov M.S. (St Cloud, USA), Ponomarenko E.V. (Ottawa, Canada), Ponomarenko D.S. (Moscow, Russian Federation), Sitdikov A.G., Salova Yu.A. (Kazan, Russian Federation),*  
 Stratigraphy And Paleolithic Landscapes of the Beganchik Site  
 at the Kama-Volga Confluence .....8

*Vasilyev S.V., Borutskaya S.B. (Moscow, Russian Federation), Stashenkov D.A., Kochkina A.F. (Samara, Russian Federation), Kuzmin Ya.V. (Novosibirsk, Russian Federation), Bowden M. (Brussels, Belgium)*  
 Archaeological and Anthropological Analysis of New Materials  
 from the Mayak Burial Ground in the Samara Region.....22

*Berezina N.S., Berezin A.Yu. (Cheboksary, Russian Federation), Galimova M.Sh. (Kazan, Russian Federation)*  
 Age and Natural Environment of the Horse Hunters' Site Sholma I  
 in the Right Bank of the Volga in Chuvashia.....32

*Vybornov A.A. (Samara, Russian Federation), Kulkova M.A. (Saint-Petersburg, Russian Federation)*  
 Chronology Issues of the Neolithic Cultures in the Volga-Kama Basin.....42

*Karmanov V.N. (Syktyvkar, Russian Federation), Zaretskaya N.E. (Moscow, Russian Federation)*  
 Radiocarbon Chronology of Chuzhujol Culture .....55

*Doronicheva E.V., Poplevko G.N., Ivanov V.V. (Saint-Petersburg, Russian Federation)*  
 Organization of the Living Space and the Inferred Economic Activity  
 at the Middle Paleolithic Site in Saradj-Chuko Grotto  
 (based on materials of layer 6B).....70

*Zakh V.A. (Tyumen, Russian Federation)*  
 The Nature and the Man During the Early Neolithic  
 in the Tobol-Ishim Interfluve .....85

*Smol'yaninov R.V., Yurkina E.S., Kulichkov A.A. (Lipetsk, Russian Federation), Kul'kova M.A. (Saint-Petersburg, Russian Federation), Zheludkov A.S. (Lipetsk, Russian Federation), Yanish E.Yu. (Kiev, Ukraine), Shatrovaya D.O. (Saint-Petersburg, Russian Federation)*  
 Materials of the Early Neolithic Culture of Site Dobroe 9 at the Upper Don .....99

*Semyan I.A. (Chelyabinsk, Russian Federation), Bakas S. (Warsaw, Poland)*  
 An Archaeological Experiment to Reconstruct a Compound Bow  
 of the Sintashta Culture Stepnoe Burial Ground .....117

|   |     |
|---|-----|
| <i>Gavrilov D.A. (Novosibirsk, Russian Federation),<br/>Mamirov T.B. (Almaty, Kazakhstan), Rastigeev S.A.,<br/>Parkhomchuk V.V. (Novosibirsk, Russian Federation)</i> |     |
| The History of Formation and Anthropogenic Development<br>of the Derkul River Floodplain (West Kazakhstan) in the Mid Holocene.....                                   | 127 |
| <i>Noskevich V.V., Fedorova N.V. (Yekaterinburg, Russian Federation),<br/>Petrov F.N., Batanina N.S. (Chelyabinsk, Russian Federation)</i>                            |     |
| Reconstruction of the Settlement Levoberezhnoe Plan<br>of the Bronze Age (South Ural, Russia) .....   | 142 |
| <i>Serikov Yu.B. (Nizhny Tagil, Russian Federation),<br/>Grekhov S.V. (Kushva, Russian Federation)</i>  |     |
| Experimental Modeling of Large Diameter Holes Based on Materials<br>of Bronze Age Stone Axes .....  | 155 |
| <i>Yerzhanova A.E. (Almaty, Kazakhstan)</i>   |     |
| Traceological Analysis of Stone Tools of Miners and Metallurgists<br>from Zhezkazgan Copper Deposits.....   | 166 |
| <i>Beisenov A.Z. (Almaty, Kazakhstan), Gorashchuk I.V. (Samara, Russian<br/>Federation), Duysenbay D.B. (Nur-Sultan, Kazakhstan)</i>                                  |     |
| Traceological Study of Stone Tools in the Settlement<br>of Saka Time Abilay, Central Kazakhstan .....   | 182 |
| <i>Kolesnik A.V. (Donetsk, Ukraine),<br/>Elkin R.P. (Rostov-on-Don, Russian Federation),<br/>Gusach I.R. (Azov, Russian Federation)</i>                               |     |
| Gun and Fire-Steel Flints, Gun Supplies of the 18 <sup>th</sup> C.<br>Annenskaya Fortress on the Lower Don.....   | 200 |
| <i>Sattarov R.R. (Kazan, Russian Federation),<br/>Kamaleev E.V. (Ufa, Russian Federation)</i>   |     |
| Extraordinary Burial of Trikolsky Burial Ground in the Lower Reaches<br>of the Belaya River .....   | 216 |
| <i>Lyganov A.V., Vyazov L.A. (Kazan, Russian Federation),<br/>Ponomarenko E.V. (Ottawa, Canada), Istomin K.E.,<br/>Khalimullina L.R. (Kazan, Russian Federation)</i>  |     |
| Biklyan' Settlement of the Initial Stage of the Migration Period<br>in the Lower Kama Region.....   | 231 |
| List of Abbreviations .....   | 248 |
| Submissions .....   | 250 |

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА ПО МАТЕРИАЛАМ КАМЕННЫХ ТОПОРОВ БРОНЗОВОГО ВЕКА

© 2021 г. Ю.Б. Сериков, С.В. Грехов

На Урале известно свыше сотни изделий с отверстиями крупного диаметра, часть из которых выполнена с помощью медной трубки. Эксперименты с полым сверлением в экспедиции С.А. Семенова показали большую трудоемкость этого способа. В ходе экспериментов планировалось установить трудозатраты по изготовлению отверстий медной трубкой, а также выявить различные аспекты техники сверления. В статье приводятся результаты экспериментов по сверлению разных пород камня (талькохлорита, мрамора, серпентинита, нефрита) медной трубкой. Проведенные эксперименты показали, что сверление коловоротом в 1,5 раза эффективней сверления с помощью бура. А использование в качестве сверла медной трубки увеличило скорость изготовления отверстий в 4–7 раз. Также выяснилось, что большое значение для эффективности сверления имеет используемый абразив. Самым эффективным абразивом оказался наждак, месторождения которого известны на Южном Урале. Полученные результаты позволяют с большой точностью установить, какими сверлами и с применением какой техники были просверлены каменные топоры бронзового века. Сравнение полученных в результате экспериментов высверлин с высверлинами бронзового века показывает, что сверление медной трубкой часто, но не всегда, производилось с помощью специального станка. Трудоемкость изготовления каменных топоров с отверстиями большого диаметра, особенно из твердых минералов, свидетельствует о высоком социальном статусе их владельцев.

**Ключевые слова:** археология, коловорот, медная трубка, талькохлорит, мрамор, серпентинит, нефрит, абразив.

На территории Урала известна небольшая группа каменных изделий, отличительной чертой которых является наличие отверстий большого диаметра – от 1,5 см и больше. К ним относятся фигурные молоты, навершие булавы, орнаментированные диски и боевые топоры. Датируются они в широком хронологическом диапазоне от мезолита до бронзового века. Изготовлены они как из мягкого (тальк, сланец, серпентинит, бурый железняк), так и твердого (диабаз, гранит, кварцитопесчаник, горный хрусталь) минерального сырья. В мезолите отверстия изготавливались в технике пикетажа, в неолите и энеолите – сверлились полый костью. Применялось как одностороннее, так и двустороннее сверление. Древним мастерам удавалось просверлить отверстия длиной от 2 до 10 см и диаметром до 3 см (Сериков, 2018, с. 58–66).

В бронзовом веке происходит переход от сверления полый костью к сверлению медной трубкой. Все изделия, сверленные медной трубкой, происходят с Южного Урала. В основном это каменные топоры, которых известно около 100 экз. Все топоры изготовлены из твердых пород камня – диабаза (в основном), гранита, кварца, кварцитопесчаника (Обыденнов, 1996). На других территориях известны и топоры из нефритоидов (Попова, 1981; Никулина, 1999). Единственным исключением является хрустальное навершие булавы с Малокизильского поселения (Челябинская обл.) (Юшкин, 2005, с. 74–76). О применении новой техники сверления свидетельствуют правильные слабо конические отверстия и такие же правильные высверлины.

Первые эксперименты с полым сверлением были проведены





Рис. 1. Экспериментальные приспособления и исходные материалы для сверления. 1 – С.В. Грехов с коловоротом; 2 – крепление сверла (медной трубки) в коловороте; 3 – абразив из гранодиорита; 4 – фиксатор; 5 – абразив из мелкодробленого кварца; 6 – абразив из крупнодробленого кварца; 7 – абразив из мелкозернистого речного песка; 8 – абразив из мелкозернистого наждака

Fig. 1. Experimental devices and raw materials for drilling. 1 – S. V. Grekhov with a brace; 2 – fixing of a drill (copper tube) in a brace; 3 – abrasive from granodiorite; 4 – locking device; 5 – abrasive from fine-grained quartz; 6 – abrasive from coarse-grained quartz; 7 – abrasive from fine-grained river sand; 8 – abrasive from fine-grained emery

С.А. Семеновым в Ангарской экспедиции 1957 г. Они показали большую трудоемкость этого способа. На получение отверстия диаметром 2,4 см и глубиной 3,4 см в гальке вулканической породы было затрачено 10 часов (Семенов, 1968, с. 62–65).

Авторами данной статьи были освоены древние технологии изготовления отверстий крупного диаметра: сверление полый костью с помощью бура и коловорота, одностороннее и двустороннее сверление. Ими был проведен ряд экспериментов по сверлению минералов разной твердости: талька, мрамора, серпентинита и нефрита (Сериков, 2019, с. 346–348). В ходе экспериментов были выявлены различные аспекты техники сверления (фиксация сверла на обрабатываемой поверхности, оснащение костяного сверла зубчатым краем, специфика сверления сменными сверлами, применение для сверления различных абразивных порошков). Также были установлены трудозатраты на изготовление отверстий полый костью с помощью бура и коловорота (Сериков и др., 2020, с. 72–75).

Эксперименты по сверлению медной трубкой буровым способом не проводились из-за очень высоких трудозатрат (Канаука, 2017). Проведенные авторами эксперименты убедительно показали, что использование коловорота в качестве сверлильного инструмента значительно продуктивнее, чем сверление буром.

Коловорот представлял собой колечатый деревянный стержень из калины длиной 1,26 м, к которому крепился груз – расколотое сосновое полено длиной 0,63 м и весом (вместе с рабочим стержнем) 8,2 кг (рис. 1: 1). Сверло насаживалось непосредственно на конец рабочего стержня и дополнительно укреплялось с помощью деревянных палочек, обмотанных шнуром. Сверлами служили медные трубки длиной от 6,0

до 11,0 см, внешним диаметром 1,4–1,6 см, толщиной режущей кромки 0,12–0,13 см (рис. 1: 2). В качестве абразива использовался в основном обычный речной мелкозернистый песок. Для сравнения эффективности различных абразивов при сверлении также применялись дробленый мелкозернистый и крупнозернистый жильный кварц, гранодиорит, а также дробленый мелкозернистый наждак (рис. 1: 3, 5–8). Сверление производилось с обязательным добавлением воды. Как и при использовании полый кости, техника сверления отработывалась последовательно на талькохлорите, мраморе, серпентините и нефрите.

Чтобы воспрепятствовать скольжению сверла по поверхности заготовки в начальной стадии сверления, необходимо использовать фиксатор. В нашем случае фиксатором служила доска с отверстием для сверла, которая крепилась к заготовке (рис. 1: 4).

Первым объектом сверления послужила плитка талькохлорита (твердость по шкале Мооса от 1 до 5,5 единиц) толщиной 2,6 см. Замеры производились через каждые 10 минут. Через первые 10 минут сверло углубилось в плитку на 0,7 см. Еще через 10 минут глубина отверстия составила 1,13 см. Через 40 минут работы глубину отверстия удалось довести до 2,15 см. Готовое отверстие было получено через 52,5 минуты сверления. Диаметр отверстия с лицевой стороны составил 2,1 см, с оборотной – 1,6 см. При этом медное сверло стоило на 0,4 см. В процессе сверления высверлина разломилась на пять фрагментов. Неравномерность углубления в обрабатываемый материал можно объяснить различной твердостью минерала на разных участках. Видимо, по этой же причине при повторном сверлении этой же плитки на получение отверстия было затрачено 1 час 5 минут. Фрагментирование высверлины объясняется двумя причи-

нами: небольшим диаметром медных сверл и колебательными движениями коловорота при сверлении. При сверлении коловоротом сверло постоянно отклоняется от центральной оси сверления. При этом тонкая высверлина упирается в стенки медной трубки и ломается. Этого можно избежать, если значительно увеличить толщину фиксатора. Толстый фиксатор уменьшает или полностью поглощает колебательные движения сверла по отношению к центральной оси сверления.

Интересны сравнительные результаты сверления прямоугольных плиток мрамора (твердость 3,5–5 ед.) размером 10×6×1,7 см (с отклонениями в размерах на миллиметры). Буровым способом с помощью костяного сверла плитка мрамора толщиной 1,75 см была просверлена за 3 часа 29 минут. Костяным сверлом, но с применением коловорота, плитку мрамора толщиной 1,7 см удалось просверлить за 2 часа 15 минут. А коловоротом с медной трубкой на сверление плитки толщиной 1,64 см было затрачено всего 29,5 минуты. Диаметр отверстия с лицевой стороны составил 1,9 см, с противоположной – 1,63 см (рис. 3: 1, 2). Медное сверло сточилось на 0,45 см. Во всех случаях в качестве абразива использовался мелкозернистый песок. Таким образом, сверление костью с помощью коловорота оказалось в 1,5 раза эффективней бурового способа. Сверление медной трубкой превосходило сверление костяным сверлом буровым способом в 7 раз, а сверление полым сверлом с применением коловорота – в 4,5 раза.

Эксперимент продолжился на плитке серпентинита (змеевика) размером 12,3×5,2×2,5 см. Твердость серпентинита колеблется от 1 до 5,5 ед. Результаты сверления (через каждые 20 минут работы) представлены ниже:

20 минут – глубина отверстия 3,2 мм;

40 минут – глубина отверстия 5,2 мм;

60 минут – глубина отверстия 7,6 мм;

80 минут – глубина отверстия 10,3 мм;

100 минут – глубина отверстия 15,0 мм;

120 минут – глубина отверстия 19,0 мм;

140 минут – глубина отверстия 22,0 мм;

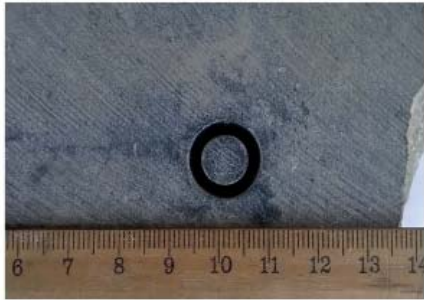
149 минут (2 часа 29 минут) – отверстие готово.

Диаметр отверстия с лицевой стороны – 1,85 см, с противоположной – 1,7 см. Длина медного сверла уменьшилась на 1,33 см. На сверление этой же плитки змеевика коловоротом с полым костяным сверлом было затрачено 3 часа 31 минута. В качестве абразива в обоих случаях использовался мелкозернистый речной песок. Сверление медной трубкой оказалось эффективней в 1,4 раза.

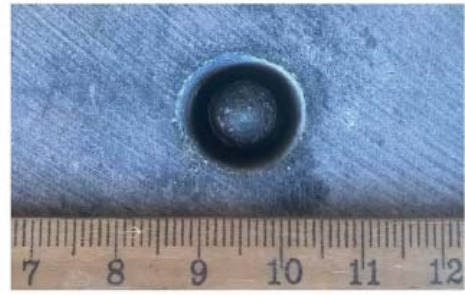
Поскольку все эксперименты производились с плитками камня толщиной от 1 до 2,5 см, было решено увеличить толщину испытываемого материала. Экспериментальному сверлению подверглась плитка серпентинита длиной 25 см, шириной 9,5 см и толщиной 3,76 см. Сверлом послужила медная трубка длиной 22 см, диаметром 1,3 см и с толщиной стенок 0,1 см. Чтобы длинное сверло не раскачивалось при вращении коловорота, пришлось увеличить толщину фиксатора до 10 см.

Через 20 минут работы глубина отверстия составила 0,4 см (рис. 2: 1). После часа сверления глубина отверстия была увеличена до 1,47 см (рис. 2: 2). С углублением в обрабатываемый материал эффективность сверления замедлилась. Через два часа работы глубина отверстия составила 1,83 см (рис. 2: 3), а через три – 2,02 см. Осмотр медной трубки позволил установить причину замед-





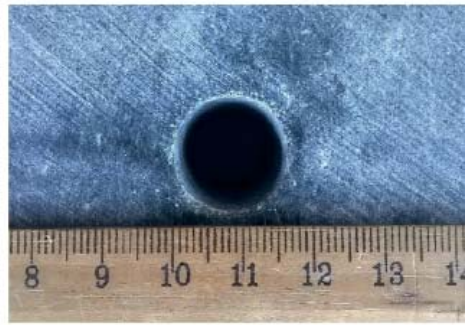
1



2



3



4



5



6

Рис. 2. Результаты экспериментального сверления серпентинита: 1 – 20 минут сверления; 2 – 1 час сверления; 3 – 2 часа сверления; 4 – готовое отверстие (3 часа 57 минут сверления); 5 – высверлина экспериментальная; 6 – высверлины археологические

Fig. 2. The results of the experimental drilling of serpentine: 1 – 20 minutes of drilling; 2 – 1 hour of drilling; 3 – 2 hours of drilling; 4 – finished hole (3 hours 57 minutes of drilling); 5 – experimental drilling; 6 – archaeological drilling

ления сверления. При сверлении тонких плиток коротким сверлом абразив не успевал заполнить внутренность трубки. В длинном сверле абразивный порошок сильно уплотняется, и полое сверло превращается в цельное. Стало понятно, что в течение двух последних часов сверления происходило стачивание высверлины. В результате верхняя часть высверлины приобрела коническую форму. Полностью просверлить плитку удалось через 3 часа 57 минут (рис. 2: 4). Диаметр отверстия с лицевой стороны составил 1,65 см, с противоположной – 1,5 см. Длина сверла уменьшилась на 1,67 см. При прохождении плитки насквозь высверлина сломалась на две части общей длиной 2,68 см (2,34+0,34) (рис. 2: 5). Ее сравнение с высверлинами археологическими показало полное сходство (рис. 2: 6).

Завершающий эксперимент был связан со сверлением плитки нефрита толщиной 1,05 см. Твердость нефрита 6–6,5 ед. по шкале Мооса. Но трудности его обработки заключаются также и в его спутанно-волокнистой структуре. Следует отметить, что просверлить нефрит полым костяным сверлом буровым способом так и не удалось. После 3,5 часов работы на плитке нефрита только обозначился контур сверла. С помощью колесика плитка нефрита толщиной 1,1 см была просверлена полым костью за 11 часов 43 минуты (рис. 3: 1–4 – левое отверстие). При сверлении плитки нефрита (толщина 1,05 см) медной трубкой после двух часов работы пришлось заменить фиксатор и переакрепить сверло. За каждый час работы удавалось углубиться в среднем на 1–1,2 мм. Через четыре часа работы стала просвечивать противоположная сторона. Полностью просверлить плитку нефрита удалось за 7 часов 23 минуты (рис. 3: 1–4 – правое отверстие). Полученное отверстие имело слабо выраженный конический про-

филь. Диаметр отверстия на лицевой стороне равнялся 1,72 см, на оборотной – 1,57 см. Длина целой высверлины составила 0,88 см. Медная трубка уменьшилась на 0,77 см. Тем не менее эффективность сверления увеличилась в 1,6 раза. Во всех экспериментах абразивом являлся мелкозернистый песок (Грехов, 2019, с. 90).

Чтобы выяснить эффективность при сверлении различных абразивов, эксперименты были продолжены. Авторы предполагали в ходе экспериментов выявить доступный и достаточно эффективный абразив. В качестве абразивов использовали дробленый крупнозернистый и мелкозернистый жильный кварц (твердость 7 ед.), биотитовый гранит (твердость 6,5–7 ед.) и наждак (твердость от 7,5 до 9 ед.). Жильный кварц на территории Урала распространен достаточно широко. Авторы использовали кварц из хрустальной жилы в пос. Усть-Тискос (Горнозаводский р-н Пермского края). Биотитовым гранитом сложены останцы (шиханы) на вершинах гор и холмов, начиная от широты г. Невьянска (Свердловская обл.) до южных границ Челябинской обл. Авторы применяли биотитовый гранит, собранный на берегах Шайтанского озера (Кировградский городской округ Свердловской обл.). Выходы наждака известны на Южном Урале, в основном на территории Челябинской обл. Самые крупные месторождения (уже выработанные) – Борзовское, Кызылташское, Теченское и Иртышское. Содержание корунда в наждаке доходит до 30%. Из-за отсутствия природного наждака авторы использовали дробленый бытовой наждачный камень.

На сверление плитки мрамора толщиной 1,68 см с помощью дробленого крупнозернистого кварца (размер крупинки 2–3 мм) было затрачено 1 час 18,5 минуты (рис. 3: 3 – левое отверстие). Медная трубка оказалась полностью забитой

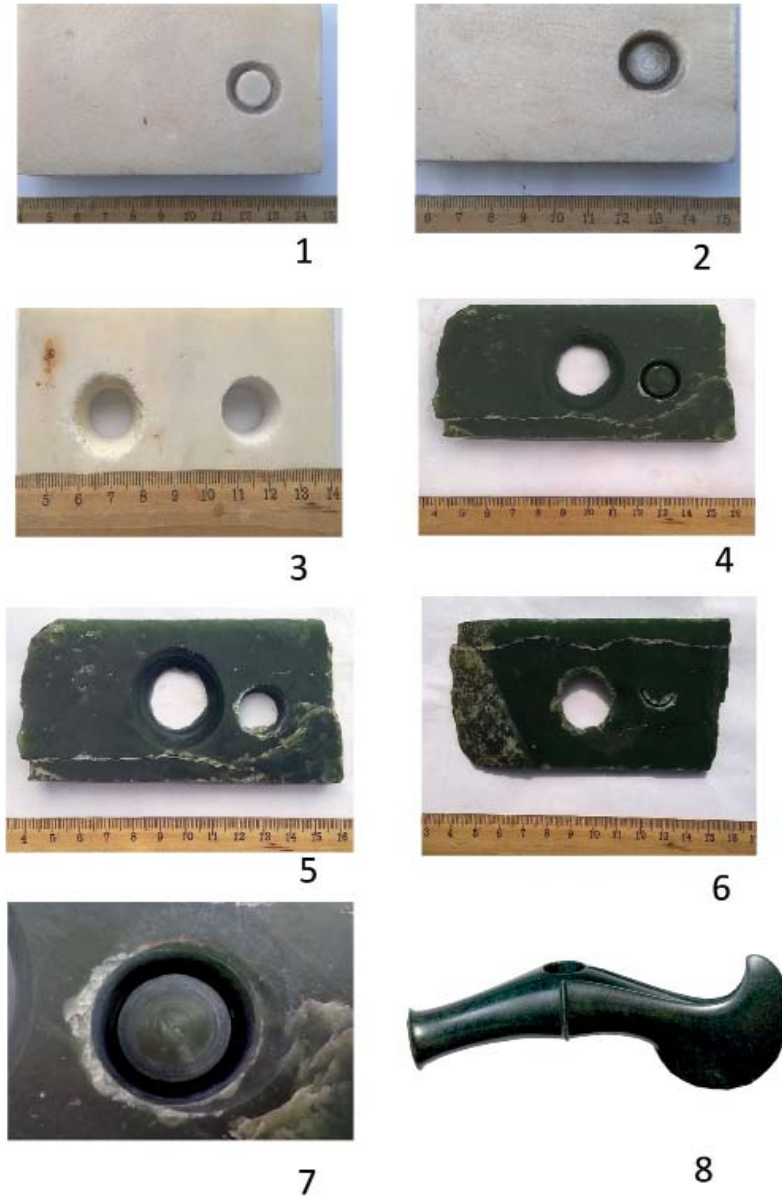


Рис. 3. 1–3 – результаты экспериментального сверления мрамора; 4–7 – результаты экспериментального сверления нефрита; 8 – сверленный нефритовый топор из Бородинского клада (1 – 10 минут сверления; 2 – 21 минута сверления; 3 – готовые отверстия: левое отверстие просверлено крупнодробленным кварцем, правое – мелкозернистым наждаком; 4 – 6 часов сверления; 5 – готовое отверстие (7 часов 23 минуты сверления); слева: отверстие, просверленное полую костью (11 часов 43 минуты сверления (лицевая сторона)); 6 – оборотная сторона той же плитки; 7 – крупный план высверлины на плитке нефрита

Fig. 3. 1–3 – results of experimental drilling of marble; 4–7 – results of experimental drilling of jade; 8 – a drilled jade axe from the Borodinsky hoard (1 – 10 minutes of drilling; 2 – 21 minutes of drilling; 3 – ready holes: the left hole is drilled with coarse-grained quartz, the right – with fine-grained emery; 4 – 6 hours of drilling; 5 – ready hole (7 hours 23 minutes of drilling); left: a hole drilled with a hollow bone (11 hours and 43 minutes of drilling (front side)); 6 – the reverse side of the same tile; 7 – a close-up of a drill on a jade tile).

уплотненной массой из частичек кварца и мрамора. Стало ясно, что сверление происходило не полым сверлом, а цельным. В результате вся высверлина оказалась сточенной. Входной диаметр отверстия на лицевой стороне был заметно увеличенным – 2,3 см. При сверлении песком входной диаметр отверстия равнялся 1,9 см. Это притом, что сверление мрамора песком производилось сверлом диаметром 1,55 см, а при сверлении крупнозернистым кварцем диаметр сверла был меньше – 1,41 см. Стенки полученного отверстия были покрыты глубокими царапинами. Медная трубка сточилась на 0,63 см.

На сверление такой же плитки мрамора с применением мелкозернистого кварца было затрачено 43,5 минуты (рис. 3: 3 – правое отверстие). Почти половина высверлины была сточенной кварцем, от нее сохранился фрагмент длиной 1,05 см. Сверло по длине уменьшилось на 0,24 см. Мелкозернистый кварц оказался производительней в 1,8 раза.

С применением мелкозернистого наждака готовое отверстие на плитке мрамора толщиной 1,68 см удалось получить за 19,5 минут. Высверлина состояла из двух фрагментов длиной 1,27 и 0,61 см. Сверло сточилось на 0,24 см. Таким образом, наждак оказался эффективней дробленого крупнозернистого кварца в 4 раза, мелкозернистого кварца в 2,2 раза и мелкозернистого песка в 1,5 раза.

В дальнейшем для выяснения эффективности абразивных порошков использовались плитки серпентинита (змеевика) размером 6,5×3,6 см и толщиной 0,85 см. С помощью мелкозернистого кварца отверстие было изготовлено за 34,5 минуты. Высверлина получилась цельной, длиной 0,83 см. Медное сверло сточилось на 0,39 см.

Использование в качестве абразива дробленного биотитового гранита показало полную его непригодность

для сверления. На изготовление отверстия в плитке змеевика толщиной 0,9 см пришлось затратить 5 часов 20 минут. Сверло при этом уменьшилось по длине на 1,46 см.

Сверление плитки змеевика толщиной 0,85 см с применением мелкозернистого наждака позволило изготовить отверстие за 10 минут работы. Высверлина имела коническую форму и такую же длину, как и в первом случае. Сверло сточилось всего на 0,09 см. Видимо, при равных условиях сверление изделий большей толщины будет более длительным.

Эффективность разных абразивов была опробована и на нефрите. Плитка нефрита толщиной 1,05 см сверлилась медной трубкой диаметром 1,4 см с помощью мелкодробленого кварца. Через два часа работы было просверлено всего 0,17 см, через четыре часа глубина отверстия составила 0,38 см, через шесть часов сверло углубилось на 0,55 см, через восемь часов стало просвечивать кольцо вокруг высверлины. При глубине отверстия 0,82 см было принято решение дооформить отверстие с помощью медного клина. Общее время сверления составило 11 часов. Диаметр отверстия с лицевой стороны – 1,65 см, с оборотной – 1,44 см. Длина высверлины – 0,93 см. За время работы пришлось два раза менять разболтанный фиксатор. Сверло сточилось на 2,02 см, причем внешний диаметр трубки уменьшился на 0,05 см. Применение мелкозернистого наждака позволило просверлить плитку нефрита такой же толщины (1,05 см) за 1 час 58 минут. Длина сверла уменьшилась на 0,89 см, внешний диаметр не изменился.

Преыдушие эксперименты показали, что нарезание зубцов на гладкой поверхности полого костяного сверла заметно увеличивало производительность сверления (Сериков и др., 2020, с. 76). Авторы решили проверить, по-



влияет ли нарезание зубцов на медной трубке на ускорение сверления. На медной трубке диаметром 1,55 см было нарезано девять зубцов трапециевидной формы высотой 0,15 м. Сверление производилось на плитке змеевика толщиной 0,95 см с помощью мелкозернистого песка. Через 10 минут работы сверло углубилось на 0,32 см. Зубцы на сверле сточились, его длина уменьшилась на 0,13 см. Высоту зубцов пришлось подновить и увеличить до 0,2 см. Через 22 минуты сверления зубцы полностью сточились, поэтому были нарезаны новые. Еще через 13 минут отверстие было завершено. Длина сверла уменьшилась на 0,43 см. Сверление зубчатым сверлом плитки мрамора толщиной показало худший результат – 35 минут против 29,5 минуты. Таким образом, сверление камня медным зубчатым сверлом в отличие от костяных сверл с зубцами не показало улучшения результатов. Возможно, эксперименты необходимо продолжить со всеми видами исследуемых минералов.

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что сверление коловоротом как минимум в 1,5 раза эффективней сверления с помощью бура. Этот показатель может измениться в связи с различными начальными условиями. Скорость сверления буровым способом зависит от силы и массы работающего человека; от продолжительности непрерывного сверления; от наличия сменных работников. Скорость сверления коловоротом зависит от веса прикрепленного к нему груза-утяжелителя. Но изменения данного показателя в ту или иную сторону будут незначительными.

Использование в качестве сверла медной трубки увеличило скорость изготовления отверстий в 4–7 раз. Причем для твердых пород камня, особенно для нефрита, этот показатель уменьшается. Нарезание зубцов на рабочей кромке медной

трубки не увеличило эффективность сверления.

Большое значение для эффективности сверления имеет абразив. Более эффективен абразив в виде мелкозернистого порошка. Лучшие результаты при сверлении показал наждак. Но он встречается далеко не везде. Применение в качестве абразива дробленого кварца и биотитового гранита не привело к желаемым результатам. Поэтому дальнейшие эксперименты авторов будут посвящены поиску распространённого и производительного абразива.

Накопленные при экспериментах опыт и знания позволяют высказать некоторые наблюдения по технике изготовления сверленных каменных топоров бронзового века. Оказалось, что далеко не все топоры того времени сверлились медной трубкой. Часть топоров просверлена с помощью костяного полого сверла. Также не всегда при сверлении применялся фиксатор. Некоторые отверстия с лицевой стороны выглядят заметно «разъезженными». Иногда топоры досверливались с противоположной стороны. Судя по незаконченным отверстиям, медные трубки, которые применялись для сверления в бронзовом веке, имели толстые стенки. Их толщина составляла 0,2–0,25 диаметра отверстия. Это означает, что при диаметре отверстий в каменных боевых топорах в 2,5–2,7 см толщина стенок медных трубок равнялась 0,5–0,6 см. Наши эксперименты производились медными трубками с толщиной стенок 0,12–0,13 см, что составляет 12–15% от диаметра отверстия. Анализ царапин внутри отверстий свидетельствует, что сверление производилось как крупнозернистыми, так и мелкозернистыми абразивами. Некоторые отверстия отполированы изнутри. Сравнение полученных в результате экспериментов высверлин с высверливаниями бронзового века показывает, что



сверление медной трубкой часто, но не всегда, производилось с помощью специального станка. Реконструкция такого станка является завершающей задачей наших экспериментов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Грехов С.В. Эксперименты по сверлению нефрита полый костью // Геоархеология и археологическая минералогия-2019 / Отв. ред. А.М. Юминов, Е.В. Зайкова / Миасс-Екатеринбург: ФортДиалог-Исеть, 2019. С. 88–91.
2. Канаука Н.В. Эксперименты по сверлению разных пород камня полый костью // Геолого-археологические исследования в Тимано-Североуральском регионе. Материалы 20-й научной конференции. Том XX / Ред. А.М. Асхабов, Т.П. Майорова и др. Сыктывкар: Геопринт, 2017. С. 127–131.
3. Никулина Н.М. Ритуальные молоты-топоры из троянского клада L. (К вопросу о датировке данного археологического комплекса) // Вестник древней истории. 1999. № 2. С. 218–228.
4. Обыденнов М.Ф. Новые материалы о проникновении древних индоевропейцев на территорию Башкортостана (середина II тыс. до н. э.). Каменные сверленные топоры. Препринт. Уфа: ПРИНТ, 1996. 14 с.
5. Попова Т.Б. Бородинский клад. Москва: ГИМ, 1981. 20 с.
6. Семенов С.А. Развитие техники в каменном веке. Л.: Наука, 1968. 362 с.
7. Сериков Ю.Б. К вопросу о технике изготовления отверстий большого диаметра в каменных изделиях неолита – бронзы Урала // Поволжская археология. 2018. № 1 (23). С. 56–73.
8. Сериков Ю.Б. Экспериментальное сверление каменных изделий полый костью (по материалам сверленных изделий каменного века Урала) // V Северный археологический конгресс. Тезисы докладов. Екатеринбург: Альфа-Принт, 2019. С. 346–348
9. Сериков Ю.Б., Грехов С.В., Канаука Н.В. Эксперименты по сверлению разных пород камня с помощью полый кости // Вестник Пермского университета. Серия История. 2020, № 1 (48). С. 74–85.
10. Юшкин Н.П. Кварцевые шары в материальной культуре человека // Археоминералогия и ранняя история минералогии: материалы Международного семинара / Отв. ред. Н.П. Юшкин. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 74–77.

#### Информация об авторах:

**Сериков Юрий Борисович**, доктор исторических наук. Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал Российского государственного профессионально-педагогического университета) (г. Нижний Тагил, Россия); u.b.serikov@mail.ru

**Грехов Сергей Вадимович**, учитель истории. Средняя общеобразовательная школа № 1 (г. Кушва, Россия); sergeigreh@mail.ru

### EXPERIMENTAL MODELING OF LARGE DIAMETER HOLES BASED ON MATERIALS OF BRONZE AGE STONE AXES

**Yu.B. Serikov, S.V. Grekhov**

In the Urals, there are more than a hundred products with large-diameter holes, some of which are made using a copper tube. Experiments on hollow drilling in the expedition of S. A. Semenov have shown great complexity of this method. In experiments on drilling it was planned to identify labor costs for the manufacture of copper tube, and also reveal various aspects of drilling techniques. The article presents the results of experiments on drilling different types of stone (soapstone, marble, serpentine and jade) with a copper tube. Experiments have shown that drilling with a brace is 1.5 times more effective than drilling with a borer. And using a copper tube as a drill increased the speed of making holes by 4–7 times. It also turned out that the abrasive used is very important for drilling efficiency. The most effective abrasive was emery, whose deposits are known in the southern Urals. The results obtained allow the authors to establish with great accuracy what drills and with application of what equipment stone axes of Bronze Age were drilled. A comparison of the experimental drills with bronze age drills shows that drilling with a copper tube was often,

but not always, performed using a special machine tool. Labor-intensive making stone axes with large diameter holes especially made of strong raw materials attest about high social status of their owners.

**Keywords:** archaeology, brace; copper tube; soapstone; marble; serpentine; jade; abrasive.

## REFERENCES

1. Grekhov, S. V. 2019. In Yuminov, A. M., Zaikova, E. V. (eds). *Geoarkheologiya i arkheologicheskaya mineralogiya-2019 (Geoarchaeology and archaeological mineralogy-2019)*. Miass-Ekaterinburg: "FortDialog-Iset" Publ., 88–91 (in Russian).
2. Kanauka, N. V. 2017. In Askhabov, A. M., Majorova, T. P. et al. (eds.). *Geologo-arkheologicheskie issledovaniia v Timano-Severoural'skom regione (Geological and Archaeological Studies in the Timan-Northern Ural Region)* 20. Syktyvkar: "Geoprint" Publ., 127–131 (in Russian).
3. Nikulina, N. M. 1999. In *Vestnik drevnei istorii (Bulletin of ancient history)* (2), 218–228 (in Russian).
4. Obydenov, M. F. 1996. *Novye materialy o proniknovenii drevnikh indoevropaitsev na territoriiu Bashkortostana (seredina II tys. do n.e.). Kamennye sverlenye topory (New materials about penetration of Indo-Europeans on the territory of Bashkortostan. Stone drilled axes)*. Ufa: "PRINT" Publ., (in Russian).
5. Popova, T. B. 1981. *Borodinskii klad (Borovsky hoard)*. Moscow: "GIM" Publ. (in Russian).
6. Semenov, S. A. 1968. *Razvitie tekhniki v kamennom veke (Development of Technics in the Stone Age)* Leningrad: "Nauka" Publ. (in Russian).
7. Serikov, Yu. B. 2018. In *Povolzhskaya arkheologiya (Volga region archaeology)* 23 (1), 56–73 (in Russian).
8. Serikov, Yu. B. 2019. In Chairkina, N. M. (eds). *V Severnyi arkheologicheskii kongress. Tezisy dokladov (V Northern Archaeological Congress. Thesis of reports)* Ekaterinburg: "Al'fa-Print". Publ., 346–348 (in Russian).
9. Serikov, Yu. B., Grekhov, S. V., Kanauka, N. V. 2020. In *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya Istoriia (Bulletin of Perm University. History series)* (1), 74–85 (in Russian).
10. Yushkin, N. P. 2005. In Yushkin, N. P. (ed.). *Arkheomineralogiya i ranniia istoriia mineralogii: materialy Mezhdunarodnogo seminara (Syktyvkar, 30 maia – 4 iunია 2005 g.) (Archaeomineralogy and Early History of Mineralogy: Materials of International Seminar (Syktyvkar, May 30 – June 4))*. Syktyvkar: "Geoprint" Publ., 74–77 (in Russian).

### About the Authors:

**Serikov Yuri B.** Doctor of Historical Sciences. Nizhny Tagil State Social-Pedagogical Institute (branch of Russian State Professional-Pedagogical University). Krasnogvardeyskaya str., 57, Nizhny Tagil, 622031, Sverdlovsk Region, Russian Federation; u.b.serikov@mail.ru

**Grekhov Sergey V.** Secondary School № 1. Soyuzov str., 14, Kushva, 624300, Sverdlovsk Region, Russian Federation; sergeigreh@mail.ru

Статья принята в номер 01.09.2021 г.